

Raport final privind derularea proiectului
Sistem integrat pentru caracterizarea și evaluarea performanțelor sistemelor fotovoltaice
(SICEPV),
2016-2018

I. PREZENTAREA GENERALA A PROIECTULUI SICEPV

Proiectul SICEPV a avut drept **scop** o lărgire a gamei de produse și servicii oferite operatorilor/dezvoltatorilor de centrale și sisteme PV. Menținerea pe piața produselor și serviciilor pentru centrale PV este un deziderat al agentului economic (ICPE-SA) în perspectiva dezvoltării afacerii. Un element important al serviciilor de calitate care vizează testarea echipamentelor și componentelor sistemelor PV este reprezentat de trasabilitatea măsurărilor și obținerea unor rezultate veridice în cadrul acestor teste. Prin urmare, menținerea infrastructurii la un nivel de încredere corespunzător, prin teste și validări în raport cu referințele deținute de instituția de învățământ superior (UVT) a reprezentat un **obiectiv** important pentru proiect.

Activitățile din cadrul proiectului au fost desfășurate în laboratoarele Universității Valahia din Târgoviște (UVT), și în cadrul laboratoarelor și sălilor agentului economic ICPE-SA.

Contextul creat de autoritatea contractanta a acestui proiect, de creștere a performanței și competitivității agenților economici prin utilizarea expertizei existente în universități în vederea asimilării, dezvoltării, îmbunătățirii și optimizării tehnologiilor moderne achiziționate de către agenții economici, s-a concretizat în cazul proiectului SICEPV prin lărgirea și diversificarea gamei de produse și servicii oferite operatorilor/dezvoltatorilor de centrale și sisteme PV de către firma ICPE SA.

De asemenea un **obiectiv** foarte important *realizat în cadrul proiectului* a fost dezvoltarea unor legături între specialiștii ICPE-SA și cercetătorii, masteranzii și doctoranzii de la UVT, pentru asigurarea pentru mediul industrial și de piață în care operează ICPE-SA, o bază de selecție pentru viitorii specialiști din acest domeniu.

Principalele **obiective** ale proiectului sunt:

1. Optimizarea funcțională a sistemelor de caracterizare aflate în dotarea agentului economic;
2. Elaborarea metodologiilor de monitorizare și testare a aplicațiilor PV, conform standardelor din domeniu;
3. Definirea portofoliului de servicii de asistență tehnică pe care ICPE urmează să le ofere producătorilor de energie din surse PV.

În acest sens au fost identificate următoarele necesități:

1. Evaluarea preliminară a performanțelor modulelor PV în condiții standard de funcționare, necesară pentru emiterea buletinelor de conformitate specificate de producătorul de module PV.
2. Evaluarea funcționalității în timpul instalării.
3. Evaluarea în faza de funcționare. Sunt necesare modele specifice pentru prelucrarea mărimilor achiziționate, utilizând echipamentele de caracterizare a generatoarelor și a instalațiilor PV menite să evidențieze eventualele defecte sau regimuri de funcționare necorespunzătoare.

Corelarea rezultatelor estimate, la momentul depunerii proiectului, cu activitățile și etapele proiectului este prezentată în tabelul 1.

Tabel 1. Corelarea rezultatelor cu activitățile și etapele proiectului

An	Etape/ Denumirea Activității	Rezultate așteptate	Realizări
2016	Etapa I. Studiu asupra sistemelor integrate pentru caracterizarea și evaluarea performanțelor sistemelor PV	▪ Raport științific	▪ Raport științific
	Activitatea I.1 Studiu privind caracterizarea și performanțele sistemelor PV		

2017	Etapa II. Interconectarea expertizei existente în cadrul UVT cu necesitățile ICPE	▪ Raport științific ▪ Editarea unui material conținând standardele specifice de testare a celulelor și modulelor PV (variantă e-book) ▪ Articole (5)	▪ Raport științific ▪ Editarea unui material conținând standardele specifice de testare a celulelor și modulelor PV (variantă e-book) ▪ 4 articole prezentate în cadrul unor conferințe internaționale ▪ 1 articol în revista EEA ▪ 1 articol în evaluare (la JEAAI)
	Activitatea II.1 Caracterizarea componentelor simulatorului solar existent la ICPE		
	Activitatea II.2 Stabilirea metodologiilor specifice de caracterizare a sistemelor PV		
	Activitatea II.3 Dezvoltarea elementelor de interconectare a componentelor în vederea funcționării simulatorului solar		
2018	Activitatea II.4 Dezvoltarea de aplicații pentru sistemul de caracterizare 'in-door' și 'out-door'	▪ Raport științific ▪ 5 stagii de practică în perioada <i>martie 2018 - iulie 2018</i> ▪ Articole (4)	▪ Raport științific ▪ 5 stagii de practică în perioada <i>martie 2018 - iunie 2018</i> ▪ 4 articole prezentate în cadrul unor conferințe internaționale ▪ 1 articol în evaluare (la JAECE) ▪ Elaborarea unei procedurii de calibrare a măsurătorilor în condițiile standard de testare (STC)
	Etapa III. Validarea și testarea sistemului integrat pentru caracterizarea și evaluarea performanțelor sistemelor PV		
	Activitatea III.1 Dezvoltarea de procedurii de calibrare a măsurătorilor în condiții standard de testare		
	Activitatea III.2 Analiza, optimizarea și testarea sistemului de caracterizare și evaluare		
	Activitatea III.3 Validarea sistemului de caracterizare și evaluare		
	Activitatea III.4 Organizarea și derularea stagiilor de pregătire practică ale masteranzilor		

II. OBIECTIVE GENERALE ȘI SPECIFICE ESTIMATE ALE PROIECTULUI SICEPV

Obiectivele specifice sunt descrise în tabelul de mai jos, așa cum au fost ele prevăzute în propunerea de proiect:

Tabel 2. Obiectivele specifice

Obiectivele prevăzute	Obiective realizate
Editarea unui material conținând standardele specifice de testare a celulelor și modulelor PV (variantă e-book)	Gabriela Măntescu, Marina Olariu, Liviu Olteanu - Monitorizarea și testarea sistemelor fotovoltaice conform standardelor internaționale, Valahia University Press, Târgoviște, 2017, ISBN: 978-606-603-184-4
Efectuarea a 5 stagii de practică în perioada <i>martie 2018 - iulie 2018</i>	Stagiile de practică s-au desfășurat în perioada <i>martie 2018 - iunie 2018</i> , pentru studenții masteranzi: 1. <i>Iordăchescu Constantin Daniel</i> - masterand al programului de master: "Sisteme și Echipamente Moderne în Producerea și Utilizarea Energiei", anul II, 2. <i>Șonteș Ștefan Adrian</i> - masterand al programului de master: "Sisteme și Echipamente Moderne în Producerea și Utilizarea Energiei", anul II, 3. <i>Ceapă (Dumitrescu) Dănuț</i> - masterand al programului de master: "Sisteme și Echipamente Moderne în Producerea și Utilizarea Energiei", anul II, 4. <i>Cărămidă Mihai Ștefan</i> - masterand al programului de master: "Automatică Avansată, Productică și Informatică Industrială", anul II, 5. <i>Bidică Petruț Claudiu</i> - masterand al programului de master: "Automatică Avansată, Productică și Informatică Industrială", anul II.
Prezentarea de articole la conferințe naționale și internaționale (5 articole la conferințe din domeniu, 2 articole indexate ISI)	Dragomir F., Dragomir O.E. - <i>Renewable Energy Monitoring Using Arduino - Android Platform</i>, Proceedings of the 11th International Workshop of Electromagnetic Compatibility CEM2018, ISSN: 2537-222X, 2018 (ISI) Dragomir F., Dragomir O.E., Olariu N., Oprea A. - <i>Power Quality Analysis of Grid Connected PV Power System</i>, Proceedings of the 18th SGEM GeoConference on Energy and Clean Technologies, 2018 (ISI)

	Dragomir O.E., Dragomir F. - <i>A Multi-Agent System for Energy Management in an Intelligent Microgrid</i>, Proceedings of the 18th SGEM GeoConference on Energy and Clean Technologies, 2018 (ISI) Olariu N. – Caracterizarea echipamentelor din cadrul centralelor solare PV, Proceedings workshop „Proгноza productiei de energie a centralelor fotovoltaice”, 11 mai 2018 Dragomir F., Dragomir O.E., Olariu N., Oprea A. - <i>Efficiency Optimization of a Standalone PV System Using Dual-MPPT Control</i>, April 25-26, Proceedings of the 6th International Conference on “Recent Trends in Engineering and Technology” (RTET-17), Paris, France, 2017 (BDI) Dragomir O.E., Dragomir F., Olariu N., Oprea A. - <i>Comparative Analysis of PV Output Characteristics Focusing on I-V and P-V Curves</i>, April 25-26, Proceedings of the 6th International Conference on “Recent Trends in Engineering and Technology” (RTET-17), Paris, France, 2017 (BDI) Dragomir O.E., Dragomir F. - <i>Pattern recognition tool for energy consumption profiles identification</i>, Proceedings of the 17th SGEM GeoConference on Energy and Clean Technologies, 2017 (ISI) Dragomir F., Dragomir O.E., Oprea A., Olteanu L., Olariu N., Ursu V. - <i>Simulation of lithium-ion batteries from a electric vehicle perspective</i>, The Electric Vehicles International Conference, București, 5-6 October 2017 (BDI)
Publicarea de articole în reviste, jurnale și buletine științifice (2 articole publicate în reviste recunoscute cu indexare cel puțin BDI)	Lakatoș E.S., Dragomir F., Olteanu L., Oprea A., Măntescu G., Olariu N. - <i>Modelling and simulation of photovoltaic modules using SPICE/Matlab</i>, E.E.A.-Electrotehnică, Electronică, Automatică, vol. 66(1), 2018 Dragomir O.E., Dragomir F. - <i>Hybrid Neuro-Fuzzy Tool for Clustering of Electric Energy Consumer Profile</i>, Journal of the Engineering Applications of Artificial Intelligence, https://www.journals.elsevier.com/engineering-applications-of-artificial-intelligence/, in evaluare, 2017
-	Prezentarea rezultatelor proiectului obținute în cadrul evenimentului <i>International Electric & Automation Show IEAS 2018</i> , ce a avut loc la Palatul Parlamentului, București în perioada 18 – 20 septembrie 2018.
-	Prezentarea proiectului - în cadrul Facultății de Inginerie Electrică, Electronică și Tehnologia Informației și al Institutului de Cercetare Științifică și Tehnologică Multidisciplinară al Universitatii Valahia din Targoviste, 20 noiembrie 2016
Rapoarte științifice și Site web al proiectului	http://sicepv.valahia.ro/

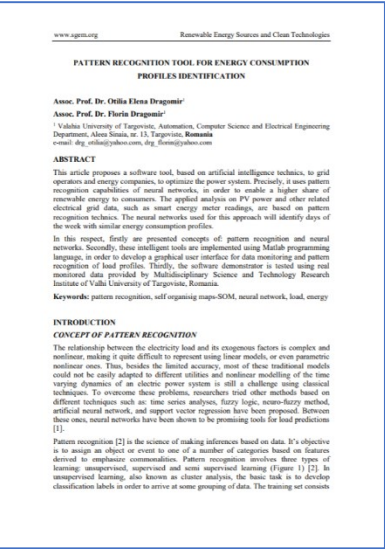
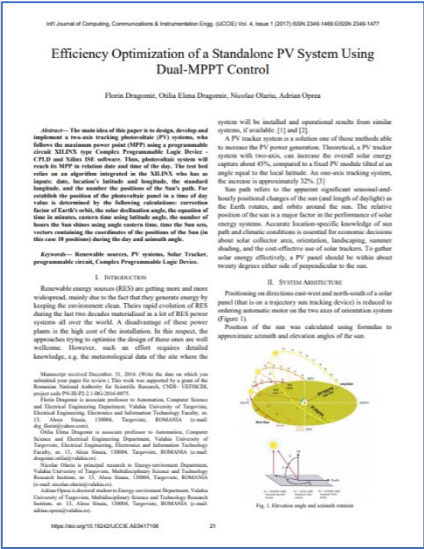


Figura 1. Exemple de articole elaborate în cadrul activităților proiectului SICEPV



Figura 2. Prezentarea proiectului și a rezultatelor obținute la IEAS 2018 București

Din cele prezentate se poate concluziona că s-au atins rezultatele estimate în propunerea de proiect, îndeplinându-se și obiectivele programului de finanțare, astfel:

- îmbunătățirea și optimizarea tehnologiilor agentului economic;
- dezvoltarea abilităților antreprenoriale și a experienței profesionale ale cercetătorilor și masteranzilor implicați în acest proiect.

III. DESCRIEREA ACTIVITATILOR DESFASURATE IN CORELATIE CU OBIECTIVELE ATINSE

III.1. ETAPA I. STUDIU ASUPRA SISTEMELOR INTEGRATE PENTRU CARACTERIZAREA ȘI EVALUAREA PERFORMANTELOR SISTEMELOR PV

Act 1.1. Studiu privind caracterizarea și performanțele sistemelor PV.

În cadrul acestei activități au fost realizate modelări și simulări (în medii de dezvoltare SPICE/Matlab) pentru diferite celule și module PV. Tot în cadrul acestei activități s-a studiat și influența variației radiației solare și a variației temperaturii asupra caracteristicii de curent și putere pentru o celulă/un panou fotovoltaic.

III.2. ETAPA II. INTERCONECTAREA EXPERTIZEI EXISTENTE ÎN CADRUL UVT CU NECESITĂȚILE ICPE

Act 2.1. Caracterizarea componentelor simulatorului solar existent la ICPE

În cadrul acestei activități au fost descrise principalele componente ale simulatorului solar pentru caracterizarea *in-dor* a celulelor și modulelor PV: lampa Xenon, utilizată ca sursă de radiație și sistemul de achiziție de date. Criteriile de lucru folosite au fost: caracteristicile tehnice ale fiecărui element considerat și gradul de adecvare al acestora cu obiectivele de îndeplinit și cu specificitatea locației în care vor fi instalate.

Act 2.2. Stabilirea metodologiilor specifice de caracterizare a sistemelor PV

Importanța standardelor în cadrul desfășurării activităților de proiectare, fabricație, testare și comercializare a sistemelor fotovoltaice (PV) a fost de mult recunoscută și promovată. În acest sens, s-a prezentat informațiile necesare dezvoltării conceptului de "sistem energetic fotovoltaic" pe parcursul întregului proces de la intrarea luminii într-o celulă fotovoltaică până la interfața cu sistemul (sistemele) electric(e) la care este furnizată energia. În cadrul acestei activități au fost elaborate metodologiile de monitorizare a aplicațiilor PV și metodologiile de testare conform standardelor din domeniu.

Act 2.3. Dezvoltarea elementelor de interconectare a componentelor în vederea funcționării simulatorului solar

În cadrul acestei activități au fost realizate:

- măsurători de calibrare pe simulatorul solar ORIEL Sol3A, folosind celula de referință PV ORIEL, existente la ICSTM-UVT;
- interconectarea funcțională a echipamentelor care compun sistemul de caracterizare 'indoor' (simulatorul solar) a celulelor și modulelor PV și punerea în funcțiune a sistemului integrat. Caracterizarea, cu scop demonstrativ,

a unor celule și module PV;

- integrarea funcțională a sistemului de caracterizare 'outdoor' (caracterograful PVPM 2540C) a modulelor și generatoarelor PV și a sistemului pentru testarea aplicațiilor PV (Green Test FTV 100). Măsurători demonstrative a unor module PV.

Act 2.4. Dezvoltarea de aplicații pentru sistemul de caracterizare 'indoor' și 'outdoor'

În cadrul acestei activități au fost realizate evaluări preliminare a performanțelor unor module PV, a funcționalității în timpul instalării și în faza de funcționare în condiții standard de funcționare.

III.3. ETAPA III. VALIDAREA ȘI TESTAREA SISTEMULUI INTEGRAT PENTRU CARACTERIZAREA ȘI EVALUAREA PERFORMANTELOR SISTEMELOR PV

Act 3.1. Dezvoltarea de proceduri de calibrare a măsurătorilor în condiții standard de testare

În cadrul acestei activități s-a elaborat o procedură de calibrare a măsurătorilor în condițiile standard de testare (STC): intensitatea radiației solare 1000 W/m², spectrul radiației solare standard definit de masa de aer AM1,5 și temperatura la nivelul celulei solare de 20 grade C.

Act 3.2. Analiza, optimizarea și testarea sistemului de caracterizare și evaluare

În cadrul acestei activități s-a realizat:

- o analiză și testare a sistemului de caracterizare prin evaluări preliminare a performanțelor unor module PV, a funcționalității în timpul instalării și în faza de funcționare;
- o optimizare funcțională a sistemului de caracterizare și evaluare.

Act 3.3. Validarea sistemului de caracterizare și evaluare

În cadrul acestei activități s-a validat sistemul de caracterizare și evaluare prin respectarea metodologiilor și standardelor specifice de testare a celulelor și modulelor PV.

Act 3.4. Organizarea și derularea stagiilor de pregătire practică ale masteranzilor

În cadrul acestei activități s-a organizat și derulat stagiile de practică ale masteranzilor la ICPE-SA. Stagiile de practică s-au desfășurat conform Acordului de parteneriat între Universitatea Valahia din Târgoviște și ICPE SA București. Stagiile de practică s-au desfășurat în perioada martie 2018 - iunie 2018, pentru studenții masteranzi:

1. Iordăchescu Constantin Daniel - masterand al programului de master: "Sisteme și Echipamente Moderne în Producerea și Utilizarea Energiei", anul II;
2. Șonțea Ștefan Adrian - masterand al programului de master: "Sisteme și Echipamente Moderne în Producerea și Utilizarea Energiei", anul II;
3. Ceapă (Dumitrescu) Dănuț - masterand al programului de master: "Sisteme și Echipamente Moderne în Producerea și Utilizarea Energiei", anul II;
4. Cărmădă Mihai Ștefan - masterand al programului de master: "Automatică Avansată, Productică și Informatică Industrială", anul II;
5. Bidică Petruț Claudiu - masterand al programului de master: "Automatică Avansată, Productică și Informatică Industrială", anul II.

Legătura între Universitate și partenerul de practică, ICPE SA București, a fost realizată prin intermediul responsabililor de practică (Florin Dragomir și Nicolae Olariu) care au întocmit programele de practică, având și rol de cadru didactic supervizor.

IV. PREZENTAREA SUCCINTĂ A REZULTATELOR OBTINUTE ÎN CADRUL PROIECTULUI

Scopul și rezultatele proiectului SICEPV au constat în lărgirea gamei de produse și servicii oferite operatorilor/dezvoltatorilor de centrale și sisteme PV de către ICPE SA (agentul economic). Prin urmare, menținerea infrastructurii la un nivel de încredere corespunzător, prin teste și validări în raport cu referințele deținute de instituția de învățământ superior (UVT) a reprezentat un **rezultat** important obținut în urma derulării proiectului.

Astfel, în cadrul activităților proiectului s-a obținut o carte privind elaborarea metodologiilor de monitorizare și testare a aplicațiilor PV, conform standardelor din domeniu; interconectarea echipamentelor

care compun sistemul de caracterizare și evaluarea performanțelor sistemelor fotovoltaice (PV Optosolar); o integrare a sistemului de caracterizare a modulelor PV (caracterograful PVPM 2540C) și a sistemului pentru testarea aplicațiilor PV (Green Test FTV 100); și o procedură de calibrare a măsurătorilor în condițiile standard de testare (STC): intensitatea radiației solare 1000 W/m², spectrul radiației solare standard definit de masa de aer AM1,5 și temperatura la nivelul celulei solare de 20°C.

V. POZE REPREZENTATIVE

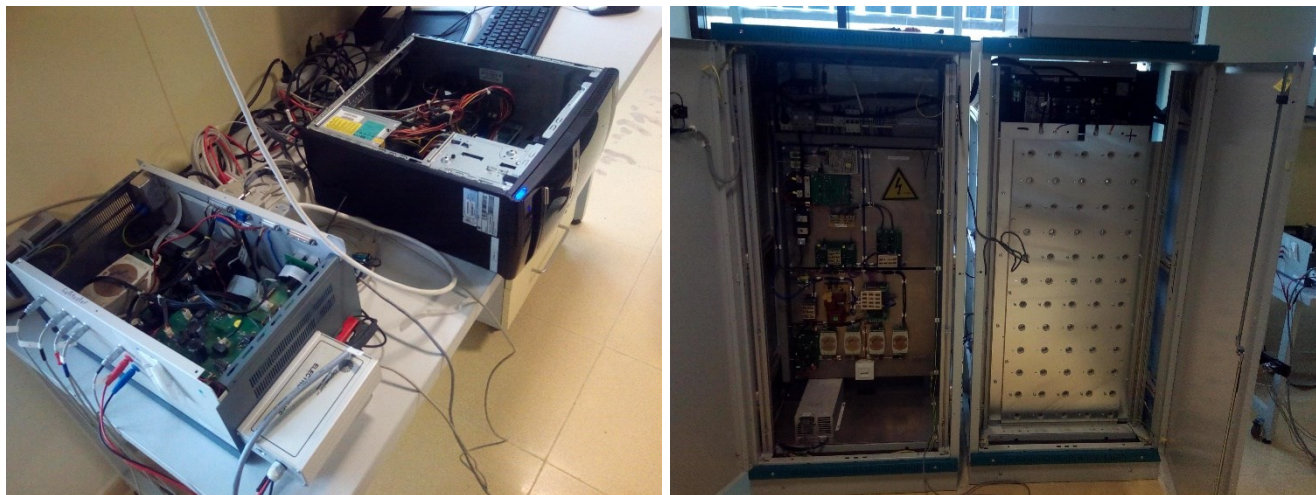


Figura 3. Interconectarea sistemului PV Optosolar



Figura 4. Măsurători pentru ridicarea caracteristilor IV ale panourilor PV și prezentarea rezultatelor proiectului de către un masterand

Concluzii

Studiul prezentat ca raport al etapei 1 a arătat posibilitatea prezicerii, cu exactitate foarte bună, a comportării panourilor fotovoltaice în funcție de iradiere și temperatură, cunoscând valoarea densității curentului de scurt-circuit la o anumită iradiere și temperatură, prin folosirea unui model de simulare SPICE, dezvoltat în această etapă a proiectului.

Principala realizare a fost reușita modelării și simulării funcționării celulelor PV în două moduri diferite și totodată în două medii de simulare diferite (SPICE respectiv Matlab/Simulink), ținând cont de diferiți parametri.

Modelarea și simularea în SPICE/Matlab/Simulink a fost făcută ținând cont de anumiți parametri, o parte dintre aceștia neregăsindu-se în fișa tehnică (datasheet-ul) a panourilor respective (R_s , R_p , n etc.).

Pentru simularea SPICE s-a folosit un circuit echivalent în care generatorul de curent care modelează curentul datorat iluminării celulei, este transformat într-o sursă de curent comandată prin tensiune (VCCS). Folosirea acestei variante de circuit echivalent a arătat posibilitatea prezicerii, prin simulare, a comportamentului unei celule fotovoltaice la diferite valori ale iradierii, cunoscând comportamentul ei la o anumită iradiere (valoarea curentului de scurt-circuit sau a densității curentului de scurt-circuit).

Pentru definirea modelului SPICE al celulei fotovoltaice, au fost considerați doi parametri de model SPICE specifici diodei

semiconductoare: curentul de saturație, I_S , și coeficientul de neidealitate, N , pentru care se consideră valoarea 1,66 (valoarea reală pentru celulele fotovoltaice pe bază de siliciu fiind între 1 și 2).

Astfel, s-a evidențiat prin simulare SPICE, creșterea direct proporțională cu iradierea, a curentului de scurt-circuit: 8,51 A pentru 911 W/m², 9,34 A pentru 1000 W/m², 16,81 A pentru 1800 W/m² (vezi tabelul 3).

De asemenea, s-a observat creșterea tensiunii la circuit deschis cu temperatura, păstrând iradierea constantă. Rezultatele simulate sunt în concordanță foarte bună cu valorile obținute aplicând relația de calcul (3) pentru tensiunea V_{oc} .

Modelarea și simularea în Matlab/Simulink s-a bazat pe modelul obținut prin echivalarea panoului fotovoltaic cu un circuit electric simplu, cu valori pentru R_s (rezistența internă a celulei) și R_p (rezistența de șunt) obținute prin măsurători. Din această cauză, și rezultatele simulării sunt ușor diferite față de valorile specificate de producător, în condiții STC. Valorile acestor rezistențe (mai ales R_s) influențează în mod vizibil caracteristicile I-V și P-V. De asemenea, caracteristicile I-V și P-V variază semnificativ atât în cazul variației intensității radiației solare cât și în cazul variației temperaturii joncțiunii p-n.

În cadrul *activ. 2.1.* au fost descrise principalele componente ale simulatorului solar existent la ICPE-SA: lampa Xenon și sistemul de achiziție de date. Criteriile de lucru folosite au fost: caracteristicile tehnice ale fiecărui element considerat și gradul de adecvare al acestora cu obiectivele de îndeplinit și cu specificitatea locației în care vor fi instalate.

Funcționarea modulelor de achiziție de date a fost testată și validată prin confirmarea legăturilor de comunicație dintre acestea și "PC".

Importanța standardelor în cadrul desfășurării activităților de proiectare, fabricație, testare și comercializare a sistemelor fotovoltaice (PV) a fost de mult recunoscută și promovată. În acest sens, rezultatele *activității 2.2* prezintă informațiile necesare dezvoltării conceptului de "sistem energetic fotovoltaic" pe parcursul întregului proces, de la producerea tensiunii fotovoltaice până la interfața cu sistemul (sistemele) electric(e) la care este furnizată energia.

Caracterizarea instalațiilor fotovoltaice trebuie să aibă loc conform unui protocol de analiză a datelor și a performanței sistemului PV, adecvat pentru compararea diverselor instalații fotovoltaice.

Pentru monitorizarea sistemelor fotovoltaice este necesară utilizarea unui sistem de achiziție de date bazat pe microprocesoare și fișiere specifice. Sunt recomandate proceduri de monitorizare a caracteristicilor sistemelor fotovoltaice din punct de vedere energetic. Scopul procedurilor este de a evalua performanța sistemelor fotovoltaice configurate ca rețele independente, conectate la rețeaua de utilități sau ca sisteme hibride fotovoltaice/generatoare electrice (sau turbine eoliene).

Condițiile generale de testare a modulelor PV au fost prezentate în conformitate cu prescripțiile standardului IEC 60904-1.

Problematika activității 2.2 a stat la baza elaborării unui material publicat în format e-book, la editura Valahia University Press, Târgoviște, 2017, cu denumirea *Monitorizarea și testarea sistemelor fotovoltaice conform standardelor internaționale*.

În cadrul *activității 2.3.* au fost efectuate măsurători de calibrare (caracteristici I-V) pe simulatorul solar *ORIEL Sol3A*, pe două celule fotovoltaice, în conformitate cu condițiile impuse de standardele europene: o celulă de referință și o celulă fotovoltaică monocristalină (putere maximă: 2.8W; tensiune: 0,5V; randament: 16,78% - 18,06%; gama de putere: 2,6 – 2,8W) existente la ICSTM-UVT.

De asemenea, au fost identificate și interconectate echipamentele care compun simulatorul pentru *caracterizarea in-dor* a celulelor și modulelor PV, *Optosolar*, prin: identificarea modulelor, studiul schemelor electrice și verificarea funcționalității componentelor, identificarea modului de conectare al mufelor și cablurilor, interconectare hardware a modulelor (s-a constatat lipsa unor cabluri de conexiune; realizarea conexiunilor lipsă, a fost realizată în cadrul ICSTM-UVT).

Pentru pornirea sistemului *Optosolar*, au fost realizate verificările: conexiunilor între modulele sistemului; parametrilor de funcționare; canalelor de comunicație (pentru modulul A/D), comunicației sistemului cu controllerul NuDam. A fost configurată comunicația cu modulul A/D și/sau controllerul NuDam.

Datorită condițiilor speciale de caracterizare a modulelor PV cu sistemul *Optosolar* (crearea unui spațiu cu caracteristici geometrice speciale), în aceasta etapă nu s-au putut realiza măsurători demonstrative cu acest sistem.

În cadrul măsurătorilor demonstrative a unor module PV, au fost efectuate câteva măsurători cu simulatorul solar *QuickSun700A*, existent la Institutul de Cercetare Științifică și Multidisciplinară, Târgoviște.

De asemenea, pentru integrarea funcțională a sistemului de caracterizare off-dor (caracterograful PVPM 2540C) și a sistemului pentru testarea aplicațiilor PV (Green Test FTV 100), au fost efectuate măsurători demonstrative a unor module PV, urmărindu-se influența condițiilor de măsurare (funcționare) asupra caracteristicii IV a modulelor PV.

Sistemele fotovoltaice de producere a energiei realizate în cadrul *activității 2.4* au fost instalate pe terasa Institutului de Cercetare Științifică și Tehnologică Multidisciplinară- ICSTM, tronsonul I, pe o suprafața de aproximativ 400 mp.

În cadrul primei aplicații a fost dezvoltat un sistem de urmărire a soarelui. Panoul fotovoltaic este de tip Qcells Q.PRO-G3 245 iar angrenajul de acționare este format dintr-un motor de curent continuu de 24 V (model GP232004, Baldor). Panoul fotovoltaic este conectat prin intermediul unui regulator de tensiune tip STECA PRS2020, la o baterie Pb-acid, tip NEWMAX SG 12 V-120 Ah. De la această baterie este alimentat un sistem de achiziție a parametrilor de mediu, aflat pe terasa ICSTM și sistemul de control de urmărire a soarelui. Sunt prezentate comparativ caracteristicile I-V și P-V obținute prin sistemul de caracterizare in-dor *QuickSun700A* și prin sistemul de caracterizare off-dor caracterograful *PVPM 2540C*.

În cadrul celei de-a doua aplicații a fost dezvoltat un sistem fotovoltaic format dintr-un panou PV, montat pe o structură de susținere metalică din aluminiu, orientat cu suprafața de expunere spre sud. Panoul este de tip Bauer BS6MB5, fiind conectat la o baterie Pb-acid tip NEWMAX SG 12 V-120 Ah, prin intermediul unui controler de încărcare a bateriei Steca Tarom 245-12 V-45 A. Pentru furnizarea de energie în cadrul rețelei de energie "off-grid" am folosit un invertor de tip PS 12 V-1000 W de la SAMLEX.

Caracteristici I-V și P-V ale panourilor Qcells Q.PRO-G3 245 și Bauer BS6MB5, au fost obținute pe o perioadă de 3 săptămâni.

Metodele de calibrare utilizate astăzi au evoluat, având incertitudini mai bune, care sunt în mod constant apropiate de $\pm 1,5\%$. Metodele diferite, atunci când sunt aplicate cu atenție, au arătat în diferite intercomparații că factorii de calibrare realizați sunt în bună concordanță. Stabilirea Scarei Globale Fotovoltaice, împreună cu un nou standard internațional privind trasabilitatea calibrărilor la unitățile SI se vor baza pe corectitudine și transparență în comercializarea tehnologiei fotovoltaice pe toate piețele mondiale.

Prezentul raport înglobează rezultatele specifice activități științifice și tehnice finalizate în cadrul proiectului SICEPV, contract 62BG/2016. Toate activitățile proiectului au urmărit obiectivele propuse în planul de realizare al proiectului.

Coordonator,
Universitatea VALAHIA din Târgoviște

Rector,
Conf. univ. dr. Călin OROS



Agent Economic
ICPE SA

Director General,
Dr. Dan-Vergil Racicovschi



Director Proiect,
Conf. dr. ing. Florin DRAGOMIR

Responsabil de proiect
Dr. Viorel Ursu