

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

PROGRAMUL NAȚIUNILOR UNITE PENTRU DEZVOLTARE  
REPUBLICA MOLDOVA

# SISTEM AUTONOM INTEGRAT DE IRIGARE BAZAT PE TURBINE EOLIENE, MICROHIDROCENTRALE ȘI INSTALAȚII FOTOVOLTAICE





*Acest proiect ca conținut, abordare și importanță economico-socială poate servi un exemplu instructiv-didactic pentru cadrele didactice și științifice de la Universitatea Tehnică a Moldovei cum să atingi un scop definit rezolvând obiective interdisciplinare concrete.*

*Acest gen de proiecte la joncțiunea domeniilor în plus denotă că știința aplicativă și transferul tehnologic preponderent aparțin de activitatea inginerilor, iar de iscusința lor de a le rezolva în echipă depinde nivelul dezvoltării economice a unei țări.*

# **Sistem autonom de irigare integrat cu instalații de conversie a energiilor regenerabile: eoliană, solară, hidraulică (cu modul de control și dirijare la distanță)**

**Durata derulării Proiectului:** 20.11.2015 – 20.11.2017

**Finanțator:** Guvernul României - PNUD.Ro

**Cofinanțator:** Universitatea Tehnică a Moldovei

Colectivul de cercetare a fost coordonat de acad. Ion Bostan (**16** cercetători științifici, inclusiv **12** tineri cercetători).

#### INFRASTRUCTURĂ DE CERCETARE:

Centrul de Elaborare a Sistemelor de Conversie a Energiilor Regenerabile (CESCER), UTM;

Centrul Național de Tehnologii Spațiale (CNTS), UTM;

Centrul “*Energie Plus*”, UTM;

Întreprinderea agricolă TriDenal, Criuleni;

Întreprinderea agricolă “*Fortina Labis*”, Floreni, Ungheni.

Pe tematica Proiectului în ultimii ani colectivul de autori a publicat: **17** lucrări științifice și **7** brevete de invenție, iar în general domeniul sistemelor de conversie a energiilor regenerabile - **104** de lucrări științifice, **3** monografii, **45** brevete de invenție.

Rezultatele cercetărilor științifice în domeniu au fost apreciate la Expoziții Internaționale de Invenții, Cercetare și Transfer Tehnologic cu **45** medalii de aur, **13** medalii de argint, **5** medalii de bronz și **12** premii speciale, inclusiv în cadrul Proiectului cu **21** medalii de aur, **1** medalie de argint, **3** medalii de bronz, **6** premii speciale și **7** diplome de excelență.

Colectivul de autori aduce mulțumiri conducerii întreprinderii agricole TriDenal, Criuleni, personal Dlui director general Mihai Cojocaru și întreprinderii agricole “*Fortina Labis*”, Floreni, Ungheni, personal dlui Mihai Plăcintă pentru conlucrarea prietenoasă și exigentă în realizarea proiectului.

De asemenea, colectivul de autori exprimă profundă considerație Ambasadei României în Republica Moldova și Programului Națiunilor Unite pentru dezvoltare, reprezentant Veronica Vladiuc, pentru sprijinul financiar și logistic acordat întru realizarea proiectului.

## COLECTIVUL DE CERCETARE

 <p><b>Ion BOSTAN</b> academician AȘM</p>	 <p><b>Viorel BOSTAN</b> prof. univ., dr. hab.</p>	 <p><b>Valeriu DULGHERU</b> prof. univ., dr. hab.</p>	 <p><b>Ion SOBOR</b> prof. univ., dr.</p>
 <p><b>Nicolae SECRIERU</b> conf. univ., dr.</p>	 <p><b>Maxim VACULENCO</b> conf. univ., dr.</p>	 <p><b>Oleg CIOBANU</b> conf. univ., dr</p>	 <p><b>Radu CIOBANU</b> conf. univ., dr</p>
 <p><b>Vasile ȘARBAN</b></p>	 <p><b>Sergiu CANDRAMAN</b> doctorand</p>	 <p><b>Valeriu ODAINĂI</b> doctorand</p>	 <p><b>Vitalie GLADĂȘ</b> doctorand</p>
 <p><b>Andrei MARGARINT</b> masterand</p>	 <p><b>Valentin ILCO</b> masterand</p>	 <p><b>Nicolae LEVINET</b> masterand</p>	 <p><b>Adrian GÎRȘCAN</b> doctorand</p>



# **Universitatea Tehnică a Moldovei**

**Ion BOSTAN, Viorel BOSTAN, Valeriu DULGHERU, Ion SOBOR, Nicolae SECRIERU,  
Maxim VACULENCO, Oleg CIOBANU, Radu CIOBANU, Vasile ȘARBAN,  
Valeriu ODAINĂI, Vitalie GLADĂȘ, Sergiu CANDRAMAN, Andrei MARGARINT,  
Valentin ILCO, Nicolae LEVINET, Adrian GÎRȘCAN**

## **Sistem autonom de irigare integrat cu instalații de conversie a energiilor regenerabile: eoliană, solară, hidraulică (cu modul de control și dirijare la distanță)**

**Bons Offices  
Chișinău, 2017**

CZU:

B

Prin structură și conținut lucrarea urmărește scopul de a îndruma managerii întreprinderilor agricole cum să dezvolte un sistem autonom de irigare prin aspersiune, microaspersiune sau picurare integrat cu instalații de conversie a energiilor regenerabile: eoliană, solară, hidrolică.

În baza a două exemple concrete autorii descriu succesivitatea etapelor de calcul și proiectare a sistemului autonom de irigare, argumentează selectarea eficientă a instalațiilor de conversie a energiilor regenerabile pentru întreprinderi agricole amplasate dispersat în zone cu potențial energetic regenerabil diferit.

Lucrarea conține, de asemenea, informații detaliate referitoare la controlul și dirijarea parametrizată la distanță a procesului de irigare bazat pe indicatori aleatorii. Lucrarea include calculul tehnico-economic al sistemului de irigare și informații despre instalațiile de conversie a energiilor regenerabile proiectate și fabricate la Universitatea Tehnică a Moldovei.

Proiectul se caracterizează prin două soluții tehnice inovative, prima - permite exploatarea sistemului de irigare în lipsa rețelelor electrice, fiind alimentat cu energie regenerabilă convertită și a doua – controlul parametrilor agrotehnici ai terenului agricol încontinuu sunt controlați de un bloc de senzori multifuncționali, iar procesul de irigare este dirijat de la distanță prin tehnologii de comunicare ultramoderne.

Acest proiect ca conținut, abordare și importanță economico-socială poate servi un exemplu instructiv-didactic pentru cadrele didactice și științifice de la Universitatea Tehnică a Moldovei cum să atingi un scop definit rezolvând obiective interdisciplinare concrete.

Acest gen de proiecte la joncțiunea domeniilor în plus denotă că știința aplicativă și transferul tehnologic preponderent aparțin de activitatea inginerilor, iar de iscusința lor de a le rezolva în echipă depinde nivelul dezvoltării economice a unei țări.

Lucrarea se adresează inginerilor proiectanți de sisteme complexe automatizate, studenților, masteranzilor și doctoranzilor din învățământul superior tehnic, tuturor celor interesați de activitatea inovațională și transferul tehnologic.

**Coordonator proiect:** Ion Bostan

**Redactor științific:** Viorel Bostan

**Paginare computerizată:** Valeriu Dulgheru

**Prelucrare imagini:** Maxim Vaculenco

**Stilizator:** Larisa Erșov

**Coperta:** Serghei Aladin

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții

**Bostan, Ion**

Sistem autonom de irigare integrat cu instalații de conversie a energiilor regenerabile: eoliană, hidrolică, solară (cu modul de control și dirijare la distanță)/ Bostan I., Bostan V., Dulgheru V. [et. al]. - Ch.: Editura Bons Offices, 2017. – 50 p.

ISBN

ISBN

© Autorii, 2017





## CUPRINS

<b>GENERALITĂȚI</b> .....	10
<b>1. SURSE REGENERABILE DE ENERGIE DISPONIBILE ÎN REPUBLICA MOLDOVA</b> .....	11
1.1. Potențialul energetic eolian și utilizarea lor.....	11
1.2. Potențialul energetic solar.....	12
1.3. Potențialul energetic hidrolic (cinetic) al râului Prut.....	13
1.4. Scheme tehnologice alternative a unui sistem autonom de irigare integrate cu instalații de conversie a energiilor regenerabile.....	15
1.4.1. Cu rezervor de apă suspendat pe ferma metalică.....	15
1.4.2. Cu rezervor de la sol căptușit cu polog din cauciuc.....	16
<b>2. ELABORAREA SISTEMELOR AUTONOME DE IRIGARE PRIN MICROASPERSIUNE ȘI PICURARE INTEGRATE CU INSTALAȚII DE CONVERSIE A ENERGIILOR REGENERABILE</b> .....	17
2.1 Sistemul autonom de irigare prin microaspersiune (SAIM) integrat cu instalație de conversie a energiei solare (PV) elaborat pentru întreprinderea agricolă TriDenal, Criuleni.....	17
2.1.1. Descrierea amplasării terenului.....	17
2.1.2. Date de intrare.....	17
2.1.3. Schema conceptuală a sistemului autonom de irigare prin aspersiune, dotat cu modul de control și comandă la distanță, integrat cu panouri fotovoltaice....	18
2.1.4. Calcule.....	18
2.2. Sistem autonom de irigare prin picurare (SAIP) elaborat pentru întreprinderea agricolă ”Fortina Labis”, s. Floreni, Ungheni, conform proiectului alimentat cu energie electrică eoliană și solară (conform prevederilor proiectului).....	18
2.2.1 Descrierea amplasării terenului.....	18
2.2.2. Date intrare.....	18
2.2.3. Calcule.....	19
2.2.4. Schema conceptuală a sistemului autonom de irigare prin picurare dotat cu modul de control și comandă la distanță, integrat cu panouri fotovoltaice.....	19
2.2.5. Analiza comparativă a eficienței instalațiilor de conversie a energiilor eoliană și solară în localitatea amplasării geografice a întreprinderii agricole “Fortina Labis”.....	20
2.2.5.1. Eficiența integrării sistemului autonom de irigare cu instalații de conversie a energiei eoliene (de pompare a apei).....	20
2.2.5.2. Concluzii și constatări.....	21



<b>3.</b>	<b>EFICIENȚA INTEGRĂRII SISTEMULUI AUTONOM DE IRIGARE CU INSTALAȚII DE CONVERSIE A ENERGIEI SOLARE</b> .....	21
3.1.	Calculul componentelor sistemului autonom de irigare prin picurare integrat cu panouri fotovoltaice .....	21
3.1.1.	Principii generale.....	21
3.2.	Informația disponibilă cu privire la radiația solară pe teritoriul Republicii Moldova .....	22
3.3.	Cantitatea de energie solară disponibilă corelată la sezonul de irigare.....	23
3.4.	Dimensionarea unui sistem PV pentru irigare .....	23
3.5.	Determinarea parametrilor tehnici ai câmpului de module PV.....	28
3.6.	Energia electrică produsă de panoul PV într-o zi .....	28
3.7.	Determinarea caracteristicilor tehnice ale subsistemului de pompare și acumulare a apei .....	28
3.8.	Înălțimea manometrică totală.....	28
3.9.	Debitul pompei solare .....	28
3.10.	Cantitatea de energie electrică necesară pentru pomparea apei.....	29
<b>4.</b>	<b>PROIECTAREA ȘI FABRICAREA INSTALAȚIEI FOTOVOLTAICE CU ORIENTARE LA SOARE PE AXA EVOLUȚIEI</b> .....	29
<b>5.</b>	<b>SUBSISTEMUL AUTOMATIZAT DE MONITORIZARE ȘI CONTROL A PROCESULUI DE IRIGARE</b> .....	29
5.1.	Primul nivel al sistemului de control a irigației .....	30
5.2.	Subsistemul de achiziție a datelor climatice de pe plantație .....	31
5.3.	Subsistem pentru controlul și monitorizarea instalațiilor de conversie a energiilor regenerabile .....	34
5.4.	Subsistem pentru controlul și monitorizarea funcționării pompelor de irigare .....	35
5.5.	Nivelul intermediar al sistemului de comandă a procesului de irigare .....	36
5.6.	Nivelul superior al subsistemului de control al procesului de irigare.....	38
5.7.	Planificarea și controlul procesului de irigare.....	39
5.8.	Planificare automată și control/reglare cu „buclă închisă” .....	39
5.9.	Planificarea semi-automată și controlul / reglarea cu „buclă deschisă” (varianta A)....	40
5.10.	Planificarea manuală și controlul/reglarea cu „buclă deschisă” (varianta B) .....	40
5.11.	Monitorizarea și rapoartele procesului de irigare a plantațiilor .....	41
5.12.	Recomandări și concluzii .....	41
<b>6.</b>	<b>ANALIZA ECONOMICĂ</b> .....	42
6.1.	Analiza tehnico-economică a unui sistem de irigare fotovoltaic (PV) dotat cu o instalație cu puterea de 11 kW destinat pentru irigarea unei livezi intensive de cireși cu suprafața 7 ha în comparație cu extinderea unei rețele electrice .....	42
6.1.1.	Costul specific în cazul utilizării instalației PV .....	42



6.1.2.	Costul specific în cazul extinderii rețelei electrice pe distanțe $L=0,5; 1,0;$ 2,0 și 3 km .....	42
6.2.	Analiza tehnico-economică.....	42
<b>7.</b>	<b>INSTALAȚII DE CONVERSIE A ENERGIILOR REGENERABILE ELABORATE LA UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI RECOMANDATE PENTRU ALIMENTAREA SISTEMELOR AUTONOME DE IRIGARE CU ENERGIE ELECTRICĂ.....</b>	<b>46</b>
7.1.	Turbine eoliene .....	46
7.2.	Microhidrocentrale de flux.....	46
7.3.	Instalații fotovoltaice.....	47
<b>8.</b>	<b>INSTALAȚII DE CONVERSIE A ENERGIILOR REGENERABILE PROTEJATE CU BREVETE DE INVENȚIE.....</b>	<b>59</b>
<b>9.</b>	<b>APRECIERI LA SALOANE DE INVENȚII.....</b>	<b>63</b>
<b>10.</b>	<b>PUBLICAȚII ȘTIINȚIFICE ÎN DOMENIU .....</b>	<b>71</b>



## GENERALITĂȚI

### Premise și soluții

Problema securității alimentare la nivel mondial este amplificată de creșterea rapidă a populației și, în consecință, a cererii majorate de alimente. Drept urmare, pe piața mondială cresc prețurile la produsele alimentare. Schimbările climatice se manifestă prin amplificarea severității și variabilității climei. Acest fenomen nu are un caracter regional, ci unul global (figura 1).

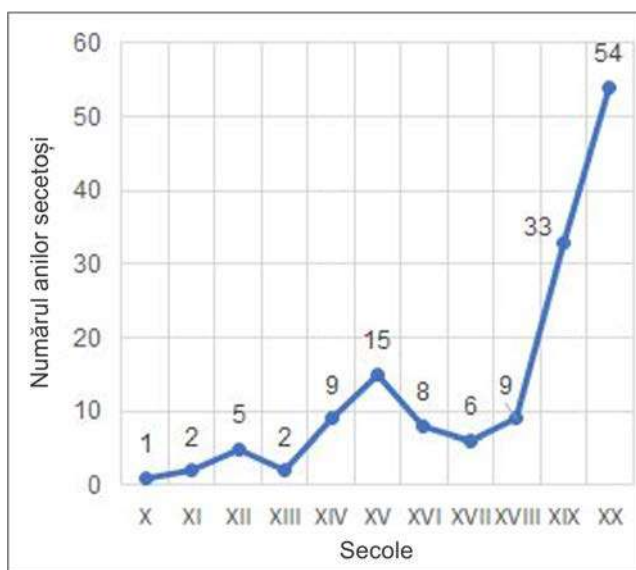


Figura 1. Numărul anilor secetoși pe parcursul mileniului II

Este evident că dezvoltarea durabilă a agriculturii în Republica Moldova este indispensabilă de irigare și fertilizarea terenurilor agricole. Numai o combinație optimă a resurselor de apă și energie pentru irigare, a îngrășămintelor minerale și organice cu bonitatea solurilor moldovenești va garanta o creștere continuă a producției agricole, securitatea alimentară, va asigura industria prelucrătoare cu materie primă. Aceasta va contribui de asemenea la reducerea degradării solurilor și dependenței producției agricole de condițiile climatice.

În condițiile climatice ale Republicii Moldova, necesitatea optimă de apă în perioada de vegetație activă constituie o cantitate cuprinsă între 300 și 700 mm pentru majoritatea culturilor agricole. Conform datelor observărilor meteorologice de lungă durată pentru aceeași perioadă, suma medie a precipitațiilor atmosferice

constituie 235 mm în regiunea de sud și 330 mm – în regiunea de nord. Umezeala naturală este insuficientă pentru a obține producția preconizată, îndeosebi a legumelor, chiar și în anii cu caracteristici climatologice medii. Teritoriile Republicii Moldova, României și Ucrainei sunt adesea supuse unor perioade îndelungate de secetă. Unicul mijloc sigur de protecție a plantelor agricole este **irigarea**.

Acest lucru a fost realizat în perioada sovietică, astfel că suprafețele irigate au ajuns la 291 000 ha în anul 1990. În perioada 1990-2012, suprafețele irigate s-au redus drastic (figura 2).

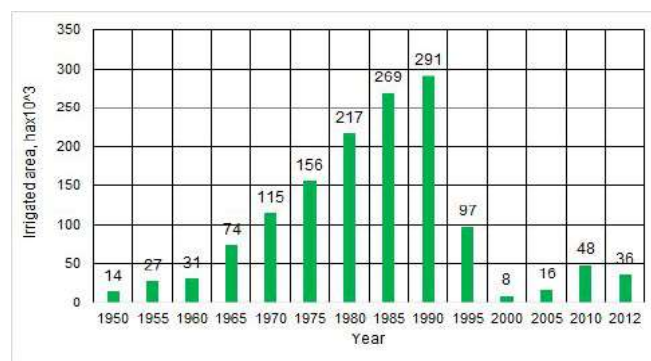


Figura 2. Dinamica suprafețelor irigate în perioada 1950-2012

După anul 1991, în sectorul agrar s-au produs reforme esențiale, caracterizate, în primul rând, prin restructurarea unităților agricole mari, descentralizarea producției agricole, privatizarea terenurilor agricole, formarea noilor relații economice, bazate pe legile economiei de piață. Majorarea prețului la energie electrică și combustibil a provocat creșterea respectivă a prețului unui metru cub de apă pompat, ceea ce a condus la micșorarea drastică a cererii de apă pentru irigare din partea noilor producători agricoli. Ponderea costului energiei electrice adesea depășea 50% din cheltuielile totale pentru irigare. După anul 1994 s-a constatat o scădere de circa 16 ori a suprafețelor irigate și o sporire bruscă a ponderii costului energiei în costul total. Pentru redresarea situației create, în Republica Moldova a fost elaborată strategia de dezvoltare a agriculturii, care prevede o serie de priorități și măsuri pentru realizarea obiectivului propus și pentru analiza sectorului agroalimentar.



**Prima prioritate** constă în *sporirea competitivă a sectorului agroalimentar din Republica Moldova prin restructurare și modernizare*. În ultimii ani, competitivitatea agriculturii se situează la un nivel scăzut, în funcție de anumiți factori. Luând în considerare această viziune strategică a sectorului, este clar că Republica Moldova trebuie să stimuleze competitivitatea agriculturii prin concentrarea pe produse agricole cu valoare adăugată ridicată. În acest sens, strategia pune un accent deosebit pe modernizarea sectorului, îmbunătățirea nivelului de educație și a sistemelor asociate, precum și facilitarea accesului la piețe. Prin urmare, trebuie aplicate o serie de măsuri, printre care va fi creșterea calității educației, a cercetării științifice și a serviciilor de extensie în sectorul agroalimentar, inclusiv facilitarea sistemelor informatice: să fie sprijinită restructurarea și modernizarea bazei de învățământ; baza de cercetare agricolă ar trebui să fie modernizată și restructurată, pentru a consolida legătura cu sectorul privat; serviciile de extensie ar trebui să fie modernizate și legate de cercetarea și educația agricolă.

**A doua prioritate** este *gestionarea durabilă a resurselor naturale*, adaptarea la schimbările climatice la nivel național și consolidarea capacităților, îmbunătățirea accesului agricultorilor la noile soiuri, tehnologii și informații prin formarea agricultorilor, ameliorarea difuzării prognozelor meteorologice pentru producători, în special pentru evenimente extreme. Îmbunătățirea capacităților instituționale ar trebui să se axeze pe identificarea soiurilor rezistente la temperaturi înalte și la secetă, precum și pe instruirea producătorilor agricoli privind utilizarea mai eficientă a apei, folosind tehnologii avansate în sistemele de irigare și informațiile noi cu privire la prognoza meteo.

Așadar, luând în considerare prevederile strategiei de dezvoltare a agriculturii în Republica Moldova, utilizarea sistemelor de conversie a energiilor regenerabile și elaborarea instrumentelor de automatizare în sectorul

agroalimentar sunt activități menite să faciliteze aceste prevederi.

În ultimii ani se observă o anumită creștere a suprafețelor irigate. Programul Național privind irigarea mică de circa 36 000 ha de teren agricol poate fi realizat fără folosirea combustibilului fosil. În acest scop se recomandă:

- folosirea energiei electrice fotovoltaice, eoliene și hidrolice pentru pomparea apei din cele peste 3000 de lacuri naturale existente și din cele artificiale, construite prin tehnologii moderne;
- utilizarea directă a energiei cinetice a apei râurilor Nistru, Prut și Răut pentru pomparea apei în scop de irigare.

## **1. SURSE REGENERABILE DE ENERGIE DISPONIBILE ÎN REPUBLICA MOLDOVA**

### **1.1. Potențialul energetic eolian și utilizarea lor**

Republica Moldova se află în faza incipientă a valorificării energiei vântului, dar în viitorii ani vom fi martorii unei implementări rapide a tehnologiei atât pentru producerea energiei electrice pe o scară largă, cât și pentru pomparea apei în scopul irigației, încălzirii spațiilor, alimentării cu energie electrică a consumatorilor izolați. Corpul ingineresc, agenții economici și factorii de decizie din Republica Moldova trebuie să conștientizeze următoarele adevăruri:

- Republica Moldova posedă un „combustibil regenerabil” – vântul, din care poate fi produsă energie electrică la o scară largă;
- electricitatea microhidro și cea fotovoltaică pot fi produse la puteri mici (zeci și sute de kW) și va avea impact doar la nivel local.

În baza rezultatelor obținute la cele 17 stații meteorologice existente, au fost formulate concluzii importante pentru analiza ulterioară:

1. Cele mai mari viteze medii anuale ale vântului sunt la Ceadâr-Lunga, Cahul și Bălți. Aici, anemometrele sunt amplasate în zonele deschise ale fostelor aeroporturi.

2. Pentru zona de sud se recomandă ca stații meteorologice reprezentative Ceadâr-Lunga și Cahul, pentru zona de nord – Bălți și Soroca, pentru zona de est – stația Tiraspol.



3. În partea de sud a Republicii Moldova există zone în care vitezele medii anuale ale vântului la înălțimi de 10 m depășesc 4,5–5 m/s, considerate – la nivelul actual de dezvoltare a tehnologiei – drept zone de perspectivă pentru dezvoltarea energiei eoliene (tabelul 1, figura 1.1).

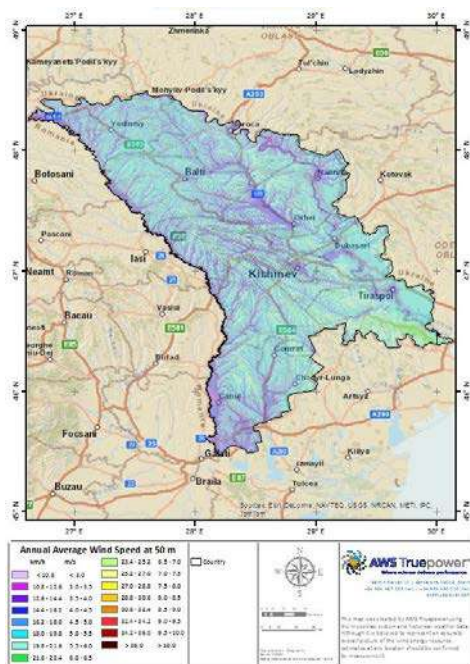


Figura 1.1. Harta estimativă a potențialului energetic eolian al Republicii Moldova

5. Statistica climatologiei vântului indică doar zonele cu un potențial eolian mai pronunțat.

## 1.2. Potențialul energetic solar

Cantitatea de energie solară recepționată de suprafața Pământului depinde de o serie de factori, în primul rând, de durata strălucirii Soarelui și de înălțimea Soarelui deasupra orizontului. În Republica Moldova, durata posibilă (teoretică) de strălucire a Soarelui este de 4445–4452 h/an. Durata reală constituie 47–52% sau 2100–2300 h din cea posibilă. Variația cu circa 5% se datorează diferenței de latitudine între zona de nord și cea de sud, care este de circa 2,50. O parte considerabilă a orelor de strălucire a Soarelui revine lunilor aprilie – septembrie și constituie 1500–1650 h. Radiația globală (suma radiației directe și celei difuze) pe o suprafață orizontală, în condiții de nebulozitate medie, constituie 1280 kWh/m<sup>2</sup>/an în zona de nord și 1370 kWh/m<sup>2</sup>/an în zona de sud (figura 1.2). Peste 75% din această radiație revine lunilor aprilie – septembrie. Radiația globală în zona de nord este cu 3,5% mai mică decât în zona centrală, iar în zona de sud – cu 2,6% mai mare.

Tabelul 1.1.

Vitezele medii ale vântului la stațiile meteorologice

Nr.	Nume	Lat.	Lon.	Elev	Din	Până	VMV
1	Briceni	48,35213	27,10206	261	01/1990	12/2011	2,19
2	Bravicea	47,37218	28,43831	78	01/1990	12/2011	1,4
3	Bălțața	47,05538	29,03615	79	01/1990	12/2011	2,45
4	Bălți	47,77462	27,95065	102	01/1990	12/2011	2,7
5	Cornești	47,36717	27,99398	232	01/1990	12/2011	2,51
6	Cahul	45,89924	28,21345	196	01/1990	12/2011	3,71
7	Comrat	46,30286	28,62947	133	01/1990	12/2011	2,52
8	Ceadâr-Lunga	46,03558	28,85220	180	01/1990	12/2011	3,98
9	Camenca	48,04352	28,69812	154	01/1990	12/2011	2,55
10	Chișinău	46,97169	28,84828	173	01/1990	12/2011	2,28
11	Dubăsari	47,28971	29,12363	40	01/1990	12/2011	1,94
12	Fălești	47,58341	27,70487	162	01/1990	12/2011	2,11
13	Leova	46,48842	28,28340	156	01/1990	12/2011	2,55
14	Râbnîța	47,77253	29,01650	119	01/1990	12/2011	2,02
15	Soroca	48,19849	28,31189	173	01/1990	12/2011	2,83
16	Ștefan-Vodă	46,52788	29,65116	173	01/1990	12/2011	2,37
17	Tiraspol	46,83431	29,61699	40	01/1990	12/2011	2,84
18	Codrii	47,1117	28,36667	157	01/1990	12/2011	1,28

4. Direcțiile prioritare ale vântului pe teritoriul Republicii Moldova sunt: Nord – Vest și Sud – Est.

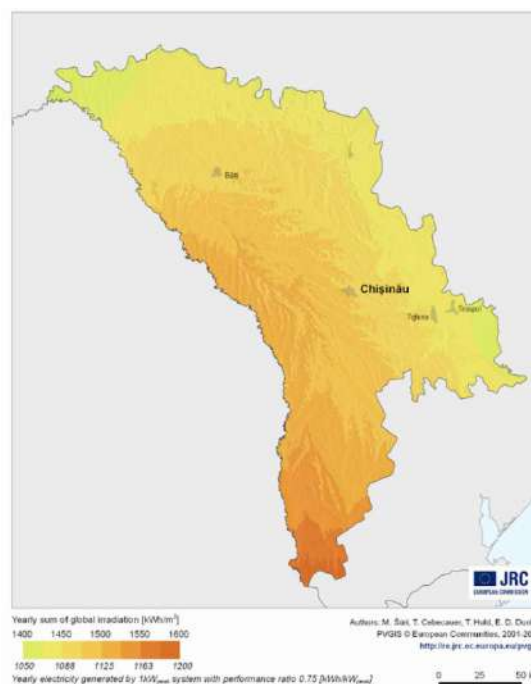


Figura 1.2. Harta potențialului energetic solar al Republicii Moldova

Valorile iradiției prezintă rezultatele procesării măsurărilor sistematice efectuate de Serviciul de Stat Hidrometeo în perioada 1954–



1980, în condiții de cer senin și nebulozitate medie, la orele 6<sup>30</sup>, 9<sup>30</sup>, 12<sup>30</sup>, 15<sup>30</sup> și 18<sup>30</sup>. Cu aceste date poate fi determinată iradierea (expunerea) pe o durată concretă în kWh/m<sup>2</sup> sau MJ/m<sup>2</sup>, luând integrala de la iradiație pe respectivul interval de timp.

### 1.3. Potențialul energetic hidroelectric (cinetic) al râului Prut

Prutul, primul afluent al Dunării, începe pe coastele nord-estice ale munților Carpați, la o înălțime de 1580 m, și curge prin platoul geografic al Republicii Moldova. Lungimea totală a râului este de 950 km, cu un bazin de recepție de 28400 km<sup>2</sup> și un debit de 86 m<sup>3</sup>/s. Pe distanța de 900 km de la gură, râul reprezintă o frontieră naturală între Republica Moldova, România și Ucraina. Secțiunea râului Prut de la izvor și până la gura din munți are un debit înalt. Regiunea cu debit mediu se extinde până la orașul Ungheni și are o lungime de 380 km. Porțiunea descendentă din orașul Ungheni până la gurile râului are o lungime de 396 km.

Cea mai mare parte a precipitațiilor revine sezonului de primăvară–vară. Precipitațiile atmosferice sunt sursa principală de apă din regiunea râului Prut. Nivelul apei în râu crește, în special, în perioada verii. Nivelul său este mărit cu 50% în perioada vară–toamnă, din precipitațiile anuale ca urmare a ploilor. Oscilația nivelului apei din râul Prut depinde de fluctuațiile precipitațiilor atmosferice pe întreaga durată a anului. Nivelul maxim al zăpezii și al revărsărilor de după ploi a fost înregistrat în regiunea s. Brănești (7,8 m) și a or. Leova (3,9–4,2 m). Conform datelor *Hidrometeo*, cea mai mare înălțime topologică a râului este de 55 m (în regiunea com. Criva). Potențialul hidroenergetic cinetic poate fi explorat pe porțiunea Prutului de la com. Criva până la com. Giurgiulești din sudul republicii (*figura 1.3*).

Sectoarele pe râul Prut cu viteze de curgere a apei de peste 1 m/s sunt următoarele: sectorul Criva – Costești; sectorul Costești – Ungheni; sectorul Ungheni – Leova; sectorul Leova – Giurgiulești.

Harta potențialului energetic al râului Prut.



Figura 1.3. Harta potențialului energetic cinetic al râului Prut

#### Concluzii și recomandări

Utilizarea surselor regenerabile de energie (SRE) permite irigarea terenurilor agricole, încălzirea și alimentarea cu apă a serelor, alimentarea posturilor antigrindină etc.

Problema securității alimentare la nivel mondial este amplificată de creșterea rapidă a populației și, în consecință, a cererii majorate de alimente. Drept urmare, pe piața mondială cresc prețurile la produsele alimentare. Totodată, au loc diferite schimbări climatice severe. Acest fenomen are un caracter global. În aceste condiții, dezvoltarea durabilă a agriculturii în Republica Moldova este indispensabilă de irigarea și fertilizarea terenurilor agricole. Numai o combinație optimă a resurselor de apă și energie pentru irigare, a îngrășămintelor minerale și organice cu bonitatea solurilor moldovenești va garanta o creștere continuă a producției agricole, securitatea alimentară a țării, va asigura industria prelucrătoare cu materie primă. Aceasta va contribui de asemenea la reducerea degradării solurilor și dependenței producției agricole de condițiile climatice.



În condițiile climaterice ale Moldovei, necesitatea optimă de apă în perioada de vegetație activă constituie – pentru majoritatea culturilor agricole – o cantitate în limitele 300-700 mm. Conform datelor statistice, suma medie a precipitațiilor atmosferice constituie 235 mm în regiunea de sud și 330 mm în regiunea de nord. Umezeala naturală este insuficientă pentru a obține producția preconizată, îndeosebi a legumelor, chiar și în anii cu caracteristici climatologice medii. Teritoriile Republicii Moldova, României și Ucrainei sunt adesea supuse unor perioade îndelungate de secetă. Unicul mijloc sigur de protecție a plantelor agricole este irigarea.

Programul Național privind irigarea mică de circa 36 000 ha de teren agricol poate fi realizat fără folosirea combustibilului fosil, inclusiv prin:

- utilizarea energiei electrice solare și eoliene pentru pomparea apei din cele peste 3000 lacuri naturale existente și din cele artificiale, construite prin tehnologii moderne;

- folosirea energiei cinetice a apei râurilor Nistru și Prut.

După anul 1991, în sectorul agrar s-au produs reforme esențiale: restructurarea unităților agricole mari, descentralizarea producției agricole, privatizarea terenurilor agricole, formarea relațiilor economice ale economiei de piață. Creșterea prețului la energie electrică și combustibil au provocat majorarea unui metru cub de apă pompat, ceea ce a condus la micșorarea drastică a cererii de apă pentru irigare din partea noilor producători agricoli. Ponderea costului energiei electrice adesea depășește 50% din cheltuielile totale pentru irigare. După 1994, se constată o scădere de circa 16 ori a suprafețelor irigate și o sporire bruscă a ponderii costului energiei în costul total.

Irigarea mică este realizată pe terenuri cu suprafețe de la 1 ha până la 100 ha. Ca surse de apă vor fi folosite apele râurilor Nistru, Prut, Răut etc. Irigarea mică se realizează cu echipamente mobile, acționate inclusiv manual, cu randament înalt, consum redus de apă și energie. Vor fi abordate preferențial metodele progresive de irigare: prin picurare, aspersiune și

microaspersiune, prin utilizarea surselor regenerabile de energie pentru pompare.

Cele mai indicate surse de energie regenerabilă utilizabile pentru acționarea sistemelor de irigare sunt:

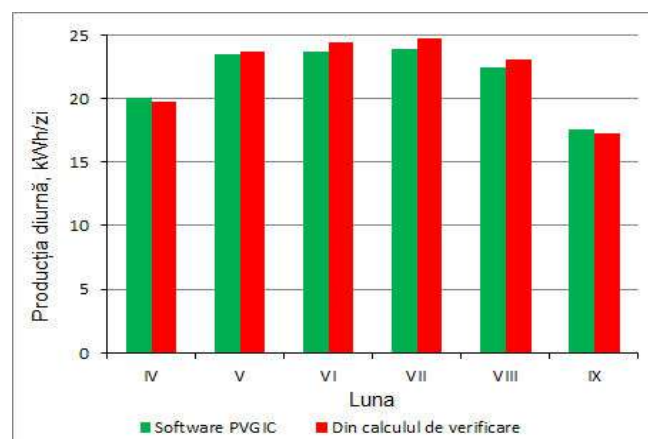
- instalațiile fotovoltaice;
- turbinele eoliene;
- microhidrocentrale de flux.

În condițiile Republicii Moldova, care posedă un potențial solar bun, pentru alimentarea sistemelor de irigare cu energie electrică cele mai indicate sunt instalațiile fotovoltaice. Cea mai mare cantitate de energie diurnă și lunară este produsă în lunile aprilie – septembrie, care coincid în mare cu lunile de irigare (tabelul 1.2, figura 1.4).

**Tabelul 1.2.**

*Cantitatea de energie produsă pe luni*

Luna	$E_d$ , kWh	$E_b$ , kWh	$E_{dmed}$ , kWh	$E_{lmed}$ , kWh
I	5.6	174	15.7	478 anual
II	9.5	266		
III	16.7	519		
IV	20.1	604		
V	23.5	729		
VI	23.7	711		
VII	23.9	740		
VIII	22.4	694		
IX	17.6	527		
X	13.3	413		
XI	7.3	218		
XII	4.7	146		



**Figura 1.4.** Variația diurnă a electricității produse de instalații fotovoltaice

În zone cu potențial eolian pot fi utilizate turbine eoliene pentru alimentarea cu energie electrică a sistemelor de irigare. Trebuie însă de menționat că în lunile de irigare aprilie – august, turbinele eoliene produc o cantitate minimă de





energie electrică, comparativ cu celelalte luni (figura 1.5).

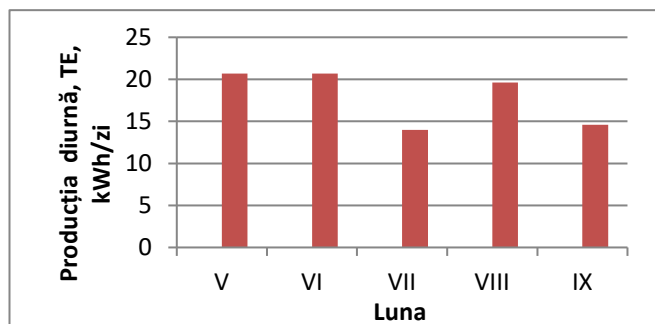


Figura 1.5. Producția zilnică de electricitate a turbinei eoliene cu considerarea pierderilor

Pentru terenurile riverane râurilor, deosebit de oportune pentru alimentarea cu energie electrică a sistemelor de irigare sunt microhidrocentralele de flux (MHCF), care produc energie electrică 24 din 24 de ore. În acest sens prezintă un interes deosebit microhidrocentralele cu puterea (3–7,5) kW integrate în sistemele de irigare, care pot fi utilizate pentru irigarea terenurilor agricole adiacente râului Prut, Nistru și Răut. Costurile componentelor MHCF au fost determinate în baza experienței acumulate de autori în procesul fabricării acestora la întreprinderile locale și a informației disponibile pe piața internă și cea externă. Costul 1 m<sup>3</sup> de apă pompat la înălțimea de 10 m este de  $C = 0,17$  lei. Investițiile în construcția unei MHCF sunt de circa 3 ori mai mari decât costul unui grup electrogen de aceeași putere, dar costul energiei electrice produse de MHCF, pe durata de calcul egală cu 20 de ani, este de circa 12 ori mai mic decât în cazul grupului electrogen (figura 1.6).

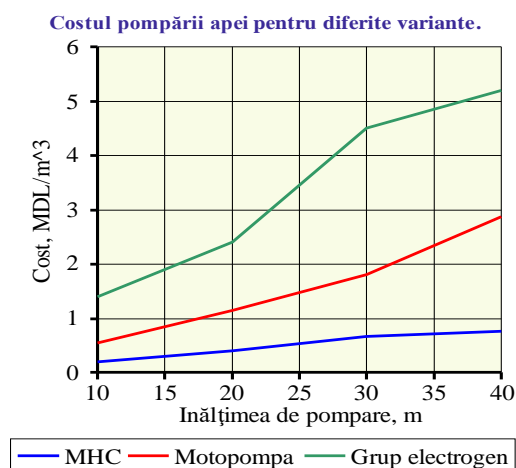


Figura 1.6. Analiza comparativă a costurilor pomparei pentru diferite variante

## 1.4. Scheme tehnologice alternative a unui sistem autonom de irigare integrat cu instalații de conversie a energiilor regenerabile

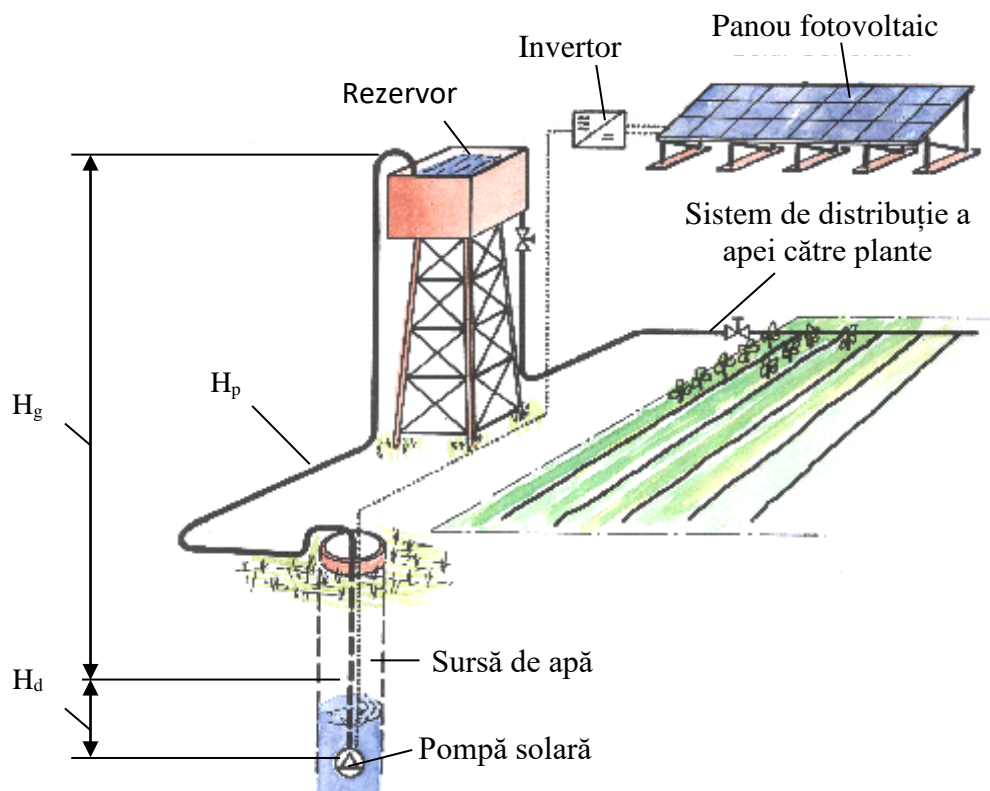
### 1.4.1. Cu rezervor de apă suspendat pe ferma metalică

Utilizarea instalațiilor de conversie a energiilor regenerabile pentru alimentarea cu energie electrică a sistemelor autonome de irigare, este supusă unor constrângeri indiscutabile [1], cea mai importantă din care se formulează astfel: întotdeauna trebuie respectat echilibrul dintre energia produsă, spre exemplu de generatorul fotovoltaic (PV) (eolian, hidrolic etc.) și energia consumată de utilizator. Din cauza că producerea energiei are caracter aleatoriu (prezența norilor) și se efectuează numai ziua, nu este posibil de proiectat un sistem PV echilibrând puterile generatorului și consumatorului, așa cum se procedează în cazul utilizării grupului electrogen. Echilibrul, care condiționează o bună funcționare a unui sistem PV, trebuie să fie realizat între energia produsă și consumată pe o durată dată de timp, de obicei, într-o zi.

Prezența bateriilor de acumulare sau a rezervoarelor de apă în sistemele de pompare, permite compensarea deficitului între energia produsă și energia consumată, deficit care poate apărea din cauza timpului noros sau supraconsumului de energie. În deosebi, utilizarea rezervorului de apă este binevenită în cazul puterii mici a pompei și a debitului sursei de apă. Volumul necesar de apă se va pompa anterior și se va acumula în rezervor. Aceasta va conduce la creșterea duratei de funcționare a pompei, puterea modulului PV va scădea și se vor micșora costurile. Din aceste considerente schema tehnologică prezentată în figura 1.7. a devenit una din cele mai răspândite în sistemele de irigare PV.

**Dezavantajele** schemei tehnologice prezentate în figura 1.7.

1. Consum sporit de metal pentru fabricarea rezervorului de apă și fermei de suspendare;
2. Rezervorul de apă suspendat limitează volumul de apă rezervat și, implicit suprafața terenului irigat;
3. Sinecostul mare la unitate de producție.



**Figura 1.7.** Schema tehnologică a sistemului autonom de irigare cu rezervor de apă suspendat pe ferma metalică.

**Concluzie:** Schema tehnologică semiautomată poate fi utilizată cu succes pentru mica irigare.

Pentru proiectarea unui sistem PV de pompare și dimensionarea componentelor acestuia este necesar să dispunem de informații cu privire la:

- Cantitatea de energie solară disponibilă în localitatea dată;
- Înălțimea manometrică totală (Î.M.T.) de la sursa de apă până la rezervor sau până la terenul irigat;
- Debitul pompei solare;
- Cantitatea de energie electrică necesară pentru pomparea apei.

Cu această informație se efectuează calculele parametrilor tehnici respectivi ai sistemului de pompare raportați, de obicei, la o zi solară. O precizie mai mare poate fi obținută, dacă calculele se efectuează pentru fiecare oră, apoi pentru o zi și o lună. În acest caz este necesar să dispunem de informația respectivă, care adesea lipsește și cere un volum mare de calcule. În prezenta lucrare calculele se vor efectua pe durata unei zile și respectiv o lună.

#### 1.4.2. Cu rezervor de la sol căptușit cu polog din cauciuc

Construcția acestor rezervoare a fost posibilă datorită apariției tehnologiilor moderne de fabricare pologelor imense de cauciuc pentru stoparea infiltrării în sol a apei acumulate în rezervor. Spre deosebire de rezervoarele suspendate, aceste rezervoare pot asigura acumularea a mii tone de apă, și respectiv pot fi utilizate în sisteme de irigare a suprafețelor imense.

În figura 1.8. este prezentată schema tehnologică a sistemului autonom de irigare cu rezervor de apă la sol alimentat cu energie electrică convertită cu panouri fotovoltaice PV și dotat cu modul de control și dirijare la distanță a procesului de irigare.

##### **Avantaje:**

1. Deservirea procesului de irigare automatizată și la distanță;
2. Control senzorial al parametrilor agrotehnici;
3. Economie de apă;
4. Diminuarea personalului operațional.

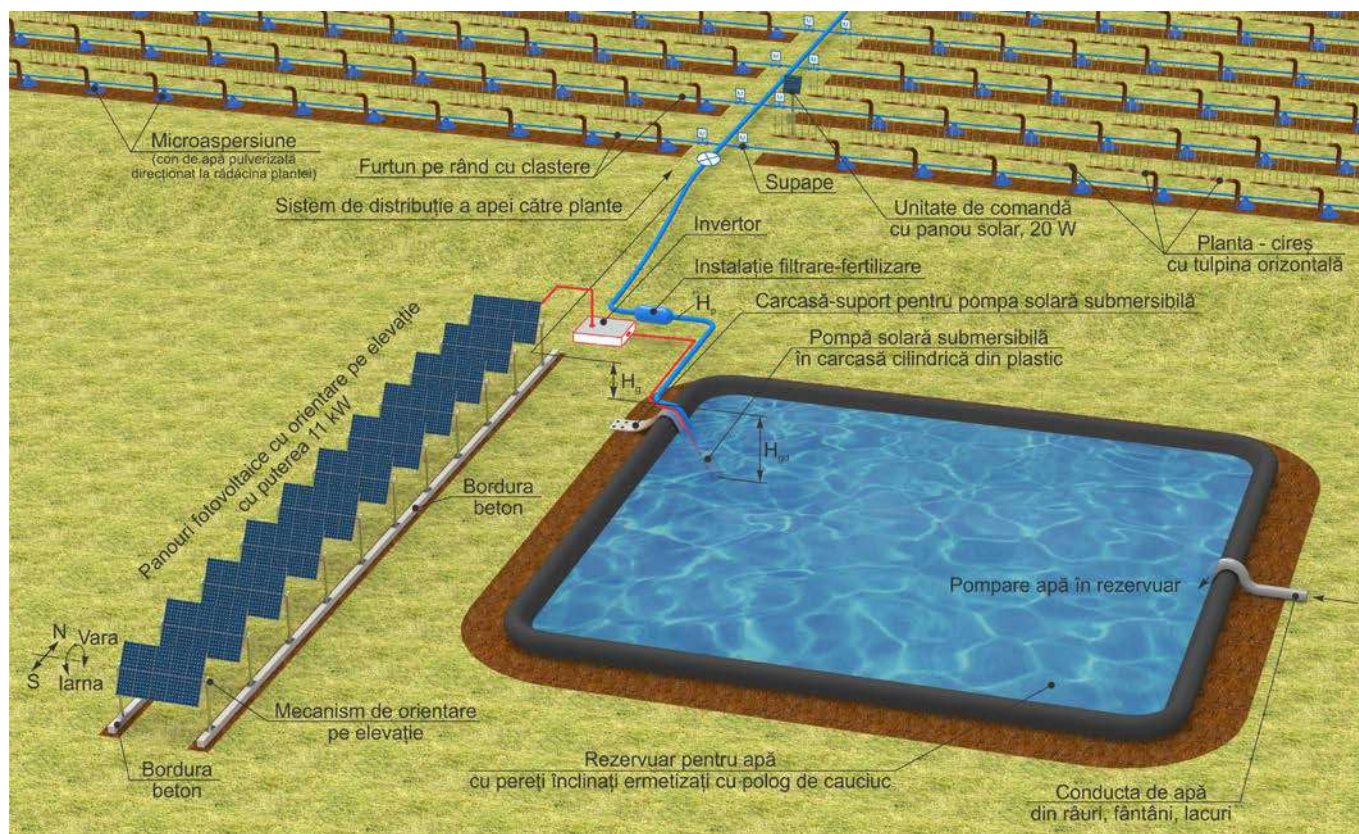


Figura 1.8. Schema tehnologică a sistemului autonom de irigare cu rezervor de apă la sol.

## 2. ELABORAREA SISTEMELOR AUTONOME DE IRIGARE PRIN MICROASPERSIUNE ȘI PICURARE, INTEGRATE CU INSTALAȚII DE CONVERSIE A ENERGIILOR REGENERABILE

Conform obiectivelor Proiectului de cercetare, au fost elaborate două sisteme de irigare.

### 2.1. Sistemul autonom de irigare prin microaspersiune integrat cu instalație de conversie a energiei solare (PV), elaborat pentru Întreprinderea agricolă TriDenal, Criuleni

#### 2.1.1. Descrierea amplasării terenului

- Terenul este amplasat în comuna Criuleni, se află la 10 km depărtare de râul Nistru, cu coordonatele: lat. 47° 12' 04,00" N, long. 29° 07' 36,33" E.
- Terenul nu are înclinații vădare, cotele pe înălțime 4 colțuri: 97, 99, 105 și 103 m.
- În preajma livezii care urmează a fi irigată este construit un rezervor pentru depozitarea a 9000 m<sup>3</sup> de apă fiind pompată din r. Nistru.

- În apropierea rezervorului pentru apă se construiește o clădire din panouri cu încăperi pentru amplasarea sistemului de pompare a apei, a fertilizatoarelor și echipamentelor auxiliare.
- Terenul este plantat cu cireș.

#### 2.1.2. Date de intrare

- Suprafața irigată –  $S=7,0$  ha, (figura 2.1).
- Tehnologia de irigare – microsprinkler. Tip microsprinkler – SuperNet UD. Presiunea și debitul unui sprinkler:  $P_{SPmax}=4,0$  Bar și  $Q_{SPmax}=0,058$  m<sup>3</sup>/h,  $P_{SPmin}=1,5$  Bar și  $Q_{SPmin}=0,03$  m<sup>3</sup>/h.
- Perioada de irigare: aprilie – septembrie sau  $T=183$  zile.



Figura 2.1. Sectoarele cu livadă de cireși



### 2.1.3. Schema conceptuală a sistemului autonom de irigare prin aspersiune, dotat cu modul de control și comandă la distanță, integrat cu panouri fotovoltaice

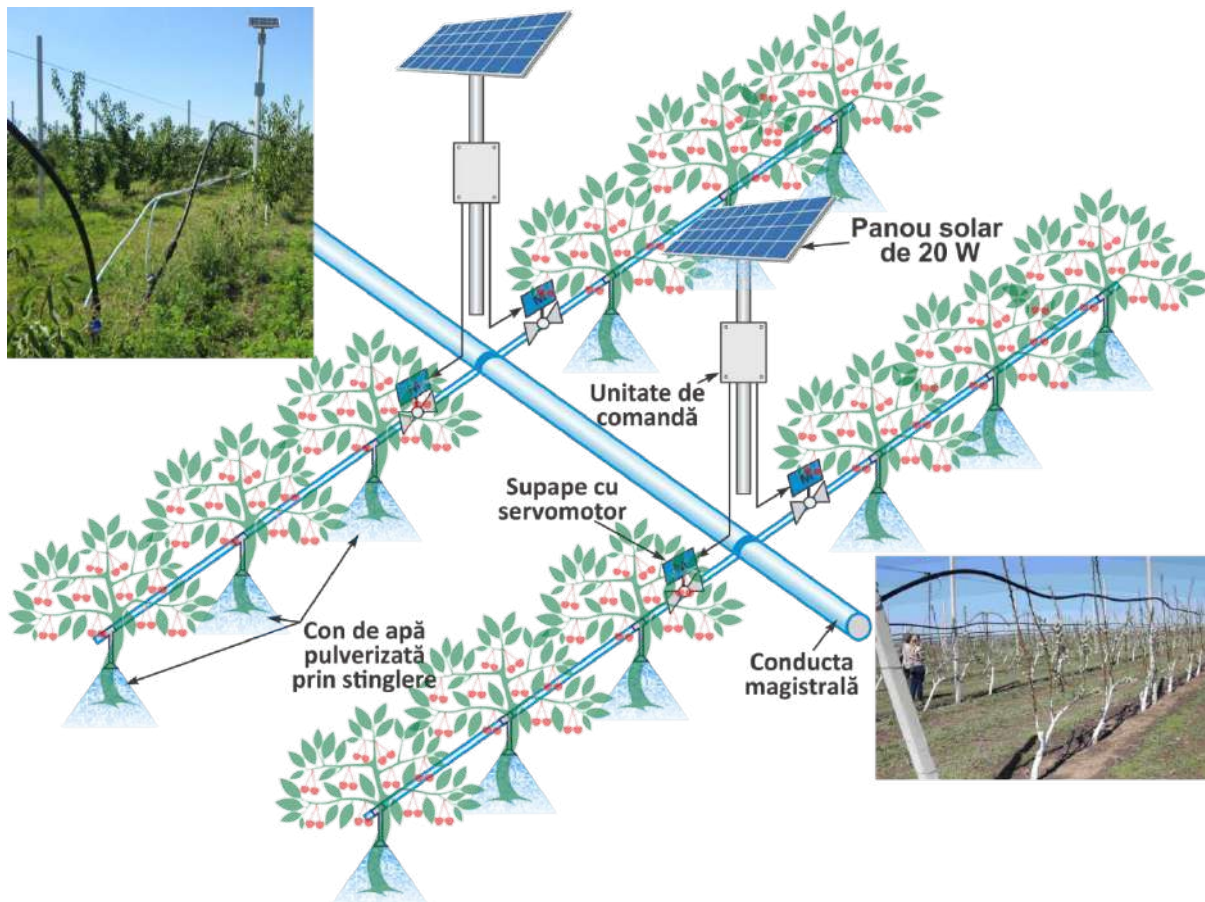


Figura 2.2. Schema conceptuală a sistemului autonom de irigare prin aspersiune, integrat cu panouri fotovoltaice

#### 2.1.4. Calcule

Numărul de ore de funcționare a pompei, în ipoteza că numărul/ore/funcționare pe zi este egal cu  $N_{zi}=7$  h,  $N_h=N_{zi}$ ,  $T=7 \times 183=1281$  h;

- Norma de irigare,  $N_I=5000$  m<sup>3</sup>/ha;
- Norma de udare,  $N_U=300$  m<sup>3</sup>/ha;
- Numărul de udări pe sezon,  
 $NR_{UD} = N_I / N_U = 5000/300= 16,7$ ,  
acceptăm  $N_U=16$ ;
- Lungimea rândului într-un sector,  
 $A=170$  m;
- Lățimea unui sector,  $B=99$  m;
- Lățimea unui rând,  $L_R=4,5$  m;

Volumul necesar de apă,

$$V_{nec.}=S \times N_I = 7 \times 5000 = 35\ 000 \text{ m}^3.$$

**2.2 Sistem autonom de irigare prin picurare (SAIP) elaborat pentru întreprinderea agricolă "Fortina Labis", s. Floreni, r. Ungheni, conform proiectului alimentat cu energie electrică eoliană și solară (conform prevederilor proiectului)**

#### 2.2.1. Descrierea amplasării terenului

- Terenul este amplasat în comuna Floreni, Ungheni cu coordonatele: lat. 47° 20' 54,36" N, long. 27° 40' 07,17" E.
- Terenul nu are înclinații vădare, cotele pe înălțime 4 colțuri: 122, 125, 132 și 130 m.
- În preajma livezii care urmează a fi irigată este construit un rezervor pentru depozitarea a 8000 m<sup>3</sup> de apă fiind pompată din r. Prut.

#### 2.2.2. Date de intrare

1. Suprafața irigată –  $S=8,6$  ha sau 3 sectoare cu suprafețele  $S_1=3,0$  ha,  $S_2=2,9$  ha,  $S_3=2,7$  ha, livadă de pruni (figura 2.3).
2. Tehnologia de irigare – prin picurare.
3. Debitul unei picurători,  $Q_{Pic} = 1,6$  l/h.
4. Perioada de irigare: mai – septembrie. Total zile disponibile  $T=153$ .
5. Norma de udare,  $N_{UD} = 180$  m<sup>3</sup>/ha .
6. Distanța între picurătoare,  $L_P = 0,6$  m.
7. Lungimea rândului,  $A= 300$  m.



8. Presiunea la intrare (filtru):  $P=4,5$  Bar sau  $H=44$  m coloană apă.



Figura 2.3. Sectoarele cu livadă de pruni

### 2.2.3. Calcule

### 2.2.4. Schema conceptuală a sistemului autonom de irigare prin picurare dotat cu modul de control și comandă la distanță, integrat cu panouri fotovoltaice

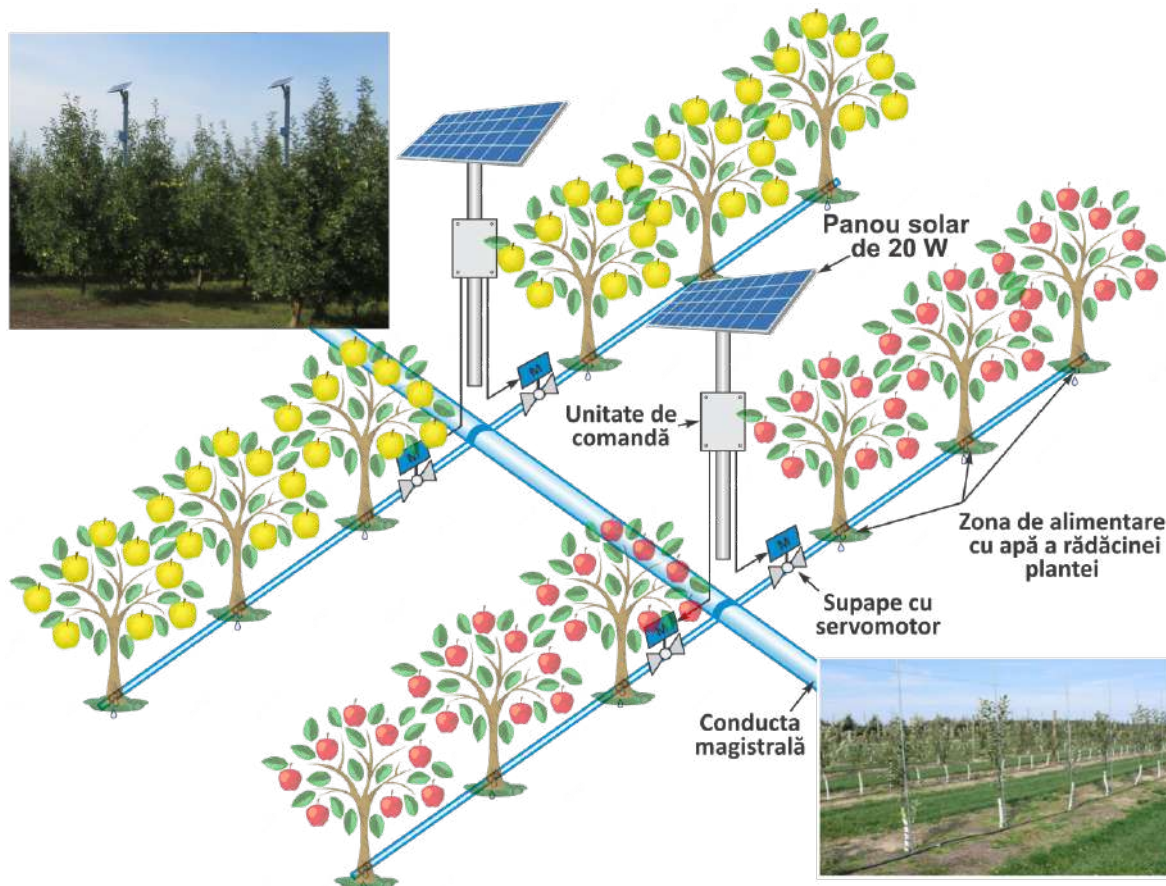


Figura 2.4. Schema conceptuală a sistemului autonom de irigare prin picurare, integrat cu panouri fotovoltaice

1. Numărul picurătoarelor per rând,  
 $N_{Pic.rind}=A/L_P=300/0,6=500$ .
2. Numărul picurătoarelor per sector:  
 $N_{P.sec}=N_{rind} \times N_{Pic.rind} = 20 \times 500 = 10\ 000$  pic.
3. Volumul necesar de apă,  $V_{nec} = S \times N_{RU} \times N_{UD} = 8,6 \times 6 \times 180 = 9300$  m<sup>3</sup>/sezon.
4. Tip pompă: PS7k2 CS - F20-5, debit nominal,  $Q_n=27$  m<sup>3</sup>,  $H=40$  m.
5. Puterea panoului PV:  $P_C=11,0$  kW.
6. În baza calculului radiației solare orare în perioada mai – septembrie s-a determinat debitul pompei pe perioada zilei. Pe parcursul a 7 ore pe zi, între 8.00 și 15.00, pompa asigură un debit mediu egal cu 24 m<sup>3</sup>/h.
7. Durata pentru pomparea volumului necesar de apă:  $T=V_{nec}/24 = 388$  h. În perioada de irigare mai – septembrie dispunem de 750 h (au fost excluse zilele de odihnă și sărbătorile oficiale).
8. Suprafața care ar putea fi irigată este de circa două ori mai mare, sau circa 17 ha.



## 2.2.5. Analiza comparativă a eficienței instalațiilor de conversie a energiilor eoliană și solară în localitatea amplasării geografice a întreprinderii agricole Fortina Labis

### 2.2.5.1. Eficiența integrării sistemului autonom de irigare cu instalații de conversie a energiei eoliene (de pompare a apei)

O sursă de energie regenerabilă pentru un sistem autonom de irigare ar putea fi o turbină eoliană de mică putere, circa 10 kW. Pentru analiza eficienței unui astfel de sistem s-a studiat climatologia vântului în extravilanul localității Floreni, raionul Ungheni. S-a constatat că în perioada de irigare (mai - septembrie) vitezele medii diurne ale vântului sunt egale cu 3,81-4,24 m/s. Totodată, viteza nominală calculată a vântului pentru turbina în cauză este egală cu 11,0 m/s. În acest condiții producția de electricitate va fi foarte mică, în deosebi în luna iulie. În tabelul 2.1 sunt prezentate date detaliate numerice ( $V$  – viteza medie orală a vântului;  $E$  – energia produsă într-o oră;  $E_d$  – energia produsă într-o zi (24 h);  $K_P$  – factorul de capacitate), iar în figura 2.5

interpretarea grafică a producției reale de energie.

Din tabelul 2.1 rezultă: factorul mediu de capacitate a turbinei (vezi ultimul rând) pe perioada irigării este egal cu 0,075 sau 7,5 %. Altfel spus, din capacitatea turbinei de 10 kW va fi utilizată doar 7,5 % sau în mediu turbina va genera doar 0,75 kW și nu este îndeajuns pentru alimentarea pompei. De asemenea, este necesar să utilizăm o baterie de acumulare care majorează costurile și diminuează fiabilitatea sistemului.

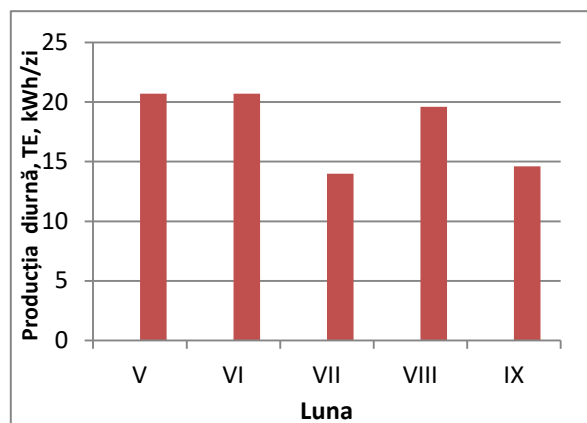


Figura 2.5. Producția de electricitate a turbinei eoliene pe perioada de irigare.

Tabelul 2. 1.

Producția de energie electrică de către turbina eoliană și factorul de capacitate

Ora	Perioada de irigare									
	Mai		Iunie		Iulie		August		Septembrie	
	V, m/s	E, kWh	V, m/s	E, kWh	V, m/s	E, kWh	V, m/s	E, kWh	V, m/s	E, kWh
00:00	4.35	1.10	4.02	1.00	3.94	1.00	4.40	1.10	3.88	0.90
01:00	4.41	1.10	3.81	0.90	3.83	0.90	4.35	1.10	3.87	0.90
02:00	4.30	1.10	3.73	0.80	3.67	0.60	4.31	1.10	3.94	1.00
03:00	4.25	1.10	3.72	0.80	3.58	0.60	4.36	1.10	3.90	1.00
04:00	4.18	1.05	3.84	0.90	3.54	0.60	4.25	1.10	3.84	0.90
05:00	4.22	1.10	3.77	0.80	3.46	0.60	4.11	1.05	3.74	0.70
06:00	4.04	1.00	3.57	0.70	3.44	0.50	3.94	1.00	3.68	0.60
07:00	4.07	1.00	3.65	0.70	3.37	0.50	3.87	0.90	3.51	0.50
08:00	4.15	1.05	3.83	0.90	3.50	0.50	3.80	0.90	3.54	0.50
09:00	4.30	1.10	4.18	1.05	3.55	0.50	4.09	1.00	3.66	0.60
10:00	4.50	1.50	4.41	1.20	3.55	0.50	4.35	1.10	3.97	1.00
11:00	4.54	1.50	4.63	1.50	3.67	0.60	4.42	1.30	4.11	1.05
12:00	4.64	1.50	4.70	1.60	3.83	0.90	4.50	1.30	4.20	1.10
13:00	4.58	1.50	4.79	1.70	3.98	1.00	4.51	1.30	4.27	1.10
14:00	4.47	1.50	4.82	1.70	3.84	0.90	4.43	1.10	4.18	1.10
15:00	4.42	1.10	4.66	1.50	3.87	0.90	4.25	1.10	3.97	1.00
16:00	4.29	1.10	4.54	1.50	3.98	1.00	3.99	1.00	3.81	0.90
17:00	4.09	1.00	4.57	1.60	3.92	0.95	3.75	0.70	3.41	0.50
18:00	3.98	1.00	4.31	1.10	3.95	1.00	3.73	0.70	3.52	0.50
19:00	3.85	0.95	4.06	1.00	3.85	0.90	3.86	1.00	3.61	0.60
20:00	3.83	0.95	3.92	1.00	3.78	0.70	4.11	1.05	3.67	0.60
21:00	4.09	1.00	3.97	1.00	3.88	0.70	4.25	1.10	3.72	0.60
22:00	4.11	1.05	4.15	1.05	3.98	1.00	4.38	1.30	3.74	0.60
23:00	4.17	1.05	4.11	1.05	4.00	1.00	4.38	1.30	3.82	0.90
Media	4.24	1.14	4.16	1.13	3.75	0.76	4.18	1.07	3.81	0.80
$E_d$ , kWh/zi	27.41		27.05		18.35		25.70		19.15	
$E_d$ -Pierderi, kWh/zi	20.7		20.7		14		19.6		14.6	
$K_P$	0,086		0,086		0,058		0,082		0,061	



Producția medie diurnă de energie electrică produsă de turbina eoliană constituie 18,4 kWh/zi și este de 2,8 ori mai mică decât producția unui panou fotovoltaic de aceeași putere. Cea mai critică lună este iulie, care este și cea mai fierbinte. Producția este de 14 kWh/zi sau de 3,7 ori mai mică decât a unui eventual panou fotovoltaic de aceeași putere.

### 2.2.5.2. Concluzii și constatări

În perioada caldă a anului când consumul de apă pentru irigare crește, turbina eoliană nu asigură cantitatea de energie necesară pomparei și nu este rațional să o folosim în amplasamentul respectiv.

În acest context, s-a decis majorarea puterii panoului fotovoltaic de circa două ori sau până la 11 kW pentru fiecare partener, respectiv vor crește costurile, care vor fi acoperite din economiile legate de montarea și exploatarea turbinei eoliene.

## 3. EFICIENȚA INTEGRĂRII SISTEMULUI AUTONOM DE IRIGARE CU INSTALAȚII DE CONVERSIE A ENERGIEI SOLARE

### 3.1. Calculul componentelor sistemului autonom de irigare prin picurare integrat cu panouri fotovoltaice

#### 3.1.1. Principii generale

Utilizarea sistemelor solare, inclusiv și celor de pompare, este supusă unor constrângeri indiscutabile [1], cea mai importantă din care se formulează astfel: întotdeauna trebuie respectat echilibrul dintre energia produsă de generatorul fotovoltaic (PV) și energia consumată de utilizator. Din cauza că producerea energiei are caracter aleatoriu (prezența norilor) și se efectuează numai ziua, nu este posibil de proiectat un sistem PV echilibrând puterile generatorului și consumatorului, așa cum se procedează în cazul utilizării grupului electrogen. Echilibrul, care condiționează o bună funcționare a unui sistem PV, trebuie să fie realizat între energia produsă și consumată pe o durată dată de timp, de obicei, într-o zi.

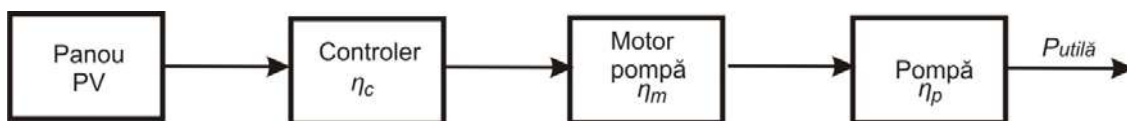


Figura 3.1. Bloc-schemă funcțională a sistemului.

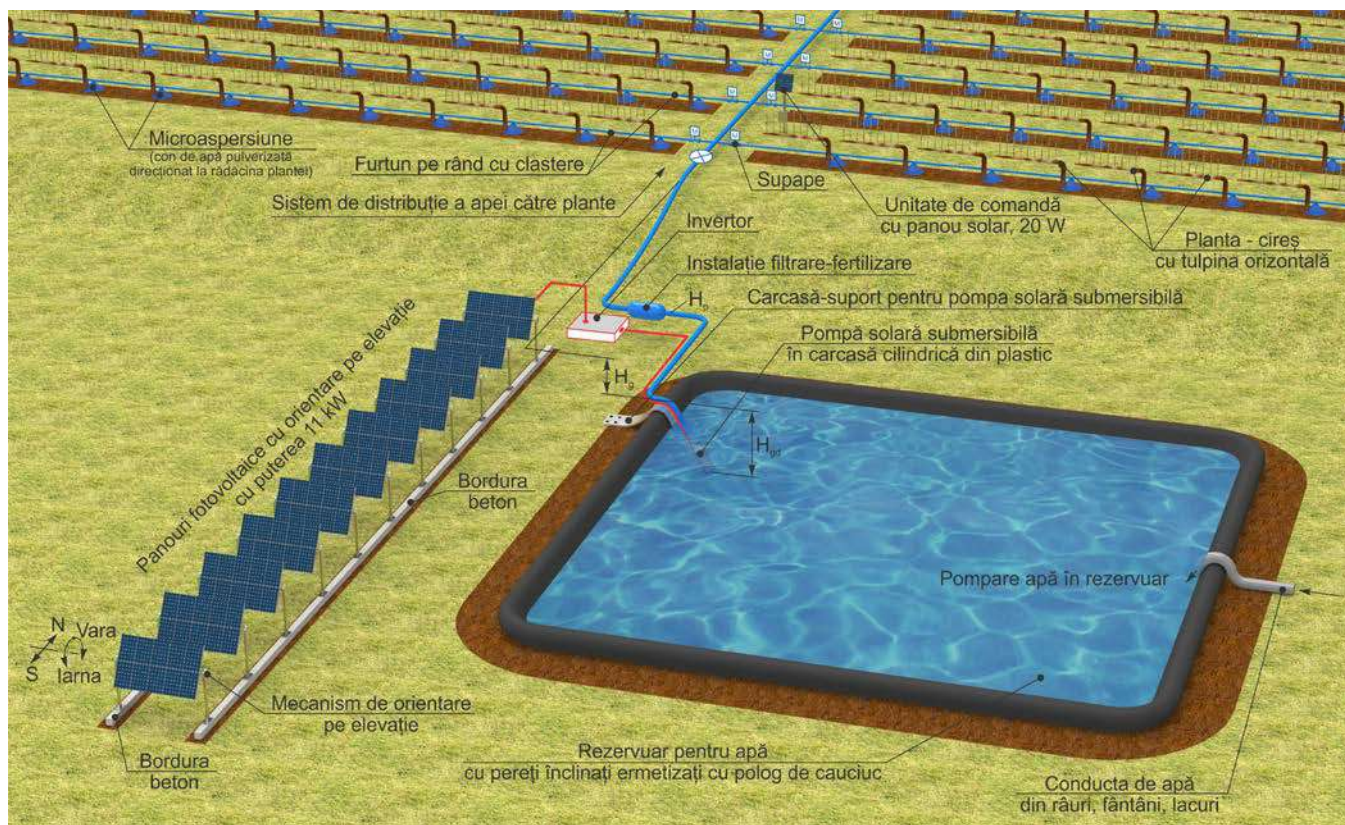


Figura 3.2. Schema tehnologică a sistemului pentru mica irigare dotat cu instalație PV



Prezența bateriilor de acumulare sau a rezervoarelor de apă în sistemele de pompare, permite compensarea deficitului între energia produsă și energia consumată, deficit care poate apărea din cauza timpului noros sau supraconsumului de energie. În deosebi, utilizarea rezervorului de apă este binevenită în cazul puterii mici a pompei și a debitului sursei de apă. Volumul necesar de apă se va pompa anterior și se va acumula în rezervor. Aceasta va conduce la creșterea duratei de funcționare a pompei, puterea modulului PV va scădea și se vor micșora costurile. Din aceste considerente schema tehnologică prezentată în figura 3.2 a devenit una din cele mai răspândite în sistemele de irigare PV.

Pentru proiectarea unui sistem PV de pompare și dimensionarea componentelor acestuia este necesar să dispunem de informații cu privire la:

- Cantitatea de energie solară disponibilă în localitatea dată;
- Înălțimea manometrică totală (Î.M.T.) de la sursa de apă până la rezervor sau până la terenul irigat;
- Debitul pompei solare;
- Cantitatea de energie electrică necesară pentru pomparea apei.

Cu această informație se efectuează calculele parametrilor tehnici respectivi ai sistemului de pompare raportați, de obicei, la o zi solară. O precizie mai mare poate fi obținută, dacă calculele se efectuează pentru fiecare oră, apoi pentru o zi și o lună. În acest caz este necesar să dispunem de informația respectivă, care adesea lipsește și cere un volum mare de calcule. În prezenta lucrare calculele se vor efectua pe durata unei zile și respectiv o lună.

### **3.2. Informația disponibilă cu privire la radiația solară pe teritoriul Republicii Moldova**

Pentru a dimensiona sau simula o instalație de conversie a energiei solare, fie termică sau fotovoltaică, sunt necesare diferite date inițiale și în primul rând, date statistice cu privire la elementele meteorologice. Aceste date pot fi obținute din publicațiile Serviciilor meteorologice a țării corespunzătoare. Serviciul hidrometeo al

fostei U.R.S.S. a publicat 34 de ediții cu titlul: “*Agenda climate U.R.S.S – Spravochnik po klimatu v SSSR.*” Toate edițiile sunt întocmite în corespundere cu un program și o metodică comună de prelucrare și prezentare a elementelor meteorologice. Fiecare ediție a Agendei conține 5 părți care cuprind caracteristicile diferitor elemente: partea I - radiația solară, bilanțul radiației și strălucirea soarelui; partea II - temperatura aerului și a solului; partea III - vântul; partea IV - umiditatea aerului, precipitații și stratul de zăpadă; partea V - nebulozitatea și fenomene atmosferice.

Ediția a 11 a Agendei cuprinde teritoriul Republicii Moldova. Informații mai recente despre elementele meteorologice ce se referă la radiația solară sunt disponibile în agenda [2] și Atlasul European a Radiației Solare [3,4].

Agenda [2] a fost publicată în a. 1990 și cuprinde toate cele 5 părți menționate mai sus. În această sursă sunt publicate rezultatele prelucrării măsurătorilor elementelor meteorologice pentru diferite durate de timp - o zi, o lună, un an. Caracteristicile radiației solare cuprind perioada 1960 - 1980, date cu privire la durata strălucirii soarelui - 1951-1980.

Ultima ediție a Atlasului European a Radiației Solare a fost publicată în anul 2000 și cuprinde informații despre radiația solară a Europei în sensul larg al cuvântului: de la Ural până la insulele Azore și de la Africa de Nord până la Cercul Polar. Datele procesate cuprind perioada 1981 – 1990.

În Republica Moldova măsurători actinometrice se efectuează din a. 1954 și numai la o singură stație meteorologică amplasată în municipiul Chișinău. Datele despre radiația solară se înregistrează de 5 ori: respectiv la 6<sup>30</sup>, 9<sup>30</sup>, 12<sup>30</sup>, 15<sup>30</sup> și 18<sup>30</sup> în conformitate cu timpul mediu solar. Se măsoară radiația solară directă pe o suprafață perpendiculară razelor solare, radiația solară difuză și globală pe o suprafață orizontală și durata de strălucire a soarelui. La celelalte 8 stații meteorologice se măsoară numai durata de strălucire a soarelui și se calculează numărul de zile fără soare, raportul dintre durata reală de strălucire a soarelui și cea posibilă.

Sunt prezentate:





- Densitatea puterii radiației solare, în  $W/m^2$  sau  $cal/(cm^2 \cdot min)$  înregistrată la orele  $6^{30}$ ,  $9^{30}$ ,  $12^{30}$ ,  $15^{30}$  și  $18^{30}$  în condiții de nebulozitate medie și de cer senin:  $S_{dp}$  - radiația directă pe o suprafață perpendiculară pe direcția razelor solare;  $S_{do}$  - radiația directă pe o suprafață orizontală;  $D$  - radiația difuză;  $Q$  - radiația globală pe o suprafață orizontală;
- Valorile medii ale radiației solare  $S_{dp}$ ,  $S_{do}$ ,  $D$  și  $Q$ , în  $J/m^2$ ,  $kJ/m^2$  sau  $cal/cm^2$ ,  $kcal/cm^2$  calculate prin integrarea densității puterii radiației solare pe durate diferite de timp: o oră, zi, lună sau un an în condiții de nebulozitate medie și cer senin;
- valorile medii ale radiației solare  $S_{dp}$ ,  $S_{do}$ ,  $D$  și  $Q$ , în  $J/m^2$ ,  $kJ/m^2$  sau  $cal/cm^2$ ,  $kcal/cm^2$  în condiții de nebulozitate medie obținute cu ajutorul aparatelor de măsurare cu autoînregistrare.

### 3.3. Cantitatea de energie solară disponibilă corelată la sezonul de irigare

Admitem durata de calcul lunile aprilie – septembrie care corespunde cu perioada efectuării irigării. Din agenda [2] culegem datele cu privire la radiația solară directă  $S_{dp}$  pe un plan perpendicular pe direcția razelor solare. Datele sunt prezentate în tabelul 3.1. Aceste date exprimă valorile maxime posibile ale radiației solare, altfel spus, în condiții de cer senin pe durata maximală posibilă (teoretică) de strălucire a soarelui. În prezent pot fi folosite programe specializate de calcul a radiației solare pe zi, de

exemplu programul on-line PVGIS, pus la dispoziția oricărui utilizator.

**Tabelul 3.1.**

*Radiația solară diurnă directă pe un plan perpendicular. Stația meteorologică Chișinău [2].*

Luna	IV	V	VI	VII	VIII	IX
$S_{dp}$ , kWh/m <sup>2</sup>	8,08	9,18	9,41	8,86	8,14	7,49

### 3.4. Dimensionarea unui sistem PV pentru irigare

Indiferent de particularitățile terenului irigat (dimensiunea terenului, tipul culturii agricole, metoda de irigare etc.), procedura de dimensionare a sistemului de irigare PV cuprinde mai mulți pași necesari de făcut. Aceștia sunt:

**Pasul 1.** Volumul necesar de apă. Primul pas în dimensionarea unui sistem solar este determinarea volumului de apă pentru irigare. Cu alte cuvinte, trebuie să cunoaștem volumul necesar de apă sau norma de irigare, distribuția volumului apei în timpul irigării și cerința de apă zilnică etc. Aceste date sunt disponibile în literatura de specialitate [5-7] sau pot fi consultați specialiștii în agricultură. Exemple ale elementelor regimului de udare a unor culturi agricole sunt prezentate în tabelul 3.2.

**Tabelul 3.2.**

*Elementele regimului de udare a unor culturi agricole*

Cultura agricolă	Faza de creștere și dezvoltare	Norma de udare, m <sup>3</sup> /ha	Numărul de udări	Norma de irigare, m <sup>3</sup> /ha
Roșii timpurii	Până la formarea bulbului	300	3-4	900-1200
	În perioada formării bulbului	400	3-4	1200-1600
Vinete	Până la fructificare	300	4-5	1200-1500
Castraveți	Toată perioada de vegetație	300	6-8	1800-2400
Varză timpurie	Toată perioada de vegetație	300	4-5	1200-1500
Usturoi	Toată perioada de vegetație	300	3-4	900-1200
Morcov	Până la formarea rădăcinii tuberizate	300	2-3	600-900
Zmeură	Până la fructificare	250	2-3	500-750
	După recoltare	250	1	250
Coacăză	Până la fructificare	250	2-3	500-750
	După recoltare	250	1	250
Căpșune	Până la fructificare	200	1-2	200-400
	După recoltare	200	1	200



**Pasul 2. Calculul radiației solare în amplasamentul de interes.** Pentru a determina radiația solară disponibilă pe suprafața modulului PV montat sub un unghi  $\beta$  față de orizont folosim formula 3.1 sau programul on-line PVGIS.

$$G_{\beta} = R_{\beta}B + \frac{1}{2}(1 + \cos\beta)D + \frac{1}{2}(1 - \cos\beta)\rho G, \quad (3.1)$$

unde  $R_{\beta}$  este raportul dintre radiația totală pe suprafața înclinată cu unghiul  $\beta$  față de orizont;  $B$  – radiația directă;  $D$  – radiația difuză;  $G$  – radiația globală pe suprafața orizontală;  $\rho$  – coeficientul de reflectanță. Valorile componentelor radiației solare pe o suprafața orizontală  $B$ ,  $D$  și  $G$  pot fi găsite în [8].

**Pasul 3. Înălțimea manometrică totală.** Înălțimea manometrică totală,  $H$  a unei pompe este diferența de presiune, exprimată în metri ai coloanei de apă, dintre supapa de admisie a pompei și conducta de refulare. Din figura 3.1. rezultă

$$H = H_d + H_g + H_p, \quad (3.2)$$

unde  $H_d$  - este înălțimea dinamică;  $H_g$  – înălțimea geodezică măsurată de la nivelul apei și punctul cel mai înalt de ridicare a apei;  $H_p$  – pierderi de sarcină care se datorează frecării lichidului de pereții interiori ai conductei. Aceste pierderi depind de lungimea conductelor, diametrul acestora, starea pereților interiori și viteza de mișcare a lichidului. Pentru o rețea de conducte corect dimensionată pierderile de sarcină nu va depăși 10 % din  $H$  [9].

**Pasul 4. Selectarea pompei și a panoului solar.** În funcție de sursa de apă, putem selecta o pompă de suprafață sau o pompă submersibilă. Pentru sistemele fotovoltaice sunt produse pompe speciale, numite pompe solare. Se caracterizează printr-o eficiență mai mare și o exploatare stabilă în condiții de variație a radiației solare [10,11].

**Pasul 5. Montarea panoului PV.** Ca regulă, panoul PV este montat pe un suport special direcționat spre sud. Pentru a majora producția de electricitate se recomandă reglarea unghiului de înclinare față de orizont. Perioada de irigare în Republica Moldova este de aproximativ 6 luni (aprilie - septembrie) și este rațional să schimbăm acest unghi o dată pe lună. În tabelul 3.3 sunt incluse unghiurile de înclinare optime pentru

perioada aprilie - septembrie, valabile pentru regiunile nord, centru și sud. În cazul unui suport fix, unghiul de înclinare pentru perioada aprilie-septembrie va fi egal cu valoarea medie.

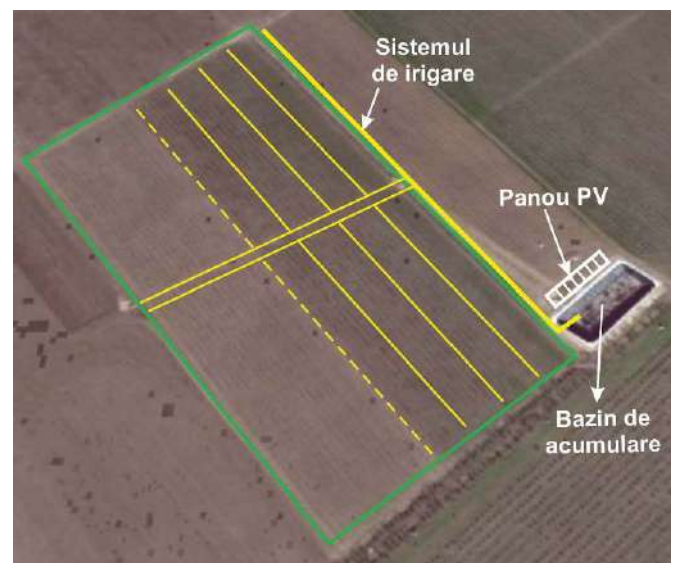
**Tabelul 3.3.**

*Unghiurile optime de înclinare,  $\beta$ , pentru perioada de irigare, grade*

Luna	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Media
$\beta$	Nord	33	20	14	18	29	26,0
	Centru	32	19	13	17	28	25,0
	Sud	31	18	12	16	27	24,0

**Pasul 6. Calculul debitului diurn, lunar și pe perioada de irigare.** În acest scop, calculăm radiația solară diurnă utilizând programul PVGIS, puterea generată de panoul fotovoltaic și timpul efectiv de funcționare al pompei pe zi. Din caracteristicile  $Q(P, H)$  se determină debitul pompei și volumul zilnic de apă.

**Exemplu numeric.** Terenul propus pentru irigare prezintă o livadă superintensivă de cireș cu o suprafață de 7 ha și este amplasată în partea de vest a orașului Criuleni (regiunea centrală), figura 3.3. Apa pentru irigare este pompată dintr-un bazin de 9000 m<sup>3</sup>. Bazinul face parte dintr-un sistem mare de irigare care utilizează apă din râul Nistru. Astfel, bazinul este umplut permanent. Pompa solară pompează apa din bazin în sistemul de irigare existent echipat cu sprinklere SUPERNET™ UD Micro, presiunea de lucru trebuie să fie de 1,5-4,0 Bar [12]



**Figura 3.3. Terenul irigat**



**Volumul necesar de apă.** Conform [5], volumul necesar de apă pentru irigare a livezii superintensive este de aproximativ  $5000 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Deci, pentru perioada de irigare aprilie - septembrie volumul necesar de apă este egal cu  $V_R = 5000 \cdot 7 = 35\,000 \text{ m}^3$ . Pentru selectarea pompei, calculăm debitul împărțind volumul necesar de apă la numărul de ore de funcționare a pompei în timpul perioadei de irigare

$$Q = V_R / (N_D \cdot N_{hd}) = 35\,000 / (170 \cdot 8) = 25,7 \text{ m}^3/\text{h}, \quad (3.3)$$

unde  $N_D$  – numărul de zile pe perioada de irigare;  
 $N_{hd}$  – numărul de ore efective de funcționare a pompei pe zi.

**Înălțimea manometrică totală.**  $H_G = 5 \text{ m}$ ,  $H_L = 1,4 \text{ m}$  (în conformitate cu [13] pentru lungimea

țevii PVC-200 m, diametrul-100 mm),  $H_P = 39 \text{ m}$  (conform [12] pentru funcționarea normală a sprinklerelor SUPERNET™ UD Micro presiunea nu trebuie să depășească 4 Bar sau 39 m coloana de apă). Astfel, Î.M.T. = 45 m.

**Selectarea pompei.** Cea mai potrivită pompă pentru debitul calculat  $Q = 26 \text{ m}^3/\text{h}$  și Î.M.T.= 45 m este pompa solară de suprafață PS7k2 CS-F20-5 [10], debitul nominal  $27 \text{ m}^3/\text{h}$  la Î.M.T. = 45 m. Caracteristicile  $Q(P, H)$  sunt prezentate în figura 3.4. Din figura 3.4, în punctul de funcționare cu coordonatele  $Q = 26 \text{ m}^3/\text{h}$  și Î.M.T. sau  $H$  de 45 m, este necesară o putere minimă de 5,8 kW. Odată variația radiației solare, punctul de funcționare a pompei va aluneca pe caracteristică  $Q(P, H)$ .

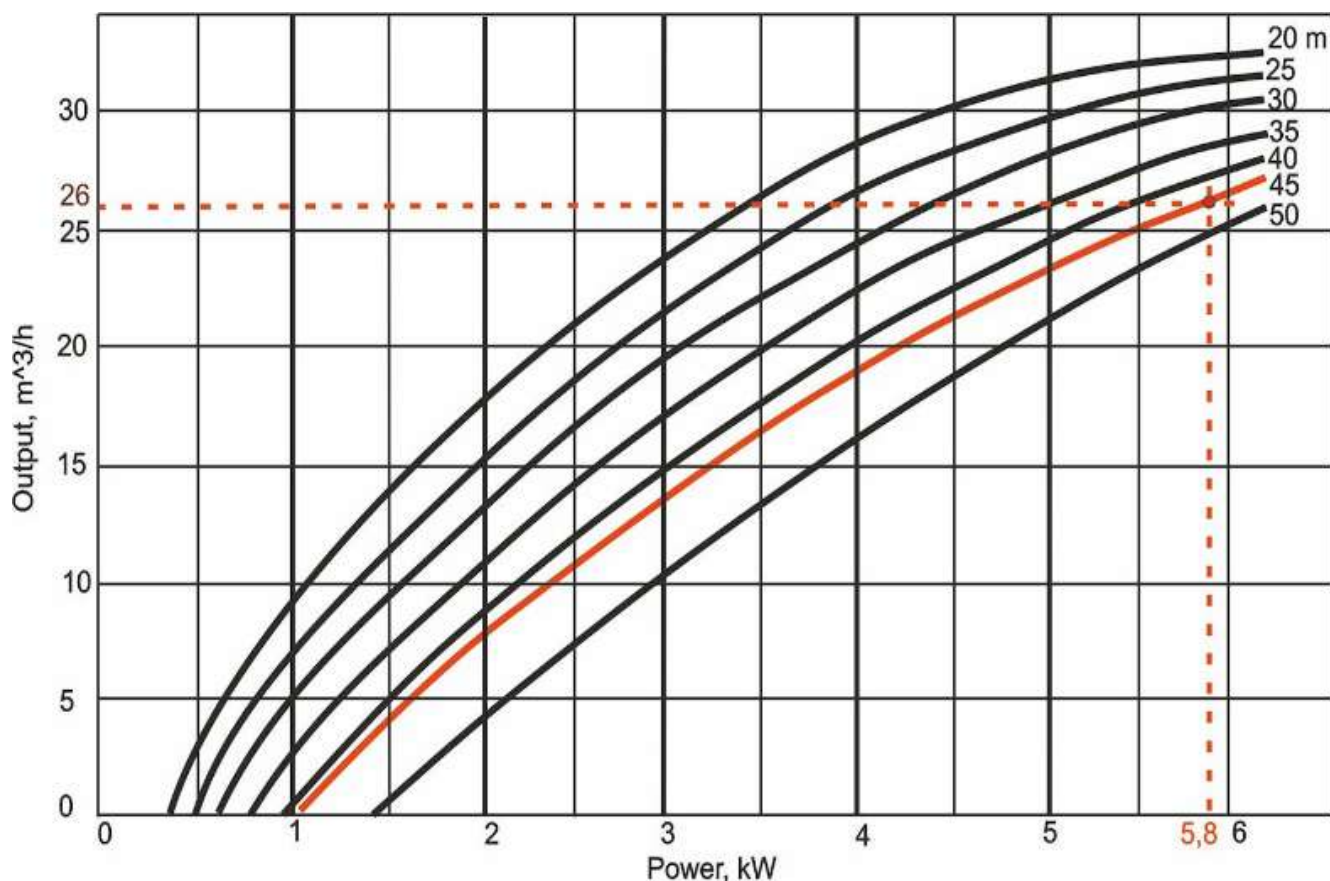


Figura 3.4. Caracteristicile pompei solare Lorentz PS7k2 CS-F20-5

**Selectarea panoului PV.** Panoul PV selectat trebuie să fie capabil să asigure cerința minimă de energie pentru funcționarea pompei. În cazul nostru, aproximativ 5,8 kW. Cu toate acestea, panourile trebuie să aibă o capacitate suplimentară pentru a ține cont de o posibilă reducere a puterii

datorată incertitudinii datelor privind radiația solară, temperaturii ridicate a modulelor, prafului etc. Mulți producători de fotovoltaice recomandă creșterea valorii minime de putere cu circa 25-30 %. Pentru a mări durata de funcționare a pompei pe parcursul zilei în punctul nominal, este rațional



creșterea puterii cu încă 50 %. Prin urmare, panoul PV va fi dimensionat astfel încât să asigure o putere de  $1,8 \cdot 5,8 = 10,44$  kW. Acceptăm 11 kW.

**Calculul debitului diurn, lunar și pe perioada de irigare.** În primul rând, calculăm radiația solară diurnă folosind programul PVGIS. Figura 3.5 ilustrează setările pentru luna iunie: coordonatele punctului selectat Latitudinea: 47,200768, Longitudinea: 29,128662, unghiul optim de înclinație – 13°, panoul este îndreptat spre sud - orientarea: 0°. Rezultatele se afișează peste fiecare 15 minute. În același mod s-a calculat radiația pentru toate cele 6 luni ale perioadei de irigare. Radiația diurnă peste fiecare oră (media a patru valori) este prezentată în figura 3.6, în stânga. Cu radiația solară pe oră, calculăm puterea generată

de panoul fotovoltaic folosind formula  $P_{PV} = (R_{Daily} / 1000) \cdot P_{PV}$ , unde  $R_{Daily}$  - radiația solară medie orară;  $P_{PV}$  - puterea maximă a panoului fotovoltaic egală cu 11 kW.

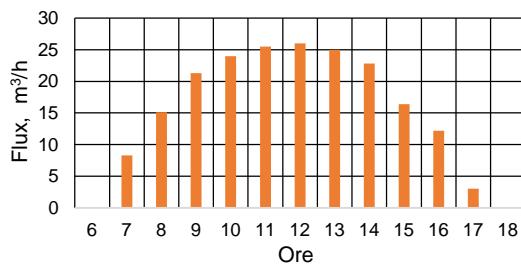
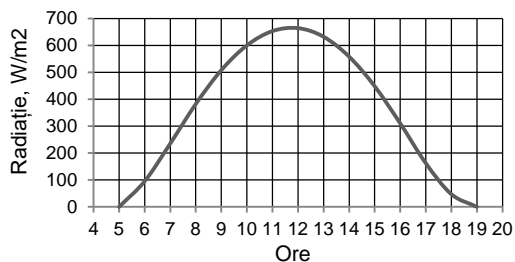
Folosind caracteristica pompei  $Q(P,H)$  pentru  $H = 45$  m (figura 3.4, culoarea roșie), determinăm debitul mediu orar al pompei. Calculele se repetă pentru toate orele de funcționare a pompei. Ca rezultat obținem variația de la zi la zi a debitului pompei, volumul diurn și lunar al apei pompate, figura 3.6, în dreapta.

Pe perioada de irigare se va pompa circa 40 300 m<sup>3</sup> sau cu 15 % mai mult decât cel calculat. Valorile diurne a producției de electricitate și volumului de apă sunt prezentate în tabelul 3.6.

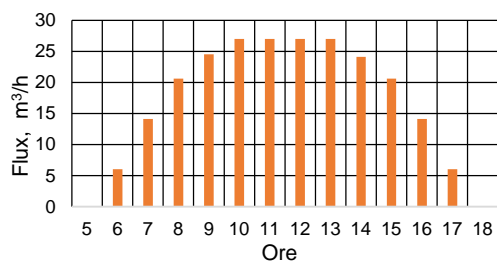
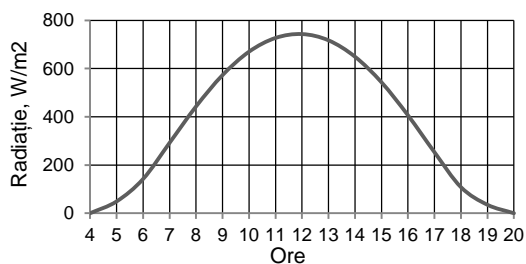
Figura 3.5. Setările programului PVGIS pentru luna iunie

Aceste date exprimă valorile maxime posibile ale radiației solare, adică în condiții de cer senin pe durata maximală posibilă (teoretică) de strălucire a Soarelui. În prezent pot fi folosite

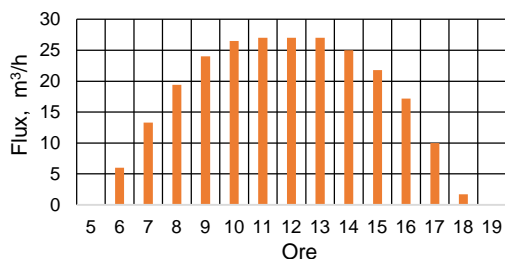
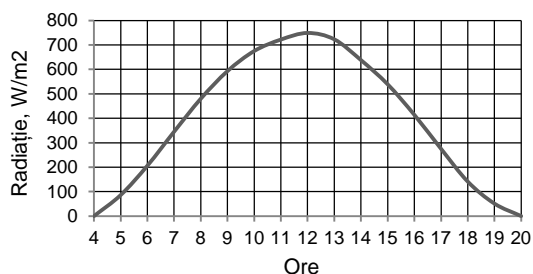
gratis programe specializate de calcul al radiației solare pe zi, de exemplu, programul on-line PVGIS, pus la dispoziția oricărui utilizator.



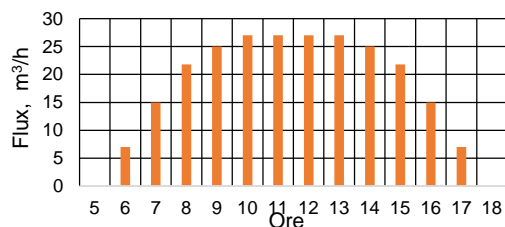
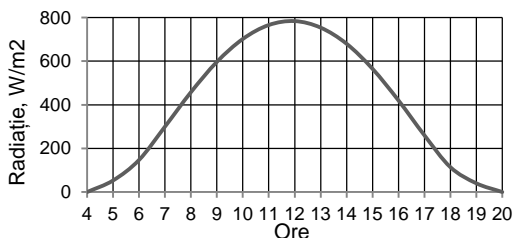
Aprilie,  $V_{IV} = 5268 \text{ m}^3$



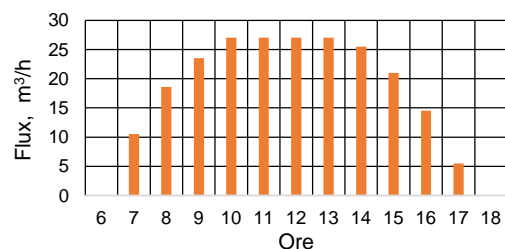
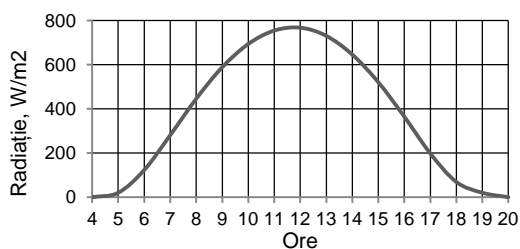
Mai,  $V_V = 7378 \text{ m}^3$



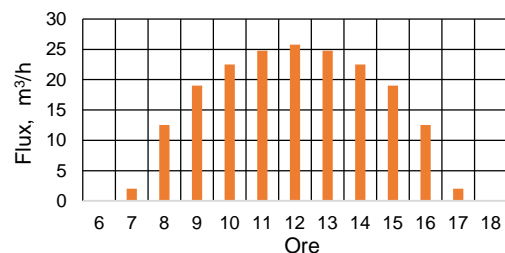
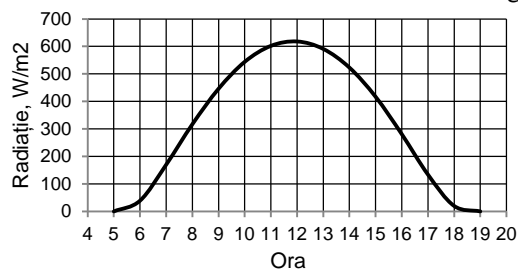
Iunie,  $V_{VI} = 7377 \text{ m}^3$



Iulie,  $V_{VII} = 7614 \text{ m}^3$



August,  $V_{VIII} = 7040 \text{ m}^3$



Septembrie,  $V_{IX} = 5622 \text{ m}^3$

**Figura 3.6.** Radiația solară orală (stânga) și debitul pompei (în dreapta)



### 3.5. Determinarea parametrilor tehnici ai câmpului de module PV

Puterea maximală a panoului PV este:

$$P_{PV} = \frac{E}{R_{dr} \cdot k_i}, \quad (3.4)$$

unde  $E$  este energia necesară pentru pomparea apei;  $k_i$  se numește „factor de incertitudine”, care ia în considerație incertitudinea elementelor meteorologice, abaterea de la direcția perpendiculară pe razele solare a panoului PV, poluarea cu praf a modulelor PV etc.;  $R_{dr}$  este radiația solară globală medie în perioada aprilie – august, exprimată în ore de radiație-standard pe zi.

De exemplu, pentru  $E=1150$  W/zi se obține  $P_{PV} = 247$  W sau puterea câmpului de module PV trebuie să fie de circa 250 Wc. Pentru Întreprinderea agricolă *Tridenal SRL* s-a obținut  $P_{PV} = 11$  kW.

### 3.6. Energia electrică produsă de panoul PV într-o zi

Acest calcul este necesar pentru a verifica dacă se respectă echilibrul dintre energia produsă de generatorul PV și energia consumată de pompă. Energia consumată de pompă se determină în funcție de caracteristicile terenului irigat – suprafața, înălțimea manometrică totală – și parametrii tehnici ai pompei.

Cu datele tehnice ale câmpului de module PV, datele despre radiația solară diurnă s-au calculat cantitățile de energie electrică produse de panoul PV. Rezultatele obținute sunt redată în *tabelul 3.2*. Se constată că cantitatea de energie electrică produsă este maximală în lunile de vară, altfel spus, crește odată cu necesitatea unui volum mai mare de apă pentru irigare.

**Tabelul 3.6.**

*Energia electrică produsă de un panou PV cu o putere de 11 kW și volumul de apă pompat la înălțimea 45 m. Regiunea centru.*

Luna		IV	V	VI	VII	VIII	IX
Energia produsă de panoul PV	kWh/zi	44	53	54	55	51	40
Volumul de apă pompat	m <sup>3</sup> /zi	176	238	246	246	227	187

### 3.7. Determinarea caracteristicilor tehnice ale subsistemului de pompare și acumulare a apei

#### Date inițiale

Pentru proiectarea unui sistem PV de pompare și dimensionarea componentelor acestuia, este necesar să dispunem de următoarele date inițiale cu privire la:

- cantitatea de energie solară disponibilă în localitatea dată;
- înălțimea manometrică totală (ÎMT);
- debitul pompei solare;
- cantitatea de energie electrică necesară pentru pomparea apei;

#### 3.8. Înălțimea manometrică totală

Înălțimea manometrică totală (ÎMT) a unei pompe este diferența de presiune, exprimată în metri ai coloanei de apă, dintre supapa de admisie a pompei și conducta de refulare. Din *figura 3.1* rezultă:

$$I.M.T. = H_d + H_g + H_p, \quad (3.5)$$

unde  $H_d$  este înălțimea dinamică;  $H_g$  – înălțimea geodezică, măsurată de la nivelul apei până la punctul cel mai înalt de ridicare a apei;  $H_p$  – pierderi de sarcină din cauza frecării lichidului de pereții interiori ai conductei. Aceste pierderi depind de lungimea și diametrul conductelor, de starea pereților interiori și viteza de mișcare a lichidului. Pentru o rețea de conducte corect dimensionată, pierderile de sarcină nu vor depăși 10% din ÎMT [6].

#### 3.9. Debitul pompei solare

Debitul ( $Q$ ) reprezintă volumul de apă furnizat de o pompă într-o unitate de timp, exprimat în m<sup>3</sup>/h, l/s sau m<sup>2</sup>/s. Pentru sistemele de pompare PV, debitul de obicei se exprimă în m<sup>3</sup>/zi. Estimarea debitului diurn al unei pompe solare se bazează pe informații cu privire la următoarele elemente ale regimului de irigare: norma de irigație, norma de udare, numărul de udări, durata de aplicare a udării, intervalul dintre udări, necesitatea și mărimea udărilor din afara perioadei de vegetație a culturilor. Elementele menționate, la rândul lor, depind de un șir de factori climaterici, pedologici, de tipul culturilor cultivate etc. și pot fi subiectele unor studii



speciale, care sunt în afara cadrului prezentei lucrări. Pentru estimarea debitului pompei solare vom folosi datele cu privire la elementele regimului de udare, disponibile la Agenția *Apele Moldovei*.

### 3.10. Cantitatea de energie electrică necesară pentru pomparea apei

Energia necesară pentru ridicarea unui volum de apă la o înălțime oarecare pe parcursul zilei se determină cu expresia:

$$E = C_H \frac{Q \cdot H}{\eta_p \cdot \eta_c}, \quad (3.6)$$

unde  $Q$  – debitul diurn,  $m^3/zi$ ;  $H$  – înălțimea manometrică totală, m;  $\eta_p$ ,  $\eta_c$  – respectiv randamentul pompei și cel al convertorului;  $E$  – energia electrică necesară, Wh/zi.

Constanta hidrolică  $C_H$  se determină astfel:

$$C_H = \frac{g \cdot \rho}{3600} = \frac{9,81 \cdot 1000}{3600} = 2,725 \frac{kg \cdot h}{s^3 \cdot m^2}, \quad (3.7)$$

## 4. PROIECTAREA ȘI FABRICAREA INSTALAȚIEI FOTOVOLTAICE CU ORIENTARE LA SOARE PE AXA EVOLUȚIEI

Conform calculelor, pentru alimentarea cu energie electrică a sistemului autonom de irigare prin microaspersiune (v. p 2.1.) a terenului agricol Întreprinderea agricolă *TriDenal*, Criuleni cu suprafața irigată de 3,5 ha este necesară o instalație cu puterea de  $P=11$  kW.

La radiația solară expusă asupra terenului agricol vizat luând în considerație factorii meteorologici de incertitudine, abaterea de la direcția perpendiculară pe razele de soare ale suprafețelor panourilor PV, etc. puterea proiectată de  $P=11$  kW poate fi convertită de 44 panouri a câte 250W fiecare.

În calculul instalației fotovoltaice prezentată în figura 4.1 s-a luat în considerație proxima perpendicularitate a suprafeței panourilor fotovoltaice pe razele soarelui pe anotimpuri când soarele în raport cu pământul (la latitudinea  $47^\circ$ ) relativ se află la diferite „înălțimi”.

Proxima perpendicularitate a suprafeței panourilor fotovoltaice pe elevație se asigură prin constructivul carcaselor de montaj a panourilor PV figura 4.1 care includ: un corp cu posibilitatea de a se roti în jurul axei sale instalat la extremitate în

bucșele 2 și 3 cu joc  $\approx 1mm$ ; perpendicular pe corpul 1 sunt fixate prin sudare cinci aripi 4 din foaie cu grosimea de 1mm rigidizată prin forma aplicată, în care sunt fabricate găurile de montare a panourilor PV 5. Reieșind din raționamente constructive pe aripile 4 a fiecărui corp 1 sunt montate câte patru panouri fotovoltaice 5. Carcasa este dotată la o extremitate cu un disc 8 perforat fixat prin sudare de corpul 1 pe care sunt montate panourile PV 5. Carcasa este montată pe acoperișul casei sau la sol prin intermediul a două picioare 6 și 7 fixată de ele cu piulițele 10. Pe una din extremitățile carcasi 1 este montat semidiscul 8 cu o serie de găuri. În dependență de anotimp și necesitatea expunerii cât mai perpendicular a suprafețelor PV pe razele soarelui, rotirea corpului 1 cu panourile fotovoltaice 5 se realizează astfel încât să ne asigurăm expunerea la soare a panourilor cât mai eficientă. Ulterior găurile comasate axial ale semidiscului 8 se asamblează rigid cu bulonul de fixare 9 de piciorul 6.

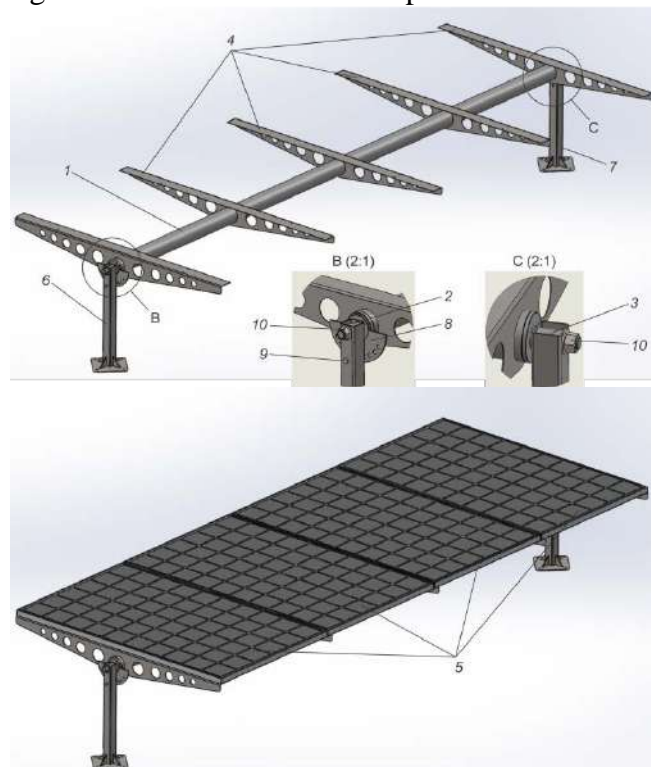


Figura 4.1. Carcasa instalației fotovoltaice

## 5. SUBSISTEMUL AUTOMATIZAT DE MONITORIZARE ȘI CONTROL AL PROCESULUI DE IRIGARE

Autorii consideră, că agenții economici pot crea sisteme de irigare autonome a terenurilor agricole amplasate la mari distanțe de rețelele electrice prin integrarea lor cu instalații de



conversie a energiilor regenerabile nonpoluante. O altă componentă indispensabilă a unui sistem autonom modern de irigare o reprezintă modulul senzorial de urmărire, control și dirijare a parametrilor agrotehnici a procesului de irigare la distanță de oriunde s-ar afla operatorul.

Proiectarea subsistemului automatizat de control, monitorizare și optimizare a proceselor de irigare se va realiza având ca date inițiale de proiectare următoarele: culegerea datelor climatice de pe plantații, aplicarea de nutrienți și pesticide, modalitatea prelucrării informației și gradul controlului automat al irigației. Totodată, la proiectarea sistemului automatizat trebuie să se țină cont de amplasarea plantațiilor și de disponibilitatea resurselor regenerabile de energie. Cu alte cuvinte, subsistemul trebuie să fie adaptat teritorial, să fie ierarhizat și să cuprindă soluționarea diferitelor aspecte ale irigației.

Având în vedere experiența celor mai avansate companii preocupate de acest domeniu, precum și experiența proprie, a fost propus un subsistem ierarhic bazat pe trei niveluri. Nivelul inferior, tehnologic este cel mai sofisticat, neomogen și dependent de specificul întreprinderilor agricole. Acest nivel prevede identificarea mijloacelor de achiziție a datelor climatice, caracteristica câmpului de plantare, mijloacele de control și dirijare a supapelor de distribuție a fluxurilor de apă și a pompelor cu telecomandă. De asemenea este necesar de a identifica mijloacele de acționare a echipamentelor de fertilizare, precum și a mijloacelor de monitorizare și control al resurselor regenerabile de energie.

Nivelul media al subsistemului preponderent realizează funcții de comunicație, cu un minim de capacitate de calcul și de luare a deciziilor, astfel se prezintă ca un "gateway" al subsistemului. Acest nivel asigură intern comunicațiile dintre toate subsistemele componente, având posibilitatea de a susține un minim de funcții de decizie și control, inclusiv în lipsă de comunicație cu web-serverul.

Nivelul superior al subsistemului de automatizare, monitorizare și control al procesului de irigare este considerat drept soluție executivă

tipică de Internet, care stochează de la senzori toate informațiile despre plantația irigată, precum și starea echipamentelor și a subsistemelor auxiliare în exploatare. Totodată, nivelul superior trebuie să ofere acces autorizat utilizatorilor sistemului de irigare în ansamblu.

Nivelul superior al subsistemului automatizat de control (web-serverul) poate permite monitorizarea de la distanță a mai multor sisteme de irigare, grupuri de stații, inclusiv stocarea datelor arhivate. Dacă web-serverul de monitorizare și control al nodului este conectat la Internet, atunci monitorizarea instalațiilor de irigare se poate realiza din orice punct geografic cu ajutorul unui PC, notebook sau smartphone.

Conceptul de monitorizare la distanță a sistemului de irigare este prezentat în figura 5.1. Comanda electronică pentru acest concept este efectuată pe trei nivele. Pe primul nivel sunt plasate subsistemul de comandă cu sistemul de irigare, inclusiv subsistemul de control al panourilor fotovoltaice, turbinelor eoliene sau microhidrocentralelor care asigură:

- a) protecția generatorului turbinei eoliene (sau motorului electric al microhidrocentralei) la supraîncălzire și monitorizarea redresorului;
- b) controlul funcționării stației de generare a energiei electrice.

La acest nivel, controlul se realizează de microcontrolere de performanță medie, care funcționează autonom. Monitorizarea și ghidarea prin comunicații radio, spre exemplu de la distanțe scurte (până la 2-3 km) asigură și posibilitatea de a conecta un notebook pentru diverse teste tehnologice.

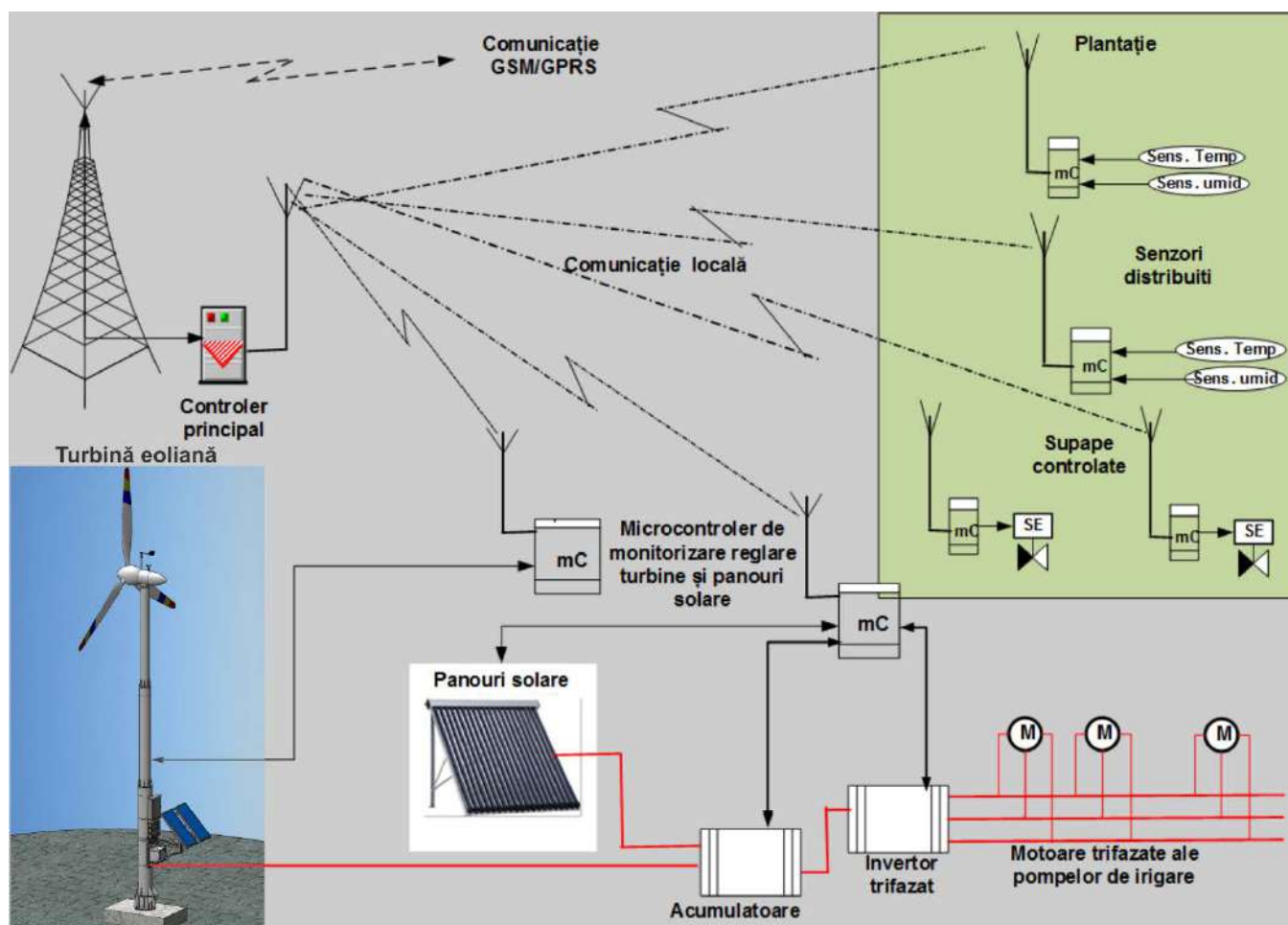
Soluțiile tehnice aplicate în proiect, structurile schematice și performanțele acestora vor fi prezentate în următoarele compartimente.

### 5.1. Primul nivel al subsistemului de control al irigației

Unitățile de comandă ale primului nivel reprezintă nucleul sistemului de irigare dotat cu panouri solare sau cu turbine eoliene. Arhitectura unităților de comandă trebuie să rezolve o serie de probleme operaționale, printre care:

- Asigurarea comunicării între instalația de conversie a energiilor regenerabile și subsistemul local de monitorizare și control a acesteia.





**Figura 5.1.** Schema sistemului de irigare cu instalații eoliene și panouri fotovoltaice cu posibilități de monitorizare de la distanță

- Citirea parametrilor telemetriei stației de comandă a instalației de conversie a energiei regenerabile.

- Controlul și reglarea subsistemelor instalației de alimentare cu energie electrică.

Având în vedere complexitatea abordării parametrice a procesului de irigare, au fost identificate cerințele generale pentru modulul de comandă a sistemului de irigare:

1. Modulul de comandă este menit să asigure detectarea defecțiunilor, astfel încât să îndeplinească cele mai importante funcții de protecție și securizare în caz de defecțiuni ale hardware-ului. Fiabilitatea modulului de comandă nu trebuie să fie mai mică de 0,9 pe parcursul unui an de exploatare.

2. Este necesar ca toate interfețele unității de control să fie duplicate, astfel încât o singură defecțiune a interfeței să nu conducă la defectarea completă a sistemului.

3. Unitatea de control trebuie să posede capacitatea de memorie necesară pentru stocarea comenzii software, să asigure telemetria și sarcina utilă obținută în timpul lipsei legăturii cu sistemul de monitorizare.

4. Unitatea de control trebuie să fie adaptabilă la alte misiuni fără modificări esențiale ale hardware-ului și ale software-ului.

5. Unitatea de control trebuie să corespundă criteriilor de compactitate constructivă și ermeticitate, să asigure un consum redus de energie.

6. Unitatea de comandă trebuie să asigure reconfigurarea structurii cu sau fără reprogramare.

## 5.2. Subsistemul de achiziție a datelor climatice de pe plantație

Pentru sistemele de irigare, achiziția de date joacă un rol primordial. Din aceste motive, sistemul de irigare include un subsistem distinct de achiziție de date, bazat pe o rețea integrată de



senzori. Ținând cont de condițiile de relief ale plantației și de cele climatice în regiune, este necesar ca controlul să fie efectuat de un microcontroler de performanță medie, care să funcționeze autonom, monitorizat și ghidat concomitent de controlerul de bază al sistemului de irigare prin comunicații radio de la distanțe scurte (până la 4-5 km).

A fost proiectată și realizată schema funcțională și echipamentul sistemului, inclusiv al senzorilor integrați cu modulele de comandă al supapelor pentru distribuirea fluxului de apă în sistemul de irigare, să fie compatibil după caracteristicile lor. Cele mai importante componente ale modulelor de comandă sunt subsistemul electric dotat cu un panou fotovoltaic cu puterea de 20W pentru a alimenta în regim autonom cu energie electrică subsistemul pentru asigurarea achiziționării datelor de la senzori de la distanță prin intermediul comunicațiilor radio. Sensorul integrat include un set de bare din inox înglobate în pământ la o anumită adâncime pentru controlul umidității și temperaturii aerului și a solului la două nivele, de asemeni un senzor de

ploaie și altul de luminozitate. Toți senzorii în ansamblu sunt alimentați cu energie electrică convertită de panoul fotovoltaic și depozitată într-un acumulator (figura 5.2).

Arhitectura unității de control cu o durată de exploatare de cca 5-7 ani s-a bazat pe microprocesoare selectate în baza analizei mai multor familii de microcontrolere produse de firmele *Atmel*, *Motorola*, *Renesas*, *Texas Instruments*. Selectarea s-a efectuat în baza analizei comparative a productivității, capacității de memorie, consumul de energie, costul, accesibilitatea și fiabilitatea. În rezultat au fost selectate:

- $\mu\text{C}$  MSP430F155 din familia MSP430 de la *Texas Instruments*;
- b)  $\mu\text{C}$  MC68HC912DT128A din familia MC68HC912 de la *Motorola*;
- c)  $\mu\text{C}$  ATmega din familia *Atmel*.

Pentru modulul "senzor integrat" s-a selectat utilizarea controlerului  $\mu\text{C}$  ATmega, cu performanțe comparabile cu ale altor controlere, dar e un consum de energie foarte scăzut și un preț relativ redus.

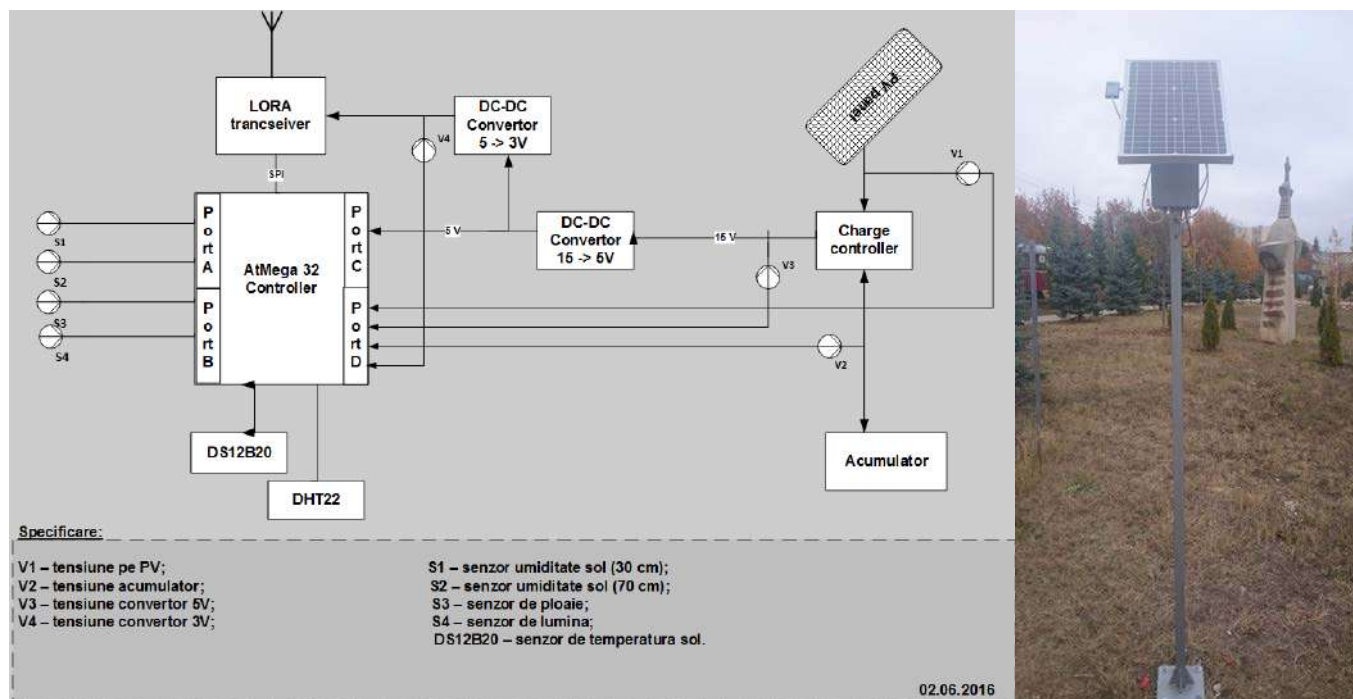


Figura 5.2. Schema funcțională și vedere reală a modulului de senzori integrați pentru sistemul de irigare



Analogic a fost proiectat modulul de control al supapelor pentru distribuția fluxurilor de apă, cu funcția binomă destinația ”deschide/închide”, dotate cu electromotoare DC, care dirijează deschiderea/sau închiderea acestora (figura 5.3). O caracteristică importantă a subsistemului de achiziție a datelor climatice de pe plantație este viteza mare de achiziție (toate datele pot fi primite în 1-2 secunde). Costul de achiziție a supapei cu electromotor DC este de circa 150 de dolari pe unitate.

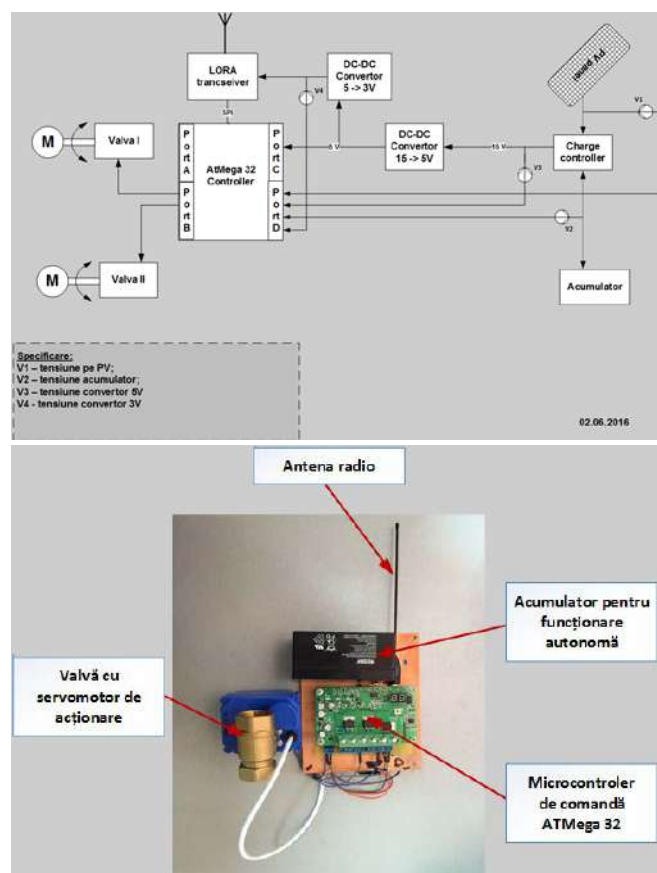


Figura 5.3. Schema funcțională și vedere reală a modului de comandă a supapei pentru sistemul de irigare

Amplasarea teritorială a senzorilor integrați și a modulelor de comandă ”deschide/închide” cu supape se face în funcție de specificul terenului plantației și de configurația instalațiilor de irigare. În cadrul Proiectului vizat pentru gospodăriile agricole partenere (TriDenal din Criuleni și Fortuna Labis din Ungheni) au fost elaborate hărțile de amplasare a senzorilor integrați și a modulelor de comandă a poziționării supapelor (figurile 5.4, 5.5, 5.6).

În concordanță cu solicitările partenerilor, s-a decis utilizarea unui modul de comandă a ventilelor pentru 2 parcele și a unui senzor integrat pe 4 parcele (6 module integrate de senzori și 12 supape) pentru Întreprinderea agricolă Fortuna Labis și 4 module integrate de senzori cu 14 supape pentru Întreprinderea agricolă TriDenal.

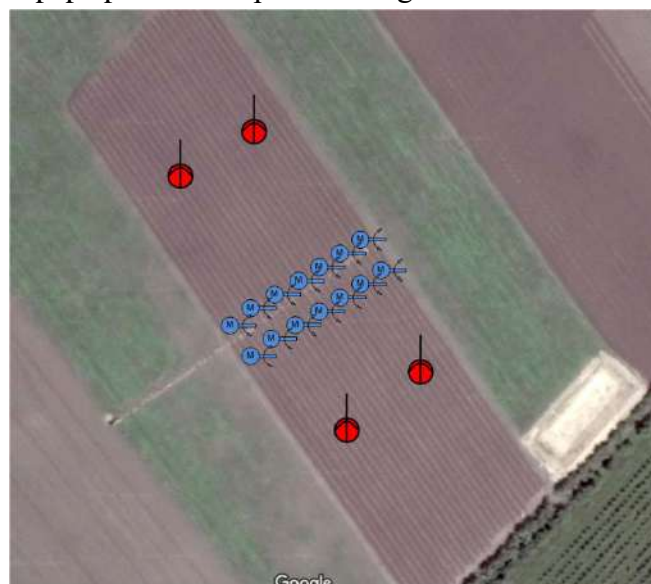


Figura 5.4. Harta de plasare a modulelor de senzori integrați și a modulelor de control al supapelor pentru sistemul de irigare la Întreprinderea agricolă „TriDenal” (Criuleni)



Figura 5.5. Harta de plasare a modulelor de senzori integrați și a modulelor de control al supapelor pentru sistemul de irigare la Întreprinderea agricolă ”Fortuna Lapis”(Ungheni)



**Figura 5.6.** Vedere reală a amplasării modulelor de senzori integrați și de comandă a supapei pentru sistemul de irigare

### 5.3. Subsistemul pentru controlul și monitorizarea instalațiilor de conversie a energiilor regenerabile

Nivelul inferior al sistemului de irigare proiectat include de asemenea un subsistem de control și monitorizare a stațiilor de conversie a energiilor regenerabile bazat pe turbine eoliene, microhidrocentrale sau instalații fotovoltaice. Acest subsistem are funcția de monitorizare și control al funcționalității eficiente a instalațiilor de conversie pentru alimentarea cu energie a sistemului de irigare. Există mai multe variante pentru acest subsistem, în funcție de tipul de energie eoliană și/sau solară de la panourile fotovoltaice.

Pornind de la faptul că instalațiile de conversie a energiilor regenerabile au propriul subsistem de comandă, în acest caz în proiect s-a realizat doar protocolul de interacțiune cu controlerul din cel de-al doilea nivel. În cazul proiectului a fost elaborat un controler pentru turbinele eoliene și microhidrocentrale proiectate și produse la Universitatea Tehnică a Moldovei.

În cazul panourilor fotovoltaice, s-a aprobat conceptul de a consuma puterea DC produsă de panouri fără a folosi invertoarele DC/AC, ceea ce ar duce la pierderi semnificative de energie și majorarea costurilor de achiziție. Pentru aceasta, se propune un controler simplu, care măsoară tensiunea/curentul obținut de PV, precum și verifică în continuu siguranțele în cazul unui scurtcircuit.

Modulele descrise se bazează pe microcontrolere ce impun utilizarea software-ului multifuncțional ce redau o importanță sigură în realizarea obiectivelor operaționale. Acest software dezvoltat include câteva componente, cum ar fi: microsistemul de operare, achiziția de date și prelucrarea lor preliminară, controlul actuatorilor și modulelor de comunicații. Cele mai importante sunt modulele de comunicații care asigură compatibilitatea protocolelor de comunicație cu componentele de nivel înalt ale sistemului (figurile 5.7, 5.8).

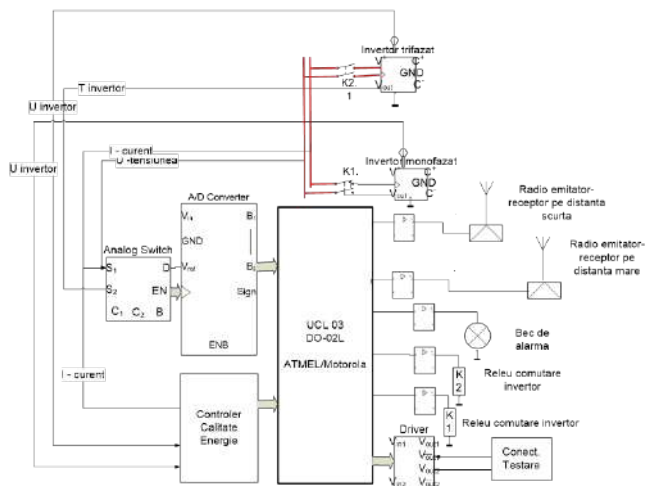


Figura 5.7. Schema funcțională a modului de comandă a supapei pentru sistemul de irigare

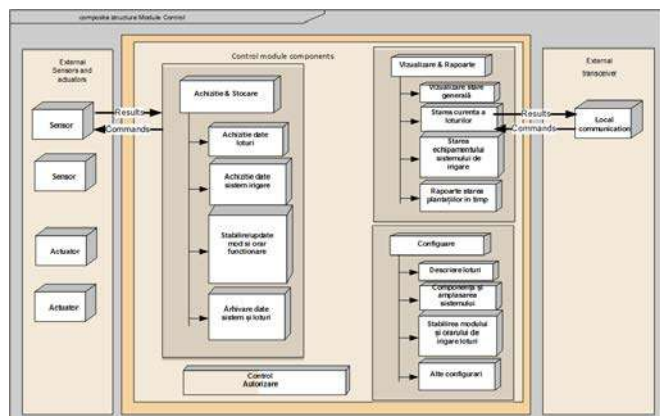


Figura 5.8. Schema funcțională a softului modului de comandă a instalației de irigare

#### 5.4. Subsistemul pentru controlul și monitorizarea funcționării pompelor de irigare

Pornind de la utilizarea instalației de Conversie fotovoltaic DV pentru alimentarea sistemului autonom de irigare, opțiunea cea mai rezonabilă este utilizarea pompelor solare. Specificul constructiv-funcțional al acestor pompe constă în folosirea motoarelor electrice AC sau BLDC care, consumând curentul produs de o instalație PV sau o turbină eoliană, rotește arborele pompei cu diferite viteze unghiulare, asigurând o anumită presiune și debit. Analizând diferite sisteme de pompare solară, s-a decis utilizarea pompelor solare ale companiei Lorentz din Germania, care au cel mai bun raport cost-eficiență. Sistemele solare submersibile și de suprafață Lorentz sunt concepute pentru a furniza în mod eficient volume mari de apă, ce funcționează exclusiv pe energie solară. Acestea

sunt utilizate de obicei în sisteme de irigare, de asemenea în instalații de pompare a apei potabile pe scară largă, unde satisfac cerințele cele mai exigente social-economice, fără poluare și fără conectare la rețea sau la grupuri electrogene [18, 19].

Un sistem tipic de pompare solară este alcătuit dintr-o serie de panouri fotovoltaice, o pompă și un controler de pompă solară. Modulele fotovoltaice conectate în serie și în paralel absorb iradierea Soarelui și o convertesc în energie electrică, astfel furnizând energie pentru întregul sistem. Controlerul pompei verifică și reglează turația arborelui pompei în timp real, în funcție de variația intensității iradiației solare, pentru a realiza urmărirea punctului maxim de putere (MPPT). Completul pompei Lorentz constă din pompa propriu-zisă, un motor electric de acționare și un controler (figura 5.9).

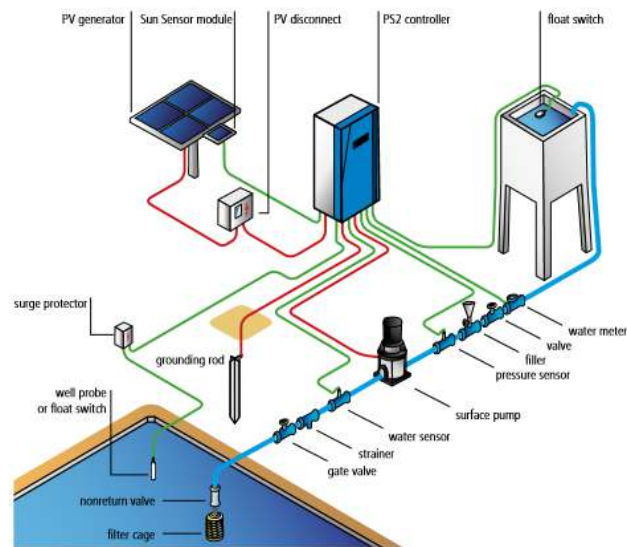


Figura 5.9. Schema funcțională a pompei și a controlerului pentru sistemul de irigare

Această simbioză modulară păstrează toate componentele electronice la sol (deasupra apei), inclusiv pentru pompele submersibile, simplificând întreținerea și reducând costurile de achiziție, având următoarele caracteristici [19]:

- Controlul pompei se efectuează pe baza puterii disponibile.
- Motoarele Brushless ECDRIVE DC sau AC sunt special concepute pentru funcționarea solară cu o eficiență de până la 92%.



- Monitorizarea și gestionarea, inclusiv înregistrarea la bord a datelor de performanță pe durata până la 5 ani, accesul inteligent al dispozitivului prin intermediul aplicației PumpScanner Android™ și integrarea la serviciul Lorentz pumpMANAGER, care este disponibil opțional.

Controlerul PS7K2 este destinat adaptabil pentru pompă solară din noua generație pentru pompele de suprafață sau submersibile Lorentz PSk. Acesta utilizează o conexiune fără fir Bluetooth® pentru a asigura conectarea la un smartphone sau la o tabletă Android® ce rulează software-ul Lorentz PumpScanner. PumpScanner este disponibil prin intermediul site-ului partener extranet "partenerNET". Software-ul PumpScanner operează configurarea rapidă și simplă. El deține cele mai recente versiuni ale software-ului de sistem al pompelor, precum și funcții noi.

Configurarea PS7K2 – PS7K2 simplifică procesul de instalare, utilizând aplicația PumpScanner Android® pentru a programa parametrii controlerului. Această programare este foarte simplă și necesită doar selectarea corectă a regulatorului și a pompei, precum și configurarea parametrilor conform raportului COMPASS. PS7K2 încorporează PS DataModule, care stochează datele de funcționare și permite programarea unor caracteristici suplimentare. Folosind PumpScanner se poate atesta

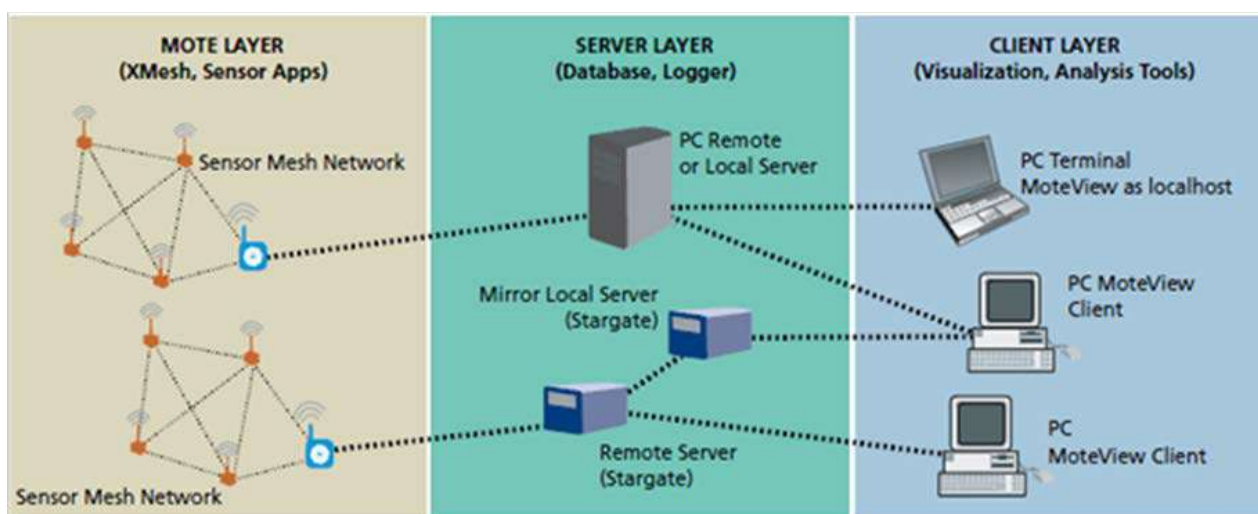
performanța reală și istorică a pompei. PumpScanner se instalează pe un dispozitiv Android® (smartphone sau tabletă).

### 5.5. Nivelul intermediar al subsistemului de control al procesului de irigare

În proiect a fost propus un modul de control al sistemului de irigare care să coordoneze toate procesele din instalațiile de irigare și de comunicare cu serverele. În acest caz a fost selectat controlerul Raspberry cu performanțe mai ridicate de calcul și costuri reduse. A fost dezvoltat software-ul respectiv, care include mai multe componente pentru coordonarea comunicării dintre modulele de nivel inferior și de nivel superior.

În proiect s-a propus ca interacțiunea dintre controlerul instalațiilor de conversie a surselor regenerabile, senzorial integrat și sistemul de monitorizare să se realizeze conform unui model prezentat în figura 5.10. Acesta permite accesul utilizatorilor sistemelor de irigare practic de la o distanță nelimitată, ceea ce este posibil prin folosirea comunicațiilor și computerelor, inclusiv a Internetului.

Interacțiunea controlerelor este simplificată în cazul în care controlerul sistemelor de irigare se conectează la rețeaua de comunicații. În acest caz, pentru realizarea modelului de comunicații radio de viteză medie/mare există o diversitate de posibilități și mijloace. Aceste mijloace trebuie să



**Figura 5.10.** Model de interacțiune a sistemelor ierarhice prin diverse rețele de comunicații, recomandat pentru teleghidarea instalațiilor de irigare



îndeplinească următoarele cerințe:

- putere relativ scăzută a emisiilor, dar sensibilitate ridicată;
- posibilitatea modificării frecvențelor emisiilor într-o manieră programată;
- moduri de comunicare tip GSM/GPRS;
- posibilități de menținere a diferitor protocoale de comunicare.

Aplicând acest model, s-a propus arhitectura controlerului, care include două canale de comunicare diferite: primul pentru interacțiunea de nivel jos în banda de frecvențe 435-450 MHz, iar al doilea canal – bazat pe GSM/GPRS cu modul de conectare la serverul de Internet prin rețeaua de comunicație mobilă. Acesta este modulul de control al sistemului de irigare, care coordonează toate procesele de irigație și comunică cu serverele de nivel înalt. În acest caz, se propune controlerul Raspberry cu performanțe mai înalte de calcul și costuri reduse. În cadrul proiectului a fost dezvoltat software-ul pentru acest controler, care include mai multe componente pentru coordonarea comunicării dintre modulele de nivel inferior și servere.

Pentru comunicarea dintre nivelul mediu și cel superior s-a propus modalitatea de interconectare în baza GPRS. În cazul operațiunilor GPRS, conexiunea se produce direct prin Internet, iar modemul GPRS reprezintă o interfață de rețea IP socket. Nu există un canal de date rezervat pentru partajarea datelor între doi abonați, în schimb resursele sunt alocate dinamic la cerere, iar datele schimbate sunt de obicei ambalate în TCP/IP. În acest caz, viteza maximă de transfer poate fi mult mai mare decât în modulul CSD GSM.

*Această abordare are avantaje în proiectarea aplicației de conexiune GPRS – modemul conectat direct pe Internet, aflat încontinuu în așteptare de a fi accesat virtual geografic de oriunde. De asemenea, productivitatea pe GPRS, de fapt, "facturarea" conexiunii GPRS, se bazează pe volumul de date schimbate (numărul de pachete transferate) independent de momentul conectării active. Prin urmare, este posibil ca aplicația de control să rămână mereu conectată și gata în*

așteptare să primească/să trimită date la cerere, în timp ce plata se face numai pentru datele cu adevărat modificate. Dezavantajul conexiunii GPRS constă în faptul că cererea de control trebuie să aibă propria stivă de protocoale TCP/IP încorporată, pentru a decoda pachetele care sosesc din GPRS și ulterior pentru a le codifica pe cele care urmează să fie trimise prin Internet.

Există câteva considerații tehnologice care trebuie luate în calcul în legătură cu specificul conexiunilor GPRS:

- Viteza conexiunii cu un dispozitiv GPRS multislot este asimetrică, de 3 sloturi cu timp de recepție (43.200 bps max) și 2 sloturi cu timp de expediere (28.800 bps max) sau 4 sloturi în timp de recepție (57600 bps max) și 1 slot de timp de expediere (14400 bps max).

- Aplicația de control al modulelor necesită un software TCP/IP stack PPP la interfața modemului GPRS.

- Programul de control al modemului trebuie să se bazeze pe un ISP care să poată a fi operatorul rețelei SIM, pentru a furniza conexiune GPRS la Internet.

- Programul de recepție trebuie să aibă mai întâi acces la Internet, și apoi la expeditor.

- Pornind de la faptul că comunicarea se bazează pe pachete TCP/IP, este posibil de a comunica cu mai mulți abonați.

- În caz de necesitate, securitatea datelor pe Internet poate fi asigurată prin protocoale de securitate în afara protocoalelor TCP/IP, care trebuie gestionate prin intermediul aplicației de control.

Modulul GPRS le permite utilizatorilor să contacteze un abonat pe Internet și să stabilească un flux de date "brut" între GPRS și Internet. Această posibilitate poate fi apreciată ca o modalitate de a obține o conexiune serială "virtuală" între software-ul aplicației pe computerul serverului Internet și controlerele de nivel inferior cu modulul GPRS, indiferent de toate stivele de software. Un exemplu de protocol stack implicat în dispozitive este prezentat în figura 5.11. Pentru a realiza acest mod de

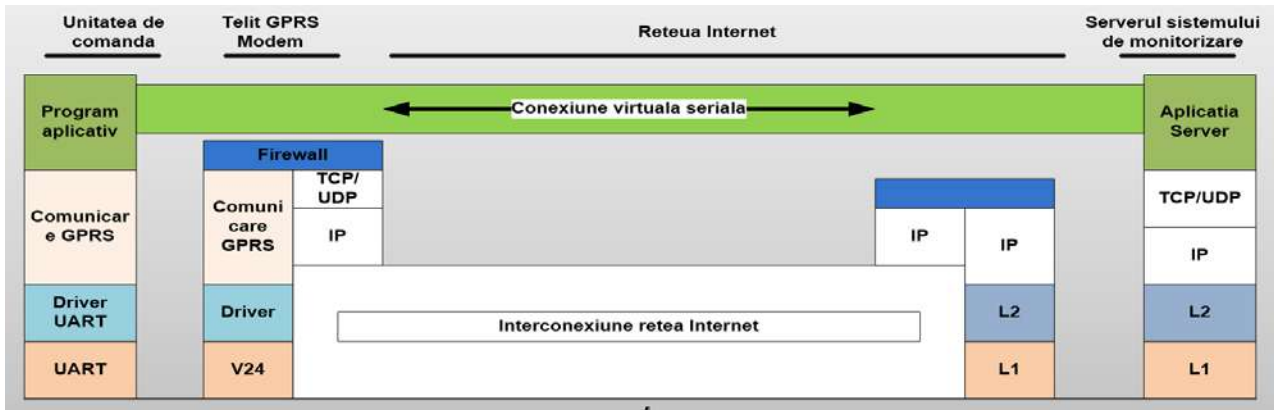


Figura 5.11. Stiva protocoloalelor pentru interconectarea GPRS

funcționare, se stabilesc apriori parametrii inițiali ai conexiunii, cu identificarea parametrilor de context.

Parametrii de context reprezintă un volum de informații pentru identificarea interfeței punctului de intrare în Internet furnizat de ISP. Cu ajutorul acestor parametri de rețea GPRS se identifică ISP-ul care va fi utilizat pentru a avea acces la Internet și definește adresa IP a dispozitivului GPRS odată conectat.

## 5.6. Nivelul superior al subsistemului de control al procesului de irigare

Ținând cont de particularitățile sistemelor de irigare, s-a propus arhitectura nivelului superior de control cu un bloc informatic pe două servere cu destinație diferită. Primul server, numit "fundal", este organizat pe tehnologia IOT (Internet of Things) și este destinat pentru comunicarea intensă cu toți controlorii locali ai instalațiilor de irigare.

Avantajul sistemului constă în asigurarea funcționării cu o mulțime de date brute, fără formatare specială. Primul server este accesibil numai pentru administrator, nu și pentru utilizatorii finali. Al doilea server, denumit „server public”, are rolul de a stoca datele despre plantațiile agricole, despre sistemul de irigare și asigurarea unei interfețe prietenoase pentru utilizatorii finali. A fost dezvoltată și realizată structura bazei de date a sistemului de monitorizare, ce reflectă toate componentele necesare: plantații întregi sau arcele, regulile de irigare, compoziția și starea instalațiilor amplasate pe ambele servere (figura 5.12).

The screenshot shows a database interface with several tables and data views. The tables include:

- Planul plantatiilor de comanda:** A table with columns for plant name, area, and other details.
- Lista parametrilor activitatii de comanda:** A table listing command activity parameters.
- Compozitia plantatiilor de comanda la nivel:** A table showing the composition of command plants at the level.
- Lista parametrilor activitatii de comanda:** Another table listing command activity parameters.

Figura 5.12. Exemple de tabel din baza de date privind sistemul de irigare

Conceptual, structura bazelor de date este similară, însă structura logică și cea fizică este diferită. S-a dezvoltat o aplicație pentru gestionarea datelor pentru baza de date publică a serverului și unele aplicații pentru vizualizarea grafică a datelor curente din sistemul de irigare.

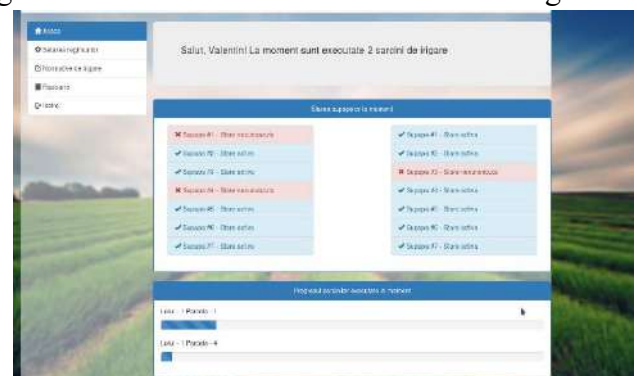


Figura 5.13. Exemplu de interfață de aplicație pentru utilizatorul final pe serverul public



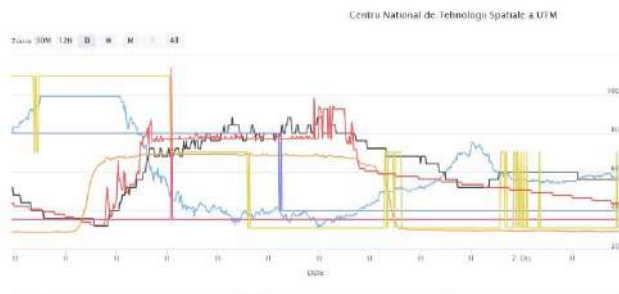


Figura 5.14. Exemplu de interfață de aplicație pentru utilizator pe serverul de fundal

## 5.7. Planificarea și controlul procesului de irigare

Analiza mai multor sisteme de control al procesului de irigare are diferite abordări, în funcție de competențele agronomice ale utilizatorilor:

- de la automatizarea completă la diferite modalități mixte, care au scopul de a scuti utilizatorul de efort suplimentar privind monitorizarea procesului de irigare a plantațiilor, astfel substituind automatizarea completă care, în ansamblu, nu întotdeauna este cea eficientă. Motivul scăderii eficienței poate fi ignorarea apriori a unor factori în procesul de optimizare – simplificare, care să fie bine înțeles de către utilizator;

- planificarea automată și controlul / reglementarea „buclă închisă”;
- planificarea semiautomată și controlul / reglementarea „buclă deschisă” (varianta A);
- planificarea manuală și controlul / reglarea „buclă deschisă” (varianta B).

De obicei sunt utilizate două tipuri generale de reglare automată a proceselor de irigare: cu „buclă deschisă” și cu „buclă închisă”. Diferența dintre acestea este că „buclă închisă” va avea feedback de la senzori pentru a lua decizii automate și a le aplica în sistemul de irigare. Totodată, sistemele cu „buclă deschisă” aplică o acțiune de irigație temporizată, prestabilită de operator.

Fiecare dintre cele două tipuri de reglări au avantajele și dezavantajele lor. Primul tip asigură o operare automată pură și optimizează consumul de apă, iar al doilea necesită intervenția factorului uman. Aceste două tipuri de control și reglare a consumului de apă sunt descrise mai jos, ceea ce

permite consumătorului să aleagă regimul de irigare adecvat situației.

## 5.8. Planificarea automată și controlul / reglarea cu „buclă închisă”

Sensul acestei abordări este de a planifica procesul de irigare în baza datelor normative de irigare a plantațiilor pe anumite soluri, cu posibilitatea de a interveni în ajustarea acestor norme. În acest caz procesul de control / reglare se face cu „buclă închisă” pe baza datelor obținute de la senzorii inteligenți de urmărire a umidității și a temperaturii pe anumite parcele (figura 5.15).

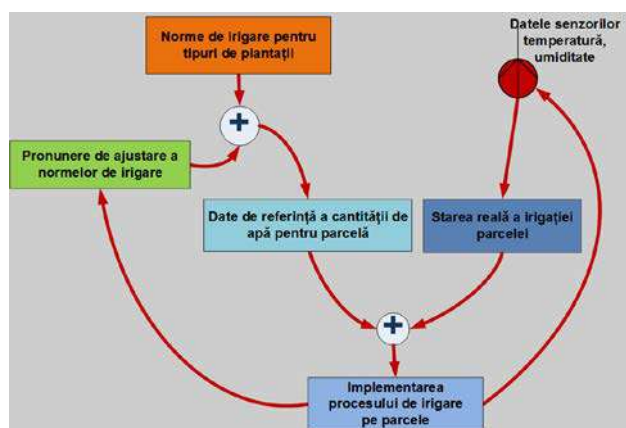


Figura 5.15. Reglarea automată a proceselor de irigare (buclă închisă)

În sistemele de comandă cu „buclă închisă”, circuitul de comandă necesită obținerea datelor de mediu (umiditatea solului, radiația, viteza vântului etc.), inclusiv a parametrilor din sistem (presiunea, debitul etc.) prin utilizarea mai multor senzori – feedback – „buclă închisă”, fiind utilizată pentru blocul de decizie. Utilizatorul stabilește doar strategia de control, iar sistemul informațional determină deciziile detaliate privind timpul și volumul de irigare, acțiunile care se efectuează pe baza datelor primite de la senzori. Feedbackul și controlul sistemului sunt efectuate în mod continuu și automat.

Scopul acestei abordări este de a elibera utilizatorul de anumite sarcini, de a completa parametrii de automatizare și de a economisi timp pentru utilizator. Totodată, această abordare ia în considerare precipitațiile naturale, adăugate fără intervenția utilizatorului. Dezavantajele acestei abordări sunt legate de necesitatea instalării senzorilor pe fiecare parcelă controlată, în caz



contrar se poate produce efectul irigații neuniforme a parcelei.

### 5.9. Planificarea semi-automată și controlul / reglarea cu „bucă deschisă” (varianta A)

Această abordare este mai complicată și constă atât în planificarea procesului pe baza datelor normative de irigare a plantațiilor concrete pe anumite soluri, cât și în necesitatea adaptării acestor norme în funcție de mai mulți factori: date reale provenite de la senzorii instalați pe plantație, cantitatea efectivă de precipitații în perioada respectivă. Procesul de reglare este realizat cu o „bucă deschisă”, care nu se bazează pe datele obținute de la senzorii inteligenți de umiditate, temperatură pe parcela respectivă, dar pe cantitatea de apă livrată prin contoare speciale pe fiecare parcelă (figura 5.16).

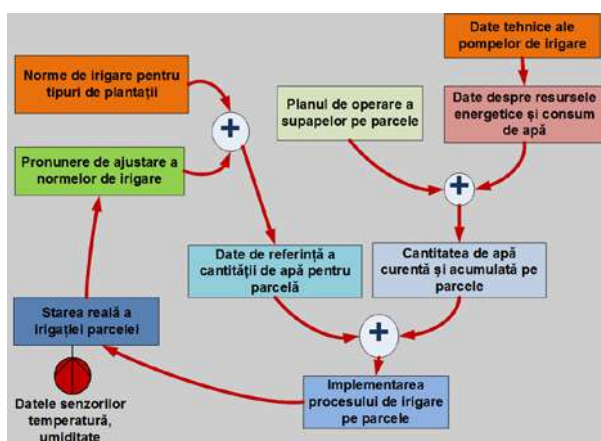


Figura 5.16. Reglarea semiautomată a proceselor de irigare (bucă deschisă, varianta A)

În acest caz, parametrii de bază de control, și anume periodicitatea și cantitatea apei pentru irigare, sunt determinați cu controloare ce folosesc cronometre (ceasuri electronice) pentru a porni și a opri irigarea după aplicarea unui volum dat.

**Avantaje.** Sistemele de control cu „bucă deschisă” (varianta A) sunt simple, ușor accesibile și asigură multe variații ale dispozitivelor fabricate, cu grade diferite de flexibilitate în raport cu numărul de parcele și nu necesită senzori pe fiecare parcelă, ci un număr limitat pe întreaga plantație.

**Dezavantaje.** Aceste sisteme nu răspund automat la schimbarea condițiilor din mediu și necesită o resetare frecventă de către operator, pentru a atinge un nivel ridicat de eficiență a

irigații. Astfel, eficiența depinde de factorul uman, de experiența operatorului / utilizatorului.

### 5.10. Planificarea manuală și controlul / reglarea cu „bucă deschisă” (varianta B)

Ideea acestor abordări este foarte simplă și constă în planificarea procesului nu pe baza datelor normative de irigare a plantațiilor pe anumite soluri și adaptarea acestor norme fără a ține cont de mai mulți factori: de date reale provenite de la senzorii instalați în plantație, de proprietățile concrete ale solului, de cantitatea de precipitații în anumite perioade și intervale de timp. Astfel, procesul de reglare este realizat cu o „bucă deschisă”, care nu se bazează pe datele obținute de la senzorii inteligenți de umiditate, de temperatura în parcelă sau cantitatea de apă livrată pe fiecare parcelă, ci pe timpul de irigare la fiecare parcelă (figura 5.17).

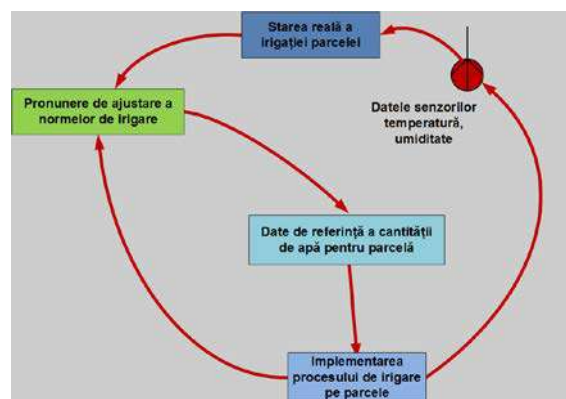


Figura 5.17. Reglarea semiautomată a proceselor de irigare (bucă deschisă, varianta B)

**Avantaje.** Sistemele de control cu „bucă deschisă” (varianta B) sunt simple, ușor accesibile și nu necesită senzori instalați pe fiecare parcelă, ci un număr limitat pe plantație sau chiar lipsa totală a senzorilor.

**Dezavantaje.** Acest sistem are un mare dezavantaj (ca în varianta A) – nu răspunde automat la schimbarea condițiilor din mediu și necesită o resetare frecventă de către operator, pentru a atinge un nivel ridicat de eficiență a irigației. Astfel, eficiența depinde în totalitate de experiența operatorului / utilizatorului.

Descrierea și realizarea acestor trei abordări îi va permite utilizatorului să aplice una dintre ele care, în condiții concrete, este considerată mai eficientă.



### 5.11. Monitorizarea și rapoartele procesului de irigare a plantațiilor

Orice sistem de monitorizare a diferitelor procese, inclusiv irigarea plantațiilor, necesită mijloace totalizatoare/instrumente, identificând rezultatele curente și cumulative. Au fost elaborate o serie de aplicații pentru sistemul de monitorizare a irigației, care îi permite utilizatorului final să facă totalurile și concluziile necesare. Prezentăm o serie de astfel de rapoarte: utilizatorul poate vizualiza consumul de apă pentru irigare pe parcela selectată pe parcursul anumitor etape de dezvoltare a plantelor sau pe tot parcursul sezonului, comparativ cu normele de irigare și precipitații. Raportul privind normele de irigare, precipitațiile și numărul de irigații pentru o anumită fază a dezvoltării plantelor sunt prezentate în figura 5.18; diagrama de raport privind normele de irigare, precipitațiile și numărul de irigații pentru toată faza de dezvoltare a plantelor sunt prezentate în figura 5.19; diagrama de irigare, normele, precipitațiile și numărul de irigații pentru fiecare fază a dezvoltării plantelor sunt prezentate în figurile 5.20, 5.21.

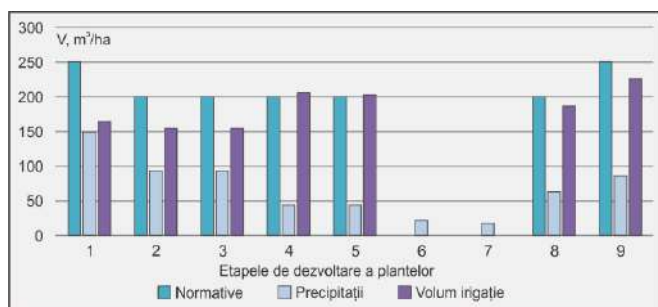


Figura 5.18. Exemplu de diagrama de raport privind normele de irigare, precipitațiile și volumul de irigații pentru fiecare fază de dezvoltare a plantelor.

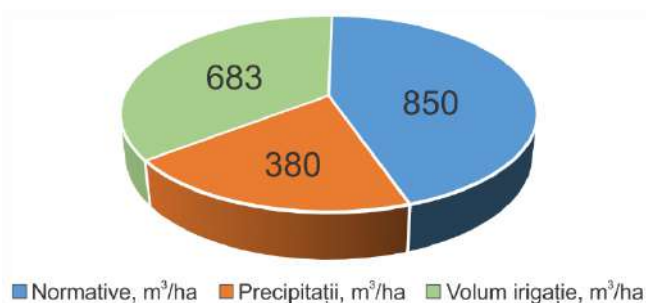


Figura 5.19. Exemplu de diagramă de raportare despre normele de irigare, precipitații și volumele de irigații pentru o anumită fază de dezvoltare a plantelor

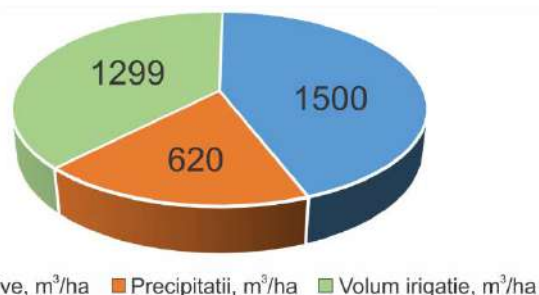


Figura 5.20. Exemplu de diagramă de raportare despre normele de irigare, precipitații și volumele de irigații pentru toate fazele de dezvoltare a plantelor

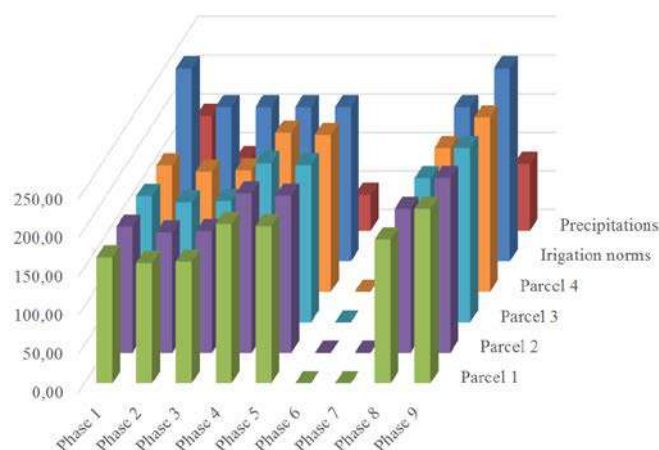


Figura 5.21. Exemplu de diagramă de raport privind normele de irigare, precipitațiile și volumul de irigații pentru fiecare fază de dezvoltare a plantelor

### 5.12. Recomandări și concluzii

1. Tehnologiile moderne de informare și comunicare pot servi plener drept platforme pentru automatizarea proceselor de irigare a plantațiilor, ceea ce ar conduce la eficientizarea și minimizarea costurilor de irigare pentru a deveni mai competitiv pe piață.

2. Dezvoltarea hardware-ului de achiziție, prelucrare și comunicare cu telecomanda și software-ul managementului instalației de irigare, realizat pe nivelurile de jos și medii, asigură teleghidarea complexă a operațiunilor de irigare. Arhitectura propusă, structura software pentru serverele de fundal și cele publice pot îngloba toate datele despre operațiunile de irigare.

3. În cadrul Proiectului a fost efectuată automatizarea procesului de irigare a plantațiilor: au fost propuse trei modalități de planificare și control al irigației și s-a efectuat testarea software, pentru a asigura fiabilitatea ridicată și eficiența sistemului de informare și de comandă. Seria de



aplicații elaborate pentru sistemul de monitorizare a irigației îi permite utilizatorului final să aplice recomandările și să tragă concluziile necesare, iar sistemul – în toată complexitatea sa – să devină mai performant.

## 6. ANALIZA ECONOMICĂ

### 6.1. Analiza tehnico-economică a unui sistem de irigare fotovoltaic (PV) dotat cu o instalație cu puterea de 11 kW, destinat pentru irigarea unei livezi intensive de cireși cu suprafața de 7 ha, în comparație cu extinderea unei rețele electrice

- Volumul de apă pompat de sistemul PV pe perioada de irigare (aprilie – septembrie):  $Q=40300 \text{ m}^3$ .

- Se acceptă că același volum de apă va fi pompat și în cazul extinderii rețelei electrice pe o distanță de 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 km.

- Costul specific de extindere a rețelei electrice:  $C_{SR}=20000 \text{ €/km}$ .

#### 6.1.1. Costul specific în cazul utilizării instalației PV

- Cost module FV:  $C_{MFV}=44 \cdot 4200=184800 \text{ MDL}$ ;
- Cost cutie conexiuni:  $C_{CC}=5124 \text{ MDL}$ ;
- Cost cablu solar:  $C_{CS}=60 \text{ m} \cdot x \cdot 30 = 1800 \text{ MDL}$ ;
- Cost conectoare:  $C_{Con}=16 \cdot x \cdot 54 = 864 \text{ MDL}$ ;
- Cost carcasă module PV cu orientare pe elevație: 81600 MDL.

Cost total echipamente: 274.188 MDL

Cost manoperă plus cheltuieli de transport: 30% din costul total al echipamentelor:  $C_M = 0,3 \cdot 274188 = 82\,256 \text{ MDL}$ .

Alte cheltuieli: 5% din costul total al echipamentelor:  $C_A=0,05 \cdot 274188$ .

Cost total sistem FV:  $C_{Total\,FV}=370\,153 \text{ MDL}$ .

Produsul  $QH = 40300 \cdot 45 = 1\,813\,500 \text{ m}^4$  semnifică volumul de apă pompat la înălțimea de 45 m.

Costul specific al  $1 \text{ m}^3$  de apă pompat la înălțimea de un metru de către sistemul FV:  $C_{spfv} = C_{Total\,FV}/QH = 0,2 \text{ MDL/m}^4$ .

### 6.1.2. Costul specific în cazul extinderii rețelei electrice pe distanțe $L=0,5; 1,0; 2,0$ și 3 km

$L = 0,5 \text{ km}$

- Cost extindere rețea electrică:  $C_{ER} = L \cdot C_{SR} = 0,5 \cdot 20\,000 = 10\,000 \text{ €}$  sau în MDL.

$C_{ER} = 10000 \cdot 21,0144 = 210\,144 \text{ MDL}$  (1 € = 21,0144 MDL);

- Număr ore de funcționare a pompei cu un debit mediu:  $Q_{med}=25 \text{ m}^3/\text{h}$ .

$N_{hf} = Q/Q_{med}=40\,300/25 = 1612 \text{ h/sezon}$ .

- Randamentul agregatului motor – pompă centrifugă variază între 0,4 și 0,6. Acceptăm

$\eta_{mp}=0,6$ ;

- Puterea nominală a pompei,  $P_{np}=5,5 \text{ kW}$ ;

- Energie electrică consumată din rețea,  $EE_R = N_{hf} \cdot P_{np} / \eta_{mp} = 1612 \cdot 5,5 / 0,6 = 1477 \text{ kWh}$ .

- Tariful pentru energie electrică (agenți economici),  $T_{EE}=2,2 \text{ MDL/kWh}$ .

- Cost energie electrică:  $C_{EE} = EE_R \cdot T_{EE} = 1477 \cdot 2,2 = 3250 \text{ MDL}$ .

- Cost total,  $C_{Rtotal} = C_{ER} + C_{EE} = 210144 + 3250 = 213394 \text{ MDL}$ .

- Cost specific,  $C_{Rspec.} = C_{Rtotal}/QH = 213394/1813500 = 0,12 \text{ MDL/m}^4$ .

Analogic s-a calculat costul specific în cazul extinderii rețelei pe distanțe de 1,0; 2,0 și 3,0 km. Rezultatele sunt incluse în tabelul 6.1,

**Tabelul 6.1.**

Costul specific pentru pompare,  $\text{MDL/m}^4$ .

Extinderea rețelei electrice pe distanța $L$ , km				Sistem fotovoltaic
0,5	1,0	2,0	3,0	0,2
0,12	0,24	0,47	0,70	

Astfel, recuperarea investițiilor poate fi calculată în funcție de cultura irigată, de volumul producției și de costurile de piață.

### 6.2. Analiza tehnico-economică

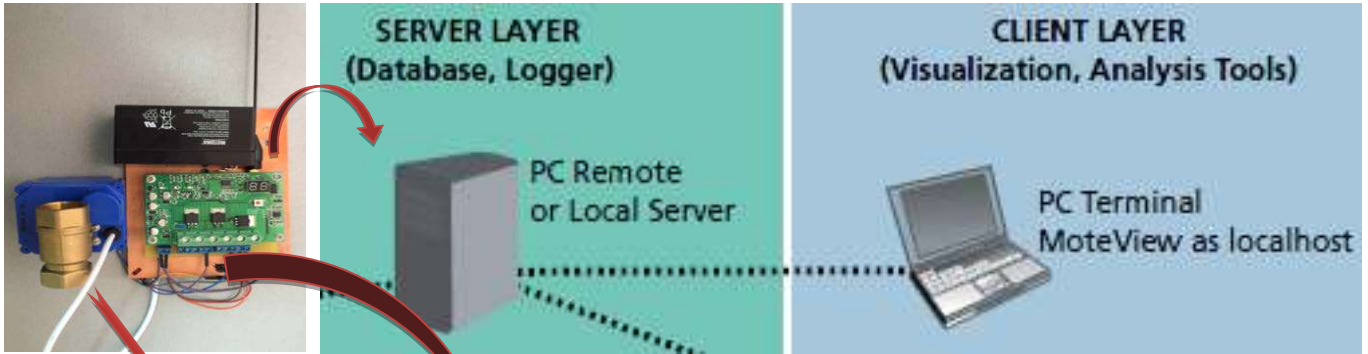
Sistemul de irigare prin picurare sau prin microaspersiune dotat cu o stație hibrid de conversie a energiilor regenerabile "solară-eoliană" sau "solară – microhidrocentrală de flux", în comparație cu extinderea rețelei electrice sau cu grup electrogen (motopompă), poate fi realizat de către autori la cererea agentului economic.



Sistem autonom de irigare integrat cu instalații de conversie a energiilor regenerabile: eoliană, solară, hidrolică (cu modul de control și dirijare la distanță)

**INSTALAȚII FOTOVOLTAICE CU ORIENTARE PE ELEVAȚIE INTEGRATE ÎN SISTEMUL DE IRIGARE PRIN ASPERSIUNE LA ÎNȚEPRINDEREA AGRICOLĂ TRIDENAL, CRIULENI (PV instalate pe acoperiș)**

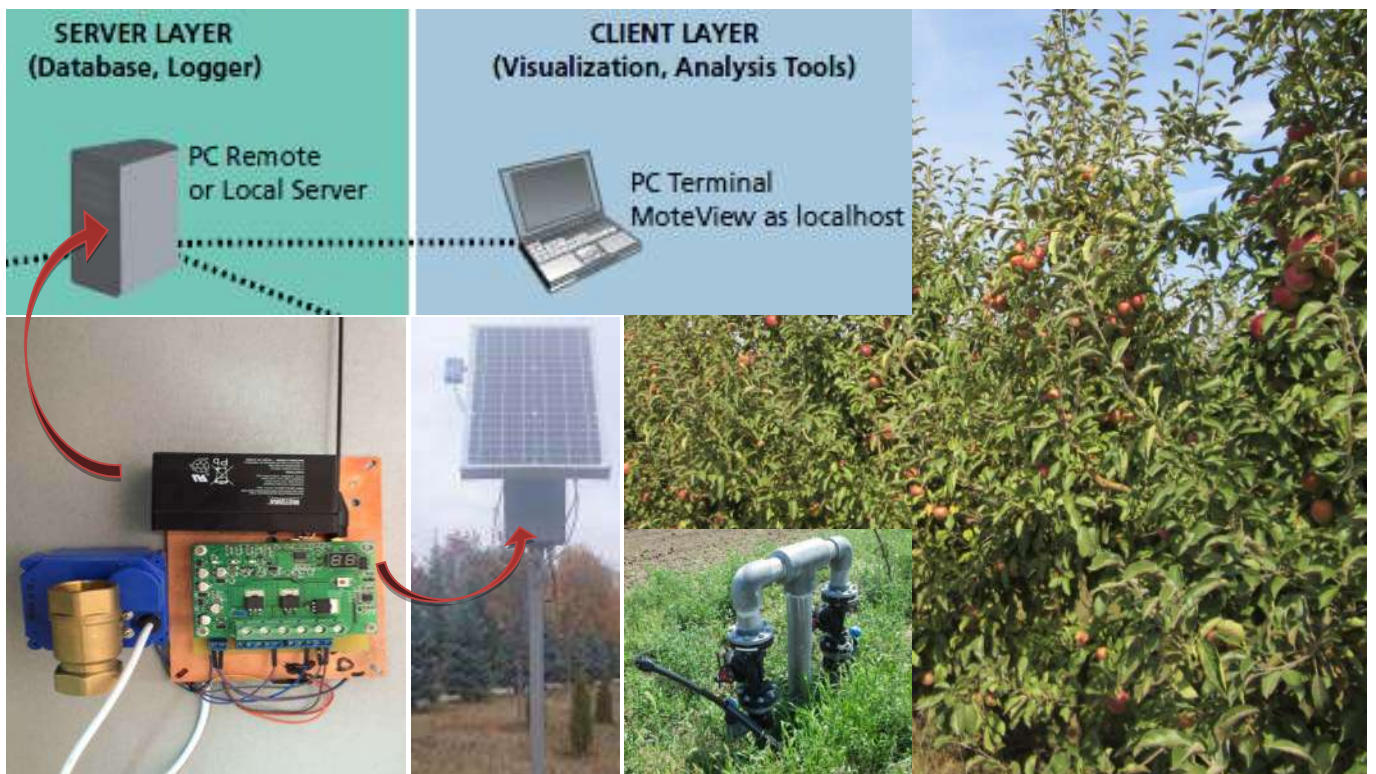






Sistem autonom de irigare integrat cu instalații de conversie a energiilor regenerabile: eoliană, solară, hidrolică (cu modul de control și dirijare la distanță)

## INSTALAȚII FOTOVOLTAICE INTEGRATE CU ORIENTARE PE ELEVAȚIE ÎN SISTEMUL DE IRIGARE PRIN PICURARE LA ÎNȚREPRINDEREA AGRICOLĂ "FORTINA LABIS", FLORENI, UNGHENI





## 7. INSTALAȚII DE CONVERSIE A ENERGIILOR REGENERABILE ELABORATE LA UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, RECOMANDATE PENTRU ALIMENTAREA SISTEMELOR AUTONOME DE IRIGARE CU ENERGIE ELECTRICĂ

În corespundere cu legile și directivele aprobate la nivel național și la nivelul Uniunii Europene privind promovarea utilizării energiilor regenerabile, la Universitatea Tehnică a Moldovei, în ultimii 15 ani, au fost cercetate, proiectate și fabricate diverse instalații de conversie a energiilor regenerabile (solară, eoliană și hidrolică), destinate consumatorilor individuali dispersați. Aceste instalații de conversie de putere mică (10...20 kW) pot fi integrate eficient în sisteme de irigare prin aspersiune, microaspersiune sau picurare.

**7.1. Turbine eoliene.** În baza cercetărilor complexe efectuate, autorii au brevetat o serie de soluții tehnice de turbine eoliene (TE) de putere mică [1, 2, 4, 6-9]:

- turbine eoliene cu orientare cu servomotor la direcția vântului, cu puterea nominală de 10 kW;

- turbine eoliene cu orientare aerodinamică la direcția vântului cu roți windrose, cu puterea nominală de 10 kW;

- turbine eoliene cu rotor aerodinamic basculant.

În baza elaborărilor conceptuale brevetate a fost proiectată și fabricată seria "zero" din 10 turbine eoliene cu puterea nominală de 10 kW. În figura 7.1, a, b, c, d sunt prezentate turbine eoliene cu generator cu magneti permanenți, cu puterea nominală de 10 kW fiecare, instalate în diverse zone ale Republicii Moldova pentru cercetări experimentale complexe (ultima fază de pregătire – producerea TE în serie).

**7.2. Microhidrocentrale de flux.** Elaborarea conceptuală a construcțiilor microhidrocentralelor cu profil hidrodinamic al palelor orientate individual în raport cu direcția curgerii apei a fost efectuată în baza a trei scheme conceptuale:

- microhidrocentrală cu ax vertical și pale amplasate pe osii verticale, ancorată cu structură metalică;

- microhidrocentrală flotabilă cu ax vertical și pale amplasate pe osii verticale;

- microhidrocentrală flotabilă cu ax orizontal și pale amplasate pe osii orizontale.

În scopul majorării coeficientului de conversie a energiei cinetice a apei (coeficientul Betz), au fost elaborate și brevetate o serie de scheme structurale de microhidrocentrale plutitoare [1-4], care includ un rotor cu ax vertical cu pale verticale și profil hidrodinamic în secțiune normală. Palele sunt legate între ele printr-un mecanism de orientare individuală a lor față de direcția curenților de apă. Mișcarea de rotație a rotorului cu ax vertical, impusă prin interacțiunea *pală-fluid*, este multiplicată prin intermediul unui sistem de transmisii mecanice și este transmisă unui generator electric sau unei pompe hidraulice.

Pentru satisfacerea obiectivelor și cerințelor consumatorilor de microhidrocentrale, precum și pentru sporirea eficienței conversiei potențialului cinetic al apei curgătoare în zona respectivă a râului, autorii au elaborat următoarele concepte constructive și funcționale bazate pe asamblarea modulară:

- microhidrocentrală cu rotor hidrodinamic cu pale întregi sau modulare pentru conversia energiei cinetice a apei râului direct în energie mecanică – pentru pomparea apei (MHCF D4x1,5 M);

- microhidrocentrală cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a apei râului în energie electrică și mecanică (MHCF D4x1,5 ME);

- microhidrocentrală cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a apei râului în energie mecanică la turații mici (MHCF D4x1,5 ME);

- microhidrocentrală cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a apei râului în energie electrică (MHCF D4x1,5 E).

Microhidrocentralele menționate, concepute modular, permit modificarea destinației și caracteristicilor lor funcționale prin înlocuirea unor agregate cu altele (generator, pompă, pale cu alt profil hidrodinamic și structură, rotor cu 3 sau 5 pale).

În figura 7.2, a, b, c, d sunt prezentate microhidrocentrale de flux pentru conversia





energiei cinetice a apei râurilor în energie electrică sau mecanică.

**7.3. Instalații fotovoltaice.** Luând în considerare potențialul energetic solar al Republicii Moldova și coincidența majoră a perioadelor de iradiere solară maximă cu necesitățile în irigare a terenurilor agricole, instalațiile fotovoltaice sunt deosebit de eficiente pentru alimentarea cu energie electrică a sistemelor pentru mica irigare. Pentru eficientizarea conversiei energiei fotovoltaice și reducerea costurilor instalației, autorii au elaborat și au brevetat o serie de soluții tehnice de instalații

fotovoltaice cu orientare la Soare separat sau în grupuri, într-un plan sau în ambele planuri (meridional și azimutal, cu considerarea factorului sezonier) [1, 2, 4, 5, 10, 11].

În *figura 7.3, a, b, c, d* sunt prezentate instalații fotovoltaice elaborate, cu puterea de 375 W, 750 W, 11 kW, utilizabile inclusiv în sistemele de irigare.

În *figurile 7.4, a, b, c și 6.5, a, b, c* sunt prezentate sisteme de irigare prin microaspersiune și picurare, elaborate de autori și implementate în Întreprinderile agricole *TriDenal SRL* (Criuleni) și *Fortina Labis* (s. Floreni, r. Ungheni).



**Instalații de conversie a energiilor regenerabile:  
eoliană, solară, hidrolică**  
elaborate la Universitatea Tehnică a Moldovei și recomandate  
pentru alimentarea cu energie electrică a sistemelor autonome de irigare



## **Turbine eoliene cu ax orizontal**

**Elaborate, proiectate și fabricate la Universitatea Tehnică a Moldovei**

***Figura 7.1 (a)*** Hala de fabricare, asamblare și testare de laborator a turbinelor eoliene, CESCER, UTM

***Figura 7.1 (b)*** Turbine eoliene fabricate la UTM cu orientare cu servomotor la direcția vântului, puterea nominală de 10kW

***Figura 7.1 (c)*** Turbine eoliene fabricate la UTM, instalate pentru încercări în diferite zone ale Republicii Moldova

***Figura 7.1 (d)*** Turbina eoliană cu orientare aerodinamică la direcția vântului cu roți windrose, puterea nominală de 10 kW.



**Figura 7.1 (a)** Hala de fabricare, asamblare și testare de laborator a turbinelor eoliene, CESCER, UTM



2008



2009



2010

**Figura 7.1 (b)** Turbine eoliene fabricate la UTM cu orientare cu servomotor la direcția vântului, puterea nominală de 10kW



2011



2012



2012



2013

**Figura 7.1 (c)** Turbine eoliene fabricate la UTM, instalate pentru încercări în diferite zone ale Republicii Moldova



2013

*Figura 7.1 (d)* Turbina eoliană cu orientare aerodinamică la direcția vântului cu roți windrose, puterea nominală de 10 kW.



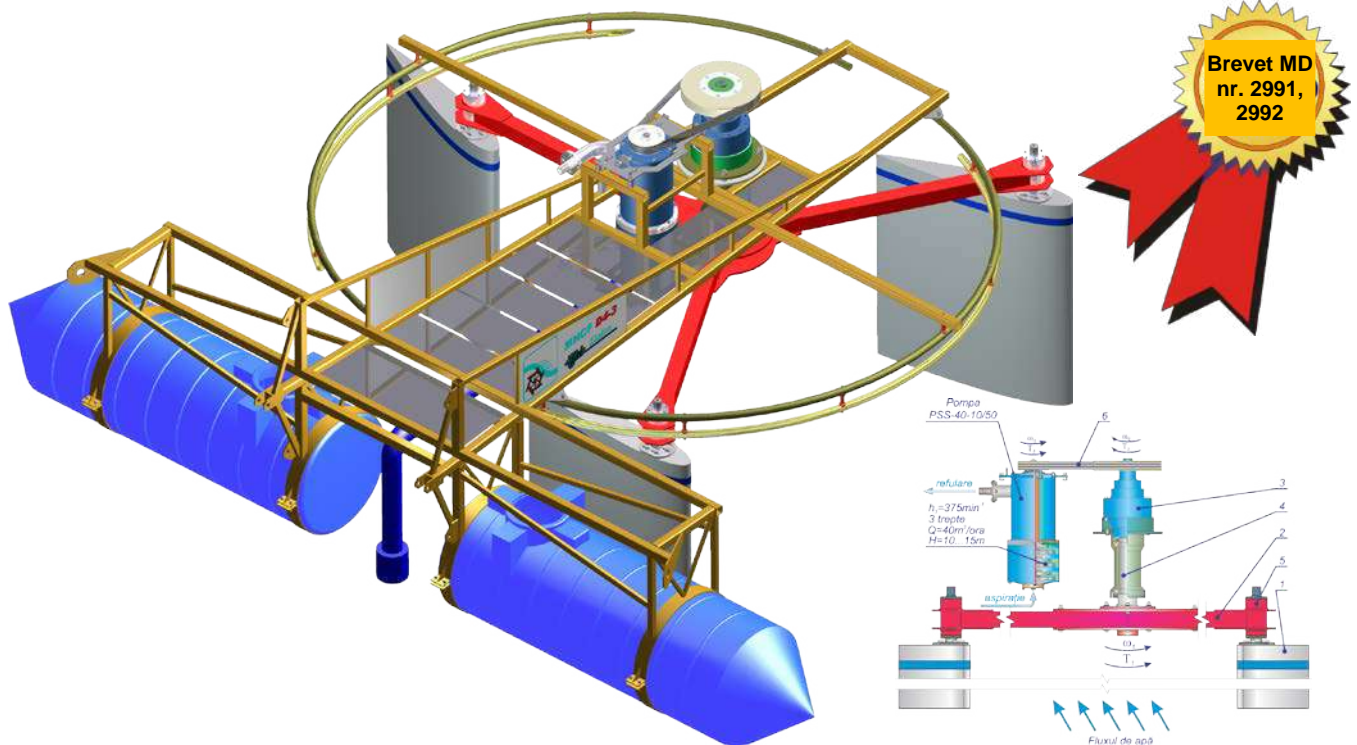
## Microhidrocentrale de flux pentru conversia energiei cinetice a apei râurilor

Elaborate, proiectate și fabricate la Universitatea Tehnică a Moldovei

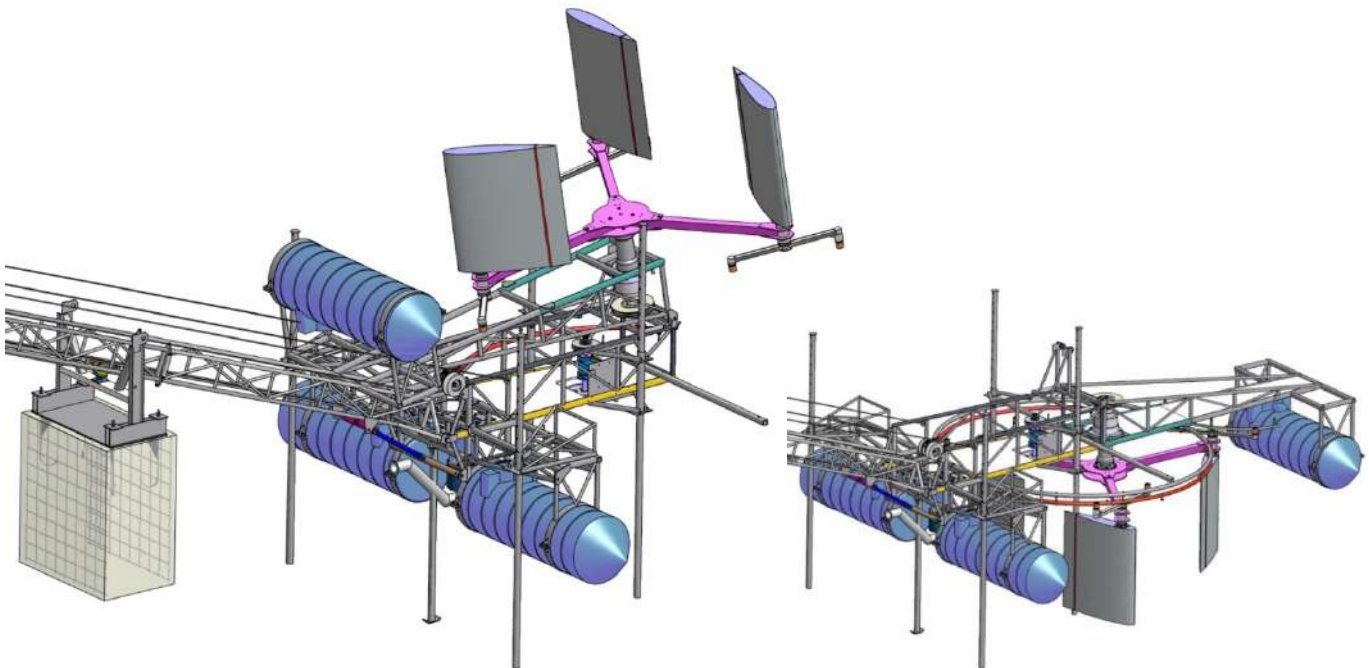
*Figura 7.2 (a)* Microhidrocentrala pentru conversia energiei cinetice a apei râurilor în energie mecanică (de pompare a apei) și microhidrocentrala de flux cu rotor hidrodinamic basculant cu 3 pale cu lungimea cordului  $l=1300\text{mm}$

*Figura 7.2 (b)* Microhidrocentrale de flux cu rotor hidrodinamic cu 5 și 3 pale cu lungimea cordului  $l=1300\text{mm}$

*Figura 7.2 (c)* Microhidrocentrala de flux cu rotor hidrodinamic basculant cu 5 pale cu lungimea cordului  $l=800\text{mm}$  și ecrane pentru direcționarea curgerii fluidului și testarea microhidrocentralei de flux pe râul Prut, (com. Stoienești, Cahul, 2011).



Microhidrocentrală pentru conversia energiei cinetice a apei râurilor în energie mecanică (de pompare a apei).



Microhidrocentrala de flux cu rotor hidrodinamic basculant cu 3 pale cu lungimea cordului  $l=1300\text{mm}$

**Figura 7.2 (a)** Microhidrocentrala pentru conversia energiei cinetice a apei râurilor în energie mecanică (de pompare a apei) și microhidrocentrala de flux cu rotor hidrodinamic basculant cu 3 pale cu lungimea cordului  $l=1300\text{mm}$





Sistem autonom de irigare integrat cu instalații de conversie a energiilor regenerabile:  
eoliană, solară, hidrolică (cu modul de control și dirijare la distanță)



*Figura 7.2 (b)* Microhidrocentrale de flux cu rotor hidrodinamic cu 5 și 3 pale cu lungimea cordului  $l=1300\text{mm}$



Microhidrocentrala de flux cu rotor hidrodinamic basculant cu 5 pale cu lungimea cordului  $l=800\text{mm}$  și ecrane pentru direcționarea curgerii fluidului



Testarea microhidrocentralei de flux pe râul Prut, (com. Stoienești, Cahul, 2011).  
**Figura 7.2 (c)** Microhidrocentrala de flux cu rotor hidrodinamic basculant cu 5 pale cu lungimea cordului  $l=800\text{mm}$  și ecrane pentru direcționarea curgerii fluidului și testarea microhidrocentralei de flux pe râul Prut, (com. Stoienești, Cahul, 2011).



## **Instalații fotovoltaice cu orientare astronomică la soare**

**Elaborate, proiectate și fabricate la Universitatea Tehnică a Moldovei**

*Figura 7.3 (a)* Hala de proiectare și fabricare

*Figura 7.3 (b)* Instalații fotovoltaice elaborate cu puterea 375W

*Figura 7.3 (c)* Instalații fotovoltaice elaborate cu puterea 750W utilizat în sistemele de protecție antigrindină



**Figura 7.3 (a)** Hala de proiectare și fabricare



**Figura 7.3 (b)** Instalații fotovoltaice elaborate cu puterea 375W



**Figura 7.3 (c)** Instalații fotovoltaice elaborate cu puterea 750W utilizat în sistemele de protecție antigrindină



Sistem autonom de irigare integrat cu instalații de conversie a energiilor regenerabile: eoliană, solară, hidroelectrică (cu modul de control și dirijare la distanță)

**Anexa 3**

**Brevete de invenție pe tematica proiectului  
„Sistem autonom de irigare integrat cu instalații de conversie a  
energiilor regenerabile: eoliană, solară, hidroelectrică”**



MD 4401 B1 2016.02.29

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **4401** (13) **B1**  
(51) Int.Cl.: *B60K 16/00* (2006.01)  
*F24J 2/54* (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

În termen de 6 luni de la data publicării mențiunii privind hotărârea de acordare a brevetului de invenție, orice persoană poate face opoziție la acordarea brevetului

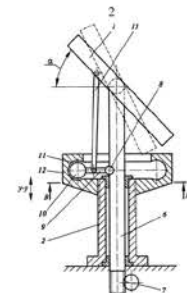
(21) Nr. depozit: a 2015 0093 (22) Data depozit: 2015.09.30	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2016.02.29, BOPI nr. 2/2016
--	---

(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD; INSTITUTUL DE CERCETĂRI PENTRU HIDRAULICĂ ȘI PNEUMATICĂ, RO
(72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; DUMITRESCU Cătălin, RO; CIOBANU Oleg, MD; CIOBANU Radu, MD; COZMA Ion, MD
(73) Titulari: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD; INSTITUTUL DE CERCETĂRI PENTRU HIDRAULICĂ ȘI PNEUMATICĂ, RO

(54) Sistem de orientare a panourilor fotovoltaice

(57) Rezumat:

Invenția se referă la energetică, și anume la instalațiile pentru transformarea energiei solare în electrică.  
Sistemul de orientare a panourilor fotovoltaice conține panouri fotovoltaice (1), amplasate pe suporturi (2), și arbori (6) de orientare a panourilor fotovoltaice (1) în plan meridional, legați cu un motor-reductor precisional prin intermediul unei serii de arbori. Arborii (6) sunt legați cinematic cu panourile fotovoltaice (1) în plan azimutal prin intermediul unui sistem de bare (9, 13) articulate, amplasate într-o flanșă (12), legată cinematic cu arborele (6) de orientare a panourilor fotovoltaice (1) în plan meridional prin intermediul unei transmisii șurub-piuliță.  
Revențieri: 1  
Figuri: 6



MD 4401 B1 2016.02.29



MD 4419 C1 2016.12.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **4419** (13) **C1**  
(51) Int.Cl.: *B60K 16/00* (2006.01)  
*F24J 2/38* (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2015 0114 (22) Data depozit: 2015.11.16	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2016.05.31, BOPI nr. 5/2016
--	---

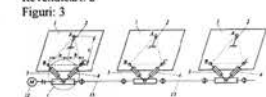
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD; INSTITUTUL DE CERCETĂRI PENTRU HIDRAULICĂ ȘI PNEUMATICĂ, RO
(72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; DUMITRESCU Cătălin, RO; CIOBANU Oleg, MD; CIOBANU Radu, MD; COZMA Ion, MD
(73) Titulari: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD; INSTITUTUL DE CERCETĂRI PENTRU HIDRAULICĂ ȘI PNEUMATICĂ, RO

(54) Sistem de orientare a panourilor fotovoltaice

(57) Rezumat:

Invenția se referă la sistemele de conversie a energiei regenerabile, și anume la sistemele de orientare a unui grup de panouri fotovoltaice după soare.  
Sistemul de orientare a panourilor fotovoltaice include panouri fotovoltaice (1), instalate pe niște suporturi (2, 3, 4) în punctele A, B, C. Suportul (2), cu un capăt, este fixat rigid pe o bază, și cu celălalt capăt este fixat în punctul A, amplasat în partea de sus la mijlocul panoului (1), prin intermediul unui reazem sferic (14), amplasat într-un locaș sferic (17) și executat cu 2 grade de libertate pentru amplasarea unui deget (15) într-o canelură (16), executată longitudinal în locașul sferic (17), unit cu o tijă (18), care prin intermediul unui cuplaj unisens (19) comunică cu un șurub (20) al unui nod (21) cu transmisie șurub-piuliță cu pas mic al filetelui, iar suporturile (3 și 4), cu un capăt, sunt fixate rigid, respectiv, în punctele B și C, amplasate

simetric față de punctul A în partea de jos a panoului (1), și sunt executate în formă de tije reglabile, care conțin, respectiv, câte un nod (5 și 6) cu transmisie șurub-piuliță cu niște șuruburi (7 și 8), unite rigid cu niște roți elicoidale (9 și 10), între care este amplasat un pinion elicoidal (11), legat cinematic cu arborele unui motor electric (12), unit și cu niște arbori cardanici (13). Direcția liniei elicoidale a șurubului (7) este inversă direcției liniei elicoidale a șurubului (8).  
Revențieri: 2  
Figuri: 3



MD 4419 C1 2016.12.31

REPUBLICA MOLDOVA  
Agenția de Stat pentru  
Proprietatea Intelectuală

**BREVET  
DE INVENȚIE**  
Nr. **4401**

Eliberat în temeiul Legii nr. 50/2008 privind protecția invențiilor

Titlul: Sistem de orientare a panourilor fotovoltaice

Titulari: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD;  
INSTITUTUL DE CERCETĂRI PENTRU HIDRAULICĂ  
ȘI PNEUMATICĂ, RO

Data depozit: 2015.09.30

Descrierea invenției, revendicările și desenele constituie parte integrantă a prezentului brevet de invenție

Director General

CHIȘINĂU

REPUBLICA MOLDOVA  
Agenția de Stat pentru  
Proprietatea Intelectuală

**BREVET  
DE INVENȚIE**  
Nr. **4419**

Eliberat în temeiul Legii nr. 50/2008 privind protecția invențiilor

Titlul: Sistem de orientare a panourilor fotovoltaice

Titulari: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD;  
INSTITUTUL DE CERCETĂRI PENTRU HIDRAULICĂ  
ȘI PNEUMATICĂ, RO

Data depozit: 2015.11.16

Descrierea invenției, revendicările și desenele constituie parte integrantă a prezentului brevet de invenție

Director General

CHIȘINĂU



Sistem autonom de irigare integrat cu instalații de conversie a energiilor regenerabile: eoliană, solară, hidrolică (cu modul de control și dirijare la distanță)

  
**REPUBLICA MOLDOVA**  
 Agenția de Stat pentru  
 Proprietatea Intelectuală

**BREVET  
 DE INVENȚIE**  
 Nr. 4487

Eliberat în temeiul Legii nr. 50/2008 privind protecția invențiilor

Titlul: Turbină eoliană cu ax orizontal

Titulari: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD;  
 INSTITUTUL DE CERCETĂRI PENTRU HIDRAULICĂ  
 ȘI PNEUMATICĂ, RO

Data depozit: 2016.08.01

Descrierea invenției, revendicările și desenele constituie parte integrantă a prezentului brevet de invenție


 Director General  
  
 CHIȘINĂU

MD 4487 B1 2017.05.31

  
**REPUBLICA MOLDOVA**  
 Agenția de Stat pentru  
 Proprietatea Intelectuală

**BREVET  
 DE INVENȚIE  
 DE SCURTĂ DURATĂ**  
 Nr. 1052

Eliberat în temeiul Legii nr. 50/2008 privind protecția invențiilor

Titlul: Sistem de orientare biaxială a unui panou fotovoltaic

Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD

Data depozit: 2015.11.16  
 Durata brevetului: 6 ani

Descrierea invenției, revendicările și desenele constituie parte integrantă a prezentului brevet de invenție de scurtă durată


 Director General  
  
 CHIȘINĂU

MD 1052 Z 2017.02.28

  
 MD 4487 B1 2017.05.31

**REPUBLICA MOLDOVA**  
  
 (19) Agenția de Stat  
 pentru Proprietatea Intelectuală  
 (11) 4487 (13) B1  
 (51) Int.Cl.: F03D 1/00 (2006.01)

**(12) BREVET DE INVENȚIE**

In termen de 6 luni de la data publicării mențiunii privind hotărârea de acordare a brevetului de invenție, orice persoană poate face opoziție la acordarea brevetului	
(21) Nr. depozit: a 2016.0092 (22) Data depozit: 2016.08.01	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2017.05.31, BOP1 nr. 5/2017
(71) Solicitanți: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD; INSTITUTUL DE CERCETĂRI PENTRU HIDRAULICĂ ȘI PNEUMATICĂ, RO (72) Inventatori: BOSTAN Viorel, MD; BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; DUMITRESCU Catalin, RO; CIOBANU Oleg, MD; CIOBANU Radu, MD; GUTU Marin, MD (73) Titulari: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD; INSTITUTUL DE CERCETĂRI PENTRU HIDRAULICĂ ȘI PNEUMATICĂ, RO	

**(54) Turbină eoliană cu ax orizontal**

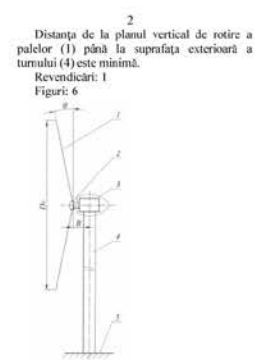
**(57) Rezumat:**

Invenția se referă la energetica eoliană, și anume la turbine eoliene cu ax orizontal și poate fi utilizată pentru conversia energiei regenerabile, în special pentru conversia energiei eoliene.

Turbina eoliană cu ax orizontal conține un tam (4), pe care sunt instalate un rotor (2) cu trei pale acrodinamice (1), amplasate pe butucul rotorului (2) sub un unghi  $\theta$  față de planul vertical al rotorului (2), valoarea căruia este determinată după formula:

$$\theta = 2 \arcsin \frac{V_{max}}{D} = 2 \arcsin \frac{F_{max} \left( \frac{D}{2} \right)}{D \cdot E} = \arcsin \frac{F_{max} \cdot D^2}{12 E I}$$

unde:  $y_{max}$  este amplitudinea deplasării vârfului palei;  
 D – diametrul rotorului;  
 $F_{max}$  – forța maximă de încoiere;  
 E – modulul de elasticitate al materialului palelor;  
 I – momentul de inerție față de axa de simetrie a profilului aerodinamic al palei.



  
 MD 1052 Z 2017.02.28

**REPUBLICA MOLDOVA**  
  
 (19) Agenția de Stat  
 pentru Proprietatea Intelectuală  
 (11) 1052 (13) Z  
 (51) Int.Cl.: F24J 2/38 (2006.01)  
 F24J 2/54 (2006.01)

**(12) BREVET DE INVENȚIE  
 DE SCURTĂ DURATĂ**

(21) Nr. depozit: s 2015 0154 (22) Data depozit: 2015.11.16	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2016.06.30, BOP1 nr. 6/2016
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; CIOBANU Oleg, MD; CIOBANU Radu, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

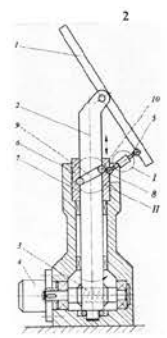
**(54) Sistem de orientare biaxială a unui panou fotovoltaic**

**(57) Rezumat:**

Invenția se referă la energetica, în special la sisteme de orientare biaxială a panourilor fotovoltaice, și poate fi utilizată la orientarea panourilor fotovoltaice după soare.

Sistemul de orientare biaxială a unui panou fotovoltaic conține un panou fotovoltaic (1), un arbore (2) de orientare a panoului fotovoltaic (1) în plan meridianal, și un mecanism de rotație, constituit dintr-un reductor mecat (3) și un motor electric (4). Panoul fotovoltaic (1) este unit articulat în partea lui de mijloc cu arborele (2) și cinematic cu mecanismul de rotație. În partea de jos panoul fotovoltaic (1) este legat articulat prin intermediul unei tije (5) cu o bucă (6) cilindrică. Pe suprafața de contact a arborelui (2) cu buca (6) este executat un canal sifonos (9), în care este amplasată o bilă (10). Tija (5) conține o bucă (13) filetată, care dintr-o parte este unită cu un capăt (11) filetat al tije (5), iar de altă parte buca (13) este unită cu capătul (12) opus al tije (5) prin intermediul unor bile (14).

Revendicări: 1  
 Figuri: 3





  
**REPUBLICA MOLDOVA**  
 Agenția de Stat pentru  
 Proprietatea Intelectuală

**BREVET  
 DE INVENȚIE  
 DE SCURTĂ DURATĂ**

**Nr. 1126**  
 Eliberat în temeiul Legii nr. 50/2008 privind protecția invențiilor

Titlul: Turbină eoliană (variante)  
 Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD  
 Data depozit: 2016.09.12  
 Durata brevetului : 6 ani

Descrierea invenției, revendicările și desenele constituie parte integrantă a prezentului brevet de invenție de scurtă durată

Director General  
  
 CHIȘINĂU



MD 1126 Y 2017.02.28

  
**REPUBLICA MOLDOVA**  
 Agenția de Stat pentru  
 Proprietatea Intelectuală

**BREVET  
 DE INVENȚIE  
 DE SCURTĂ DURATĂ**

**Nr. 1127**  
 Eliberat în temeiul Legii nr. 50/2008 privind protecția invențiilor

Titlul: Pală a rotorului turbinei eoliene  
 Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD  
 Data depozit: 2016.06.27  
 Durata brevetului : 6 ani

Descrierea invenției, revendicările și desenele constituie parte integrantă a prezentului brevet de invenție de scurtă durată

Director General  
  
 CHIȘINĂU



MD 1127 Y 2017.02.28

  
 MD 1126 Y 2017.02.28

**REPUBLICA MOLDOVA**  
  
 (19) Agenția de Stat  
 pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 1126 (13) Y  
 (51) Int.Cl.: F03D 1/00 (2006.01)  
 F03D 7/04 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE  
 DE SCURTĂ DURATĂ

În termen de 6 luni de la data publicării mențiunii privind hotărârea de acordare a brevetului de invenție de scurtă durată, orice persoană poate face opoziție la acordarea brevetului

(21) Nr. depozit: s 2016 0101 (22) Data depozit: 2016.09.12	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2017.02.28, BOPi nr. 2/2017
--	---

(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD  
 (72) Inventatori: BOSTAN Viorel, MD; BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; CIOBANU Oleg, MD; CIOBANU Radu, MD; ODANAI Valeriu, MD  
 (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD

(54) Turbină eoliană (variante)

(57) Rezumat:

1  
 Invenția se referă la energia eoliană și poate fi utilizată în sistemele de conversie a energiei regenerabile, și anume pentru conversia energiei eoliene.

Turbina eoliană include un rotor cu pale (1) cu profil aerodinamic, fixate pe un butuc (2) cu flanșă, instalat pe un arbore canelat (3) cu flanșă (4), într-o nacelă (8), cu posibilitatea deplasării axiale, un generator cu magnet permanenți (11), rotorul cărui este legat rigid cu arborele canelat (3), niște flanșe (7) fixate rigid de nacelă (8), legată cinematic cu un turn (9), totodată între flanșa butucului (2) și flanșa (4) a arborelui (3) este amplasat un element elastic (5), iar pe părțile exterioare ale flanșei butucului (2) și flanșei (7) sunt fixate niște elemente de frânare (6) și, respectiv, (10).

Turbina eoliană în care în interiorul butucului (2) este instalat rigid un disc (12), în care sunt executate cel puțin două caneluri radiale (13), în interiorul cărora sunt amplasate niște elemente inerționale (14), care comunică cu butucul (2) prin intermediul unor elemente elastice (15), cu posibilitatea deplasării de-a

2  
 lungul canelurilor (13), iar pe suprafețele exterioare a elementelor inerționale (14) și cea cilindrică interioară a nacelii (8) sunt fixate niște elemente de frânare (16) și, respectiv, (18).

Revendicări: 2  
 Figuri: 3



  
 MD 1127 Y 2017.02.28

**REPUBLICA MOLDOVA**  
  
 (19) Agenția de Stat  
 pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 1127 (13) Y  
 (51) Int.Cl.: F03D 7/02 (2006.01)  
 F03D 80/00 (2016.01)  
 F03D 80/40 (2016.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE  
 DE SCURTĂ DURATĂ

În termen de 6 luni de la data publicării mențiunii privind hotărârea de acordare a brevetului de invenție de scurtă durată, orice persoană poate face opoziție la acordarea brevetului

(21) Nr. depozit: s 2016 0086 (22) Data depozit: 2016.06.27	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2017.02.28, BOPi nr. 2/2017
--	---

(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD  
 (72) Inventatori: BOSTAN Viorel, MD; BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; GUȚU Marin, MD  
 (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD

(54) Pală a rotorului turbinei eoliene

(57) Rezumat:

1  
 Invenția se referă la sisteme de conversie a energiei regenerabile, și anume la structura lonjeronelor ale palilor rotorului turbinei eoliene.

Pală rotorului turbinei eoliene conține un înveliș (1) cu profil aerodinamic, executat din material compozit, în interiorul cărui este amplasat un lonjeron (2), alcătuit din două plăci longitudinale (4) și (5), executate din material compozit, între care este montat perpendicular o a treia placă (6). Lonjeronul (2) conține o talpă, care constă dintr-o placă de fixare (3), unită cu plăcile longitudinale (4) și (5), totodată placa de fixare (3) și porțiunile alăturate ale plăcilor longitudinale (4), (5) și plăcii (6) pe o distanță de  $\frac{1}{4}$  din lungimea palei sunt executate din fibre de carbon, reunite bidirecțional în mai multe straturi. Între plăcile longitudinale (4) și (5) ale lonjeronului (2), în

2  
 apropierea plăcii de fixare (3), pot fi fixate rigid bare, executate din aliaj cu memoria formei. De asemenea, în structura plăcii longitudinale (4) pot fi incorporate fibre (11), executate din aliaj cu memoria formei.

Revendicări: 3  
 Figuri: 5







## **Aprecieri la Expoziții internaționale de Invenții, Cercetare și Transfer Tehnologic**

**EUREKA, INFOINVENT, PROINVENT, EUROINVENT, INVENTICA,  
ARHIMED, ISIF**

**Medalii de aur - 45,  
Medalii de argint - 13,  
Medalii de bronz – 6,  
Premii speciale – 13.**

*inclusiv în cadrul Proiectului,*

**Medalii de aur - 21,  
Medalie de argint - 1,  
Medalii de bronz – 3,  
Premii speciale – 6,  
Diplome de excelență – 7.**

Sistem autonom de irigare integrat cu instalații de conversie a energiilor regenerabile:  
eoliană, solară, hidrolică (cu modul de control și dirijare la distanță)



Diploma și Premiul Special pentru invenții, Pro Invent 2017, Cluj-Napoca, România.



Medalia de Aur, Euroinvent 2016, Iași, România.



Diploma de Excelență și Premiul Special, Pro Invent 2017, Cluj-Napoca, Romania.



Medalia de Aur, Euroinvent 2016, Iași, România.



Medalia de Aur, Euroinvent 2017, Iași, România.



Diploma de Excelență și Premiul Special, Pro Invent 2016, Cluj-Napoca, România.



Sistem autonom de irigare integrat cu instalații de conversie a energiilor regenerabile: eoliană, solară, hidrolică (cu modul de control și dirijare la distanță)



Medalia de Bronz pentru excelență în inovație, Târgul Internațional de Invenții ISIF'17, Istanbul, Turkey.



Premiul Special pentru Invenții, Pro Invent 2017, Cluj-Napoca, România.



Medalia de Aur, Inventica 2017, Iași, România.



Medalia "INVENTICA", Inventica 2017, Iași, România.

Sistem autonom de irigare integrat cu instalații de conversie a energiilor regenerabile:  
eoliană, solară, hidrolică (cu modul de control și dirijare la distanță)



Diploma de Excelență și Medalia de Aur, Pro Invent 2017, Cluj-Napoca, România.



Diploma de Excelență și Medalia de Aur, Pro Invent 2016, Cluj-Napoca, România.



Diploma de Excelență și Medalia de Aur, Pro Invent 2017, Cluj-Napoca, România.



Diploma de Excelență și Medalia de Aur, Pro Invent 2016, Cluj-Napoca, România.



Diploma de Excelență și Medalia de Aur, Pro Invent 2017, Cluj-Napoca, România.



Diploma de Excelență, Pro Invent 2016, Cluj-Napoca, România.



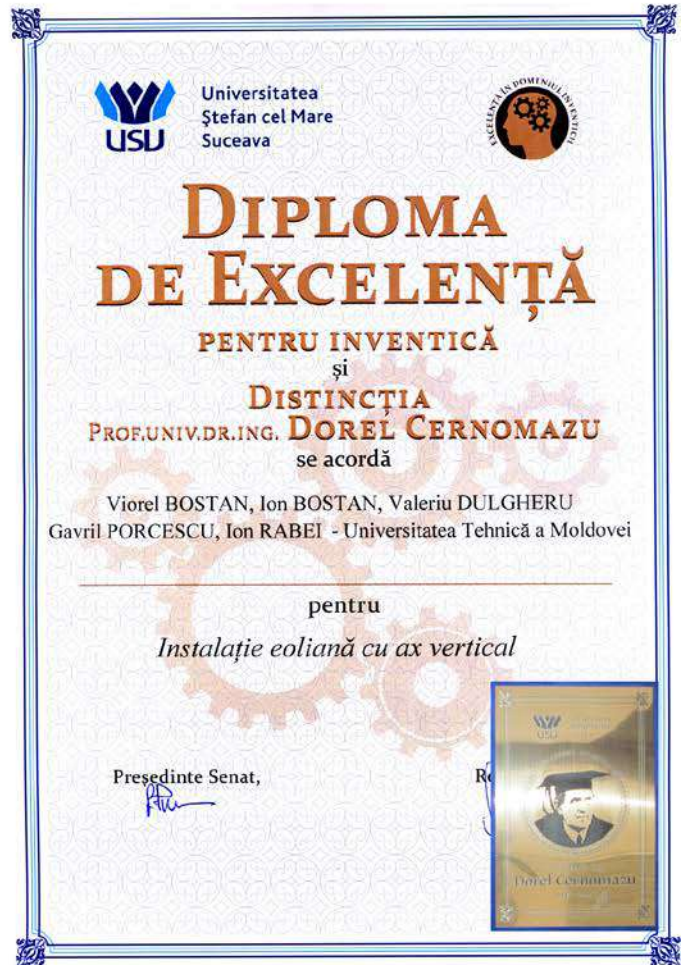
Sistem autonom de irigare integrat cu instalații de conversie a energiilor regenerabile: eoliană, solară, hidrolică (cu modul de control și dirijare la distanță)



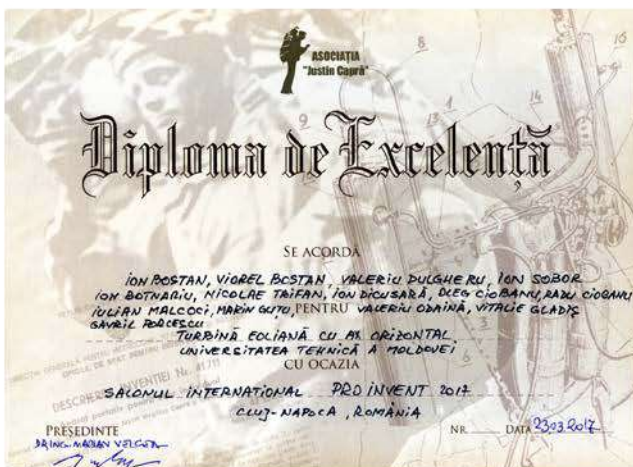
Medalia de Aur, Euroinvent 2017, Iași, România.



Medalia de Aur, Pro Invent 2016, Cluj-Napoca, România.



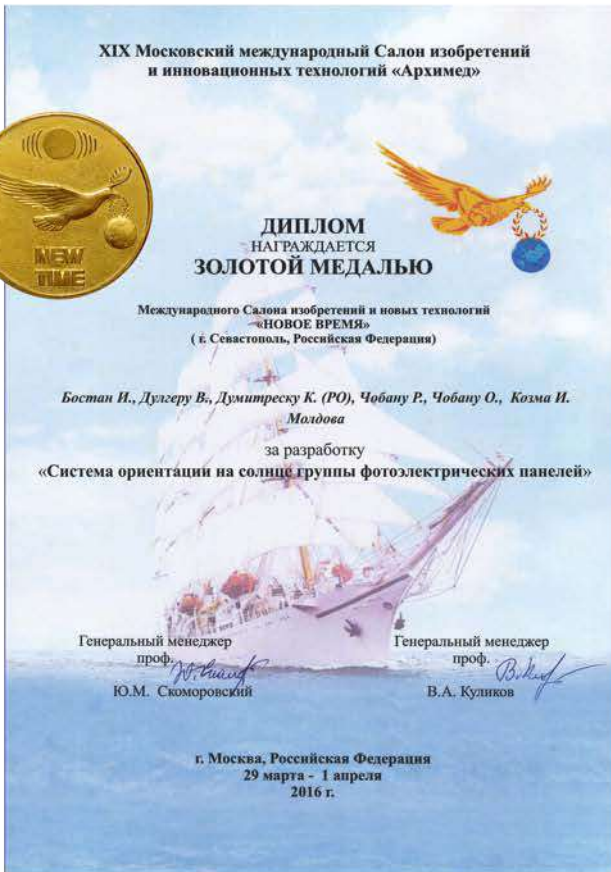
Diploma de Excelență și Distincția Dorel Cernomazu, Pro Invent 2017, Cluj-Napoca, România.



Diploma de Excelență, Pro Invent 2017, Cluj-Napoca, România.



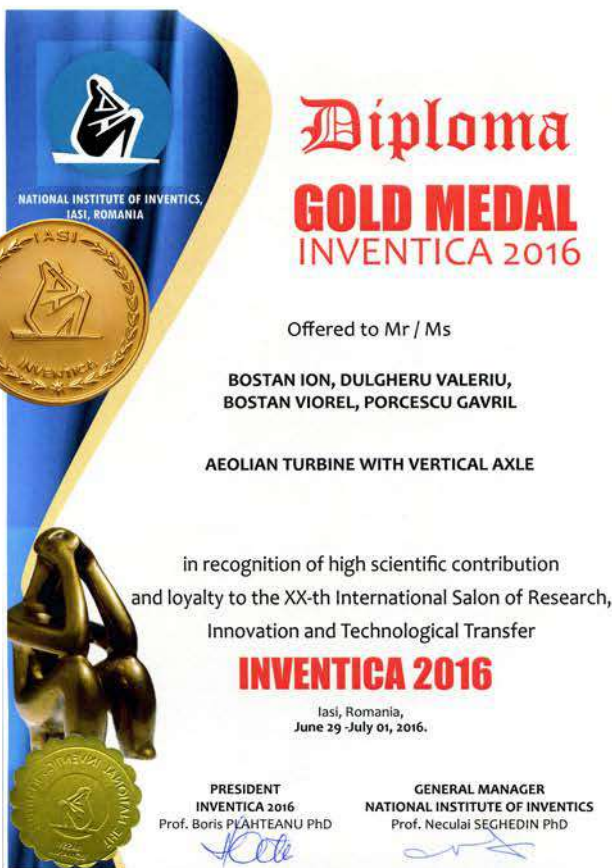
Diploma de Excelență și Trofeul INCDTMTM, Inventica 2017, Iași, România.



Diploma și Medalia de Aur, New Time 2016, Moscova, Rusia.



Diploma și Medalia de Bronz, Arhimed 2016, Moscova, Rusia.



Medalia de Aur, Inventica 2016, Iași, România.



Medalia de Aur, Inventica 2016, Iași, România.



Sistem autonom de irigare integrat cu instalații de conversie a energiilor regenerabile: eoliană, solară, hidrolică (cu modul de control și dirijare la distanță)



Premiul Special, Arhimed 2016, Moscova, Rusia.



Premiul Special, Pro Invent 2016, Cluj-Napoca, România.



Certificat de Onoare, Arhimed 2016, Moscova, Rusia.



Medalia de Aur, Arhimed 2016, Moscova, Societatea Inventatorilor din Croația.



**UGAL INVENT**

19 - 20 Octombrie 2017

SALONUL INOVĂRII și CERCETĂRII

**DIPLOMA DE EXCELENȚA**

**Se acordă Dlui/Dnei:** I. Bostan, V. Dulgheru, V. Bostan, C. Dumitrescu (RO), R. Ciobanu, O. Ciobanu, I. Cozma  
**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**Pentru:** Sistem de orientare a panourilor fotovoltaice

**CATEGORIA INVENȚIEI**  
Protecția mediului - Energie

Eveniment organizat sub patronajul Ministerului Cercetării și Inovării

Diploma de Excelență, UGAL INVENT 2017, Galați, România..

**UGAL INVENT**

**Medalia de argint**  
se acordă

**Dlui/Dnei:** I. Bostan, V. Dulgheru, V. Bostan, C. Dumitrescu (RO), R. Ciobanu, O. Ciobanu, I. Cozma  
**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**Pentru:** Sistem de orientare a panourilor fotovoltaice

**UGAL INVENT**  
SALONUL INOVĂRII și CERCETĂRII  
19-20 Octombrie 2017  
Galați - România

Rector,  
**Prof. dr. ing. Iulian Gabriel Bîrsan**

Președinte Salon UGAL INVENT 2017,  
**Prof. dr. ing. Cătălin Fetecău**

Eveniment organizat sub patronajul Ministerului Cercetării și Inovării

Medalia de Argint, UGAL INVENT 2017, Galați, România.





Sistem autonom de irigare integrat cu instalații de conversie a energiilor regenerabile: eoliană, solară, hidroelectrică (cu modul de control și dirijare la distanță)

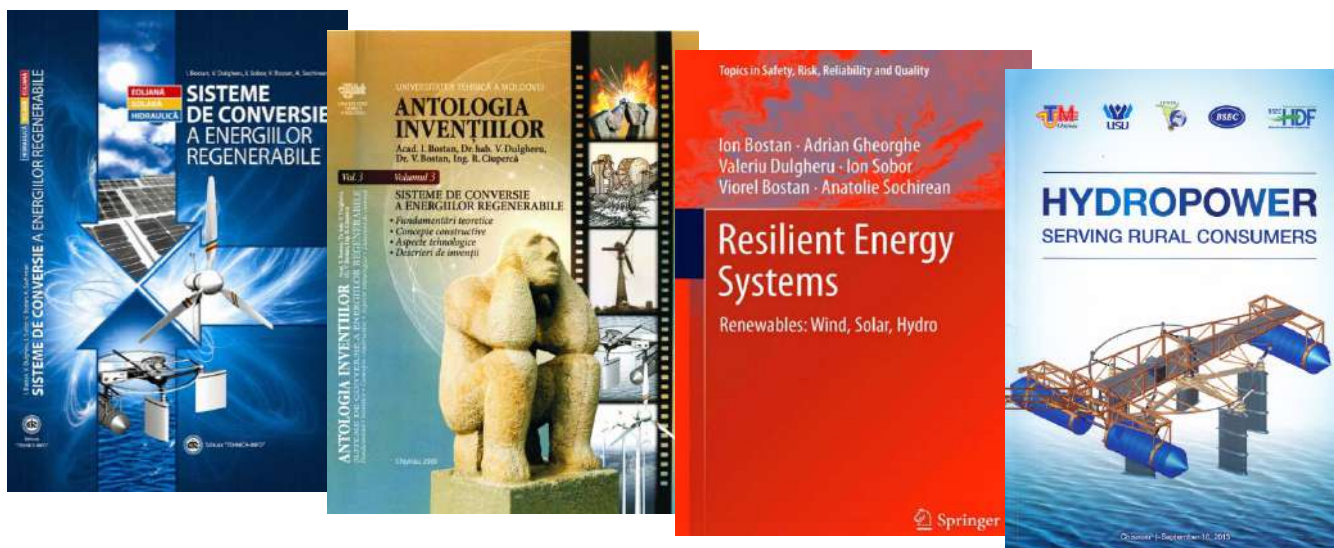
**Anexa 5**

**Bibliografie pe tematica proiectului**  
**„Sistem autonom de irigare integrat cu instalații de conversie a energiilor regenerabile: eoliană, solară, hidroelectrică”**



## PUBLICATII STIINTIFICE SELECTATE

### MONOGRAFII EDITATE ÎN DOMENIUL SISTEMELOR DE CONVERSIE A ENERGIILOR REGENERABILE



### Monografii

1. **Bostan I., Gheorghe A., Dulgheru V., Sobor I., Bostan V., Sochirean A.** Resilient Energy Systems. Renewables: Wind, Solar, Hydro. - Springer, VIII, 2013. - 507 p.–ISBN 978-94-007-4188-1
2. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Ciupercă R. Antologia invențiilor. Sisteme de conversie a energiilor regenerabile: fundamente teoretice, concepte constructive, aspecte tehnologice, descrieri de invenții. Vol. 3. – Ch. : Bons Offices. 2009. – 458 p. – ISBN 978-9975-80-283-3.
3. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V. ș.a. Hydropower serving rural consumers. – Ch. : Bons Offices, 2013. – 52 p.
4. Bostan I., Dulgheru V., Sobor I., Bostan V., Sochirean A. Sisteme de conversie a energiilor regenerabile.– Ch. : „Tehnica-Info” SRL (Tipografia BONS Offices), 2007. - 592 p. - ISBN 978-9975-63-076-4.

#### **Brevete de invenție (în total: 45, inclusiv 7 elaborate în cadrul Proiectului)**

5. BI nr. 1052 Y (MD), Int. Cl. F24J2/38. *Sistem de orientare biaxială a panoului fotovoltaic* / Bostan I., Dulgheru V., Ciobanu R., Ciobanu O. UTM.– Nr. deposit S 2015-0154; Data deposit 16.11.2015. 2016.06.30. MD.
6. BI nr. 1151 (MD). Int. Cl. F03D1/00. *Instalație de conversie a energiei eoliene* / Bostan V., Bostan I., Dulgheru V., Ciobanu O., Ciobanu R. UTM. Nr. depozit S2016 0137 MD. Data deposit 28.11.2016.
7. BI nr. 4487 (MD). Int. Cl. F03D1/00. *Turbină eoliană cu ax orizontal* / Bostan V., Bostan I., Dulgheru V., Dumitrescu C., Ciobanu O., Ciobanu R., Guțu M. UTM, Institutul de Cercetări pentru Hidraulică și Pneumatică, București. Nr. deposit S 2016-0092; Data deposit 2016.08.01. BOPI nr. 5/2017.



8. BI nr. 1127 (MD). Int. Cl. F03D7/02. *Pală a rotorului turbinei eoliene* / Bostan I., Bostan V., Dulgheru V., Guțu M. UTM. Nr. deposit S 2016-0086; Data deposit 27.06.2016. BOPI nr. 2/2017.
9. BI nr. 4487 (MD). Int. Cl. F03D1/00. *Turbină eoliană* / Bostan V., Bostan I., Dulgheru V., Ciobanu R., Ciobanu O., Odainâi V. UTM. Nr. deposit S 2016-0101; Data deposit 12.09.2016. BOPI nr. 2/2017.
10. BI nr. 4419 (MD). Int. Cl. B60K 16/00. *Sistem de orientare a panourilor fotovoltaice* / Bostan I., Dulgheru V., Dumitrescu C., Ciobanu R., Ciobanu O., Cozma I. UTM., Institutul de Cercetări pentru Hidraulică și Pneumatică, București – Nr. deposit a 2015-0114; Data deposit 16.11.2015. BOPI nr. 5/2016. 2016.05.31.
11. BI nr. 4401 (MD). CIB B60K 16/00. *Sistem de orientare la soare a panourilor fotovoltaice* / Bostan I., Dulgheru V., Dumitrescu C., Ciobanu R., Ciobanu O., Cozma I. Univ. UTM., Institutul de Cercetări pentru Hidraulică și Pneumatică, București – Nr. deposit 2015-0093; Data deposit 30.09.2015. BOPI nr. 2/2016. 2016.02.29.

**Articole științifice (în total 104 articole științifice, inclusiv 17 elaborate în cadrul Proiectului)**

12. Bostan V., Bostan I., Sobor I., Dulgheru V., Odainâi V., Gladăș V. Development of a horizontal axis wind turbine for production of thermal energy / Nearly Zero Energy Communities. Proceedings of the Conference for Sustainable Energy (CSE) 2017. Editors: Vișa I., Duța A. Springer, Pp. 500-512, ISBN 978-3-319-63214-8
13. Bostan V., Bostan I., Dulgheru V., Ciobanu O., Ciobanu R., Gladăș V. Developing modified hydrodynamic rotor for flow small hydro / Nearly Zero Energy Communities. Proceedings of the Conference for Sustainable Energy (CSE) 2017. Editors: Vișa I., Duța A. Springer, Pp. 490-499, ISBN 978-3-319-63214-8
14. Bostan V., Bostan I., Dulgheru V. Energy conversion, consumption and conservation / Meridian Ingineresc, nr. 4, 2016. Pp. 24-31. ISSN 1683-853X.
15. Bostan V., Bostan I., Dulgheru V. Composite material test results and finite element analysis: its correlation / Meridian Ingineresc, nr. 4, 2016. Pp. 46-52. ISSN 1683-853X.
16. Dulgheru V., Dumitrescu C., Cristescu C. Sistem de orientare la soare a grupului de panouri fotovoltaice / Meridian Ingineresc, nr. 1, 2017. Pp. 72-76. ISSN 1683-853X.
17. Dulgheru V., Dumitrescu C., Rădoi R. Some aspects of increasing of wind turbine conversion efficiency / Meridian Ingineresc, nr. 2, 2017. Pp. 49-53. ISSN 1683-853X.
18. Cristescu C., Dumitrescu C., Dulgheru V., Popescu T.C. Increasing Energy Efficiency and Optimizing the Operation of Systems That Produce Clean Energy from Renewable Sources / Magazine of Hydraulics, Pneumatics, Tribology, Ecology, Sensorics, Mechatronics "HIDRAULICA" (No. 3/2017). ISSN 1453 – 7303
19. Bostan V., Bostan I., Dulgheru V. Elaboration of wind energy conversion systems. Proceedings of 2016 International Conference on Hydraulics and Pneumatics – HERVEX. November 9-11, Baile Govora, Romania. Bucharest, 2016. Pp. 206-211. ISSN 1454 - 8003
20. Bostan V., Bostan I., Dulgheru V. Elaboration of wave energy capture systems. Proceedings of 2016 International Conference on Hydraulics and Pneumatics – HERVEX. November 9-11, Baile Govora, Romania. Bucharest, 2016. Pp. 178-182.
21. Cristescu C., Dumitrescu C., Drumea P., Dulgheru V., Kedzia K. Technologies of capture and storage of energy from renewable sources. Proceedings of 2016 International Conference on Hydraulics and Pneumatics – HERVEX. November 9-11, Baile Govora, Romania. Bucharest, 2016. Pp. 368-382.



**Aprecieri la Expoziții internaționale de Invenții, Cercetare și Transfer Tehnologic (în total 45 medalii de aur, 13 medalii de argint, 6 medalii de bronz și 13 premii speciale, inclusiv în cadrul Proiectului, 21 medalii de aur, 1 medalie de argint, 3 medalii de bronz, 6 premii speciale și 7 diplome de excelență)**

1. *Bostan Ion, Bostan Viorel, Dulgheru Valeriu, Sobor Ion, Ciobanu Radu, Ciobanu Oleg, Odainâi Valeriu, Guțu Marin.* Industrial prototype of horizontal axle power wind turbine with wind mechanical orientation. 2<sup>nd</sup> Istanbul International Inventions Fair. 2-4 March 2017. **BRONZ MEDAL.**
2. *Bostan Ion, Bostan Viorel, Dulgheru Valeriu, Ciobanu Radu, Ciobanu Oleg, Gladîș V.* Industrial prototype of horizontal axle power wind turbine with wind mechanical orientation. 2<sup>nd</sup> Istanbul International Inventions Fair. 2-4 March 2017. **BRONZ MEDAL.**
3. *Bostan Ion, Bostan Viorel, Dulgheru Valeriu, Dumitrescu Cătălin, Vaculenco Maxim, Bodnariuc Ion, Trifan Nicolae, Ciobanu Radu, Ciobanu Oleg, Odainâi Valeriu.* Turbină eoliană cu ax orizontal. *Salonul Internațional al Cercetării, Inovării și Invenției PROINVENT 2017, EDIȚIA A XV-a, Cluj Napoca 22-24.03.2017.* **DIPLOMĂ DE EXCELENȚĂ ȘI MEDALIA DE AUR CU MENȚIUNE SPECIALĂ.**
4. *Bostan Viorel, Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, Porcescu Gavril, Rabei Ion.* Instalație eoliană cu ax vertical. *Salonul Internațional al Cercetării, Inovării și Invenției PROINVENT 2017, EDIȚIA A XV-a, Cluj Napoca 22-24.03.2017.* **DIPLOMĂ DE EXCELENȚĂ ȘI MEDALIA DE AUR CU MENȚIUNE SPECIALĂ.**
5. *Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, Bostan Viorel, Guțu Marin.* Instalație mareică. *Salonul Internațional al Cercetării, Inovării și Invenției PROINVENT 2017, EDIȚIA A XV-a, Cluj Napoca 22-24.03.2017.* **DIPLOMĂ DE EXCELENȚĂ ȘI MEDALIA DE AUR.**
6. *Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, Bostan Viorel, Dumitrescu Cătălin, Ciobanu Radu, Ciobanu Oleg, Cozma Ion.* Sistem de orientare a panourilor fotovoltaice. *Salonul Internațional al Cercetării, Inovării și Invenției PROINVENT 2017, EDIȚIA A XV-a, Cluj Napoca 22-24.03.2017.* **DIPLOMĂ DE EXCELENȚĂ ȘI MEDALIA DE AUR CU MENȚIUNE SPECIALĂ.**
7. *Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, Bostan Viorel, Guțu Marin.* Instalație mareică. *Universitatea din Craiova, România în cadrul Salonului Internațional al Cercetării, Inovării și Invenției PROINVENT 2017, EDIȚIA A XV-a, Cluj Napoca 22-24.03.2017.* **DIPLOMĂ DE EXCELENȚĂ**
8. *Bostan Viorel, Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, Porcescu Gavril, Rabei Ion.* Instalație eoliană cu ax vertical. *Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava, România în cadrul Salonului Internațional al Cercetării, Inovării și Invenției PROINVENT 2017, EDIȚIA A XV-a, Cluj Napoca 22-24.03.2017.* **DIPLOMĂ DE EXCELENȚĂ**
9. *Bostan Ion, Bostan Viorel, Dulgheru Valeriu, Dumitrescu Cătălin, Vaculenco Maxim, Bodnariuc Ion, Trifan Nicolae, Dicusară Ion, Ciobanu Radu, Ciobanu Oleg, Malcoci Iulian, Odainâi Valeriu, Guțu Marin, Gladîș Vitalie, Porcescu Gavril.* Turbină eoliană cu ax orizontal. *Asociația „Justin Capră” în cadrul Salonului Internațional al Cercetării, Inovării și Invenției PROINVENT 2017, EDIȚIA A XV-a, Cluj Napoca 22-24.03.2017.* **DIPLOMĂ DE EXCELENȚĂ.**
10. *Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, Bostan Viorel, Dumitrescu Cătălin, Ciobanu Radu, Ciobanu Oleg, Cozma Ion.* Sistem de orientare a panourilor fotovoltaice. *Camera de Comerț și Industrie a Municipiului București (Secțiunea Cercetare-Dezvoltare-Inovare din CCIB) în cadrul Salonului Internațional al Cercetării, Inovării și Invenției PROINVENT 2017, EDIȚIA A XV-a, Cluj Napoca 22-24.03.2017.* **DIPLOMĂ DE EXCELENȚĂ.**
11. *Bostan Viorel, Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, Porcescu Gavril, Rabei Ion.* Instalație eoliană cu ax vertical. *Patronatul Român din Cercetare și Proiectare (P.R.C.P.) în cadrul Salonului Internațional al Cercetării, Inovării și Invenției PROINVENT 2017, EDIȚIA A XV-a, Cluj Napoca 22-24.03.2017.* **DIPLOMĂ.**
12. *Bostan Ion, Bostan Viorel, Dulgheru Valeriu, Dumitrescu C. (RO), Vaculenco Maxim, Bodnariuc Ion, Trifan Nicolae, Ciobanu Oleg, Ciobanu Radu, Guțu Marin, Odainâi Valeriu, Gladîș Vitalie, Porcescu Gavril.* Horizontal axle power wind turbine / Industrial prototype of microhydropower plant



- with modified vertical axis hydrodynamic rotor. *Expoziția Europeană de Creativitate și Inovație EUROINVENT 2017, EDIȚIA A IX-a, Iași, România 27 mai 2017. DIPLOME AND GOLD MEDAL.*
13. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Dumitrescu C. (RO), Ciobanu R., Ciobanu O., Cozma I. Sun system guidance of a photovoltaic panels. *Expoziția Europeană de Creativitate și Inovație EUROINVENT 2017, EDIȚIA A IX-a, Iași, România 27 mai 2017. DIPLOME AND GOLD MEDAL.* Universitatea "Ștefan cel Mare" din Suceava.
  14. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Dumitrescu C. (RO), Ciobanu R., Ciobanu O., Cozma I. Sun system guidance of a photovoltaic panels. *Expoziția Europeană de Creativitate și Inovație EUROINVENT 2017, EDIȚIA A IX-a, Iași, România 27 mai 2017. DIPLOMA DE EXCELENȚĂ.* Universitatea din Craiova.
  15. *Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, Bostan Viorel, Dumitrescu Cătălin (RO), Ciobanu Radu, Ciobanu Oleg, Cozma Ion.* Sistem de orientare a unui grup de panouri fotovoltaice. *Expoziția Europeană de Creativitate și Inovație EUROINVENT 2016, EDIȚIA A VIII-a, Iași, România 19-21 mai 2016. DIPLOME AND GOLD MEDAL.*
  16. *Bostan Viorel, Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, Dumitrescu C., Ciobanu Radu, Ciobanu Oleg.* Wave energy conversion system. *Al 21<sup>LEA</sup> salon internațional de cercetare, inovare și transfer tehnologic INVENTICA 2017, IAȘI, 28.06 -30.06.2017. DIPLOME AND GOLD MEDAL.*
  17. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Dumitrescu C. (RO), Ciobanu R., Ciobanu O., Cozma I. Sun system guidance of a photovoltaic panels. *Al 21<sup>LEA</sup> salon internațional de cercetare, inovare și transfer tehnologic INVENTICA 2017, IAȘI, 28.06 -30.06.2017. DIPLOME AND GOLD MEDAL.*
  18. *Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, Dumitrescu Cătălin (RO), Ciobanu Radu, Ciobanu Oleg, Guțu Marin.* Turbină eoliană cu ax orizontal./ *Al 21<sup>LEA</sup> salon internațional de cercetare, inovare și transfer tehnologic INVENTICA 2017, IAȘI, 28.06 -30.06.2017. DIPLOME AND GOLD MEDAL.*
  19. *Bostan Ion, Vișa Ion (RO), Dulgheru Valeriu, Porcescu Gavril.* Turbină eoliană cu ax vertical. *Expoziția Europeană de Creativitate și Inovație EUROINVENT 2016, EDIȚIA A VIII-a, Iași, România 19-21 mai 2016. DIPLOME AND GOLD MEDAL.*
  20. *Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, Dumitrescu Cătălin (RO), Ciobanu Radu, Ciobanu Oleg, Cozma Ion.* Sistem de orientare a unui grup de panouri fotovoltaice. *Al XIX-lea Salon Internațional de Invenții și Tehnologii Inovative din Moscova, ARHIMED 2016. Moscova, Rusia, 29 martie-1 aprilie 2016. DIPLOME AND BRONZ MEDAL.*
  21. *Bostan Ion, Bostan Viorel, Dulgheru Valeriu, Sobor Ion, Vaculenco Maxim, Bodnariuc Ion, Dicusară Ion, Trifan Nicolae, Ciobanu Radu, Ciobanu Oleg, Odainâi Valeriu, Guțu Marin, Gladîș Vitalie, Porcescu Gavril.* Turbină eoliană cu ax orizontal cu orientare mecanică la direcția vântului. *Societatea Internațională al Inovațiilor și Inventicii din China CIIS 2016. China, Taiwan, în cadrul al XIX-lea Salon Internațional de Invenții și Tehnologii Inovative din Moscova, ARHIMED 2016. Moscova, Rusia, 29 martie-1 aprilie 2016. DIPLOME AND SPECIAL AWARD.*
  22. *Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, Dumitrescu Cătălin (RO), Ciobanu Radu, Ciobanu Oleg, Cozma Ion.* Sistem de orientare a unui grup de panouri fotovoltaice. *Societatea Inventatorilor și Inovatorilor din Rusia VOIR, regiunea Sankt Petersburg și Leningrad, în cadrul al XIX-lea Salon Internațional de Invenții și Tehnologii Inovative din Moscova, ARHIMED 2016. Moscova, Rusia, 29 martie-1 aprilie 2016. DIPLOME AND SPECIAL AWARD.*
  23. *Bostan Ion, Bostan Viorel, Dulgheru Valeriu, Sobor Ion, Vaculenco Maxim, Bodnariuc Ion, Dicusară Ion, Trifan Nicolae, Ciobanu Radu, Ciobanu Oleg, Odainâi Valeriu, Guțu Marin, Gladîș Vitalie, Porcescu Gavril.* Turbină eoliană cu ax orizontal cu orientare mecanică la direcția vântului. *Asociația Inventatorilor din Croația, Zagreb în cadrul al XIX-lea Salon Internațional de Invenții și Tehnologii Inovative din Moscova, ARHIMED 2016. Moscova, Rusia, 29 martie-1 aprilie 2016. DIPLOME AND GOLD MEDAL*
  24. *Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, Dumitrescu Cătălin (RO), Ciobanu Radu, Ciobanu Oleg, Cozma Ion.* Sistem de orientare a unui grup de panouri fotovoltaice. *Salonul Internațional de Invenții și Tehnologii Noi „Novoe Vreame”, Sevastopol, Ucraina în cadrul al XIX-lea Salon Internațional de*



*Invenții și Tehnologii Inovative din Moscova, ARHIMED 2016. Moscova, Rusia, 29 martie-1 aprilie 2016. DIPLOME AND GOLD MEDAL*

25. Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, Bostan Viorel, Dumitrescu Cătălin (RO), Ciobanu Radu, Ciobanu Oleg, Cozma Ion. Sistem de orientare a unui grup de panouri fotovoltaice. Al 20<sup>LEA</sup> salon internațional de cercetare, inovare și transfer tehnologic INVENTICA 2016, IAȘI, 29.06 -01.07.2016. **DIPLOME AND GOLD MEDAL.**
26. Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, Bostan Viorel, Porcescu Gavril. Instalație verticală cu ax vertical. Al 20<sup>LEA</sup> salon internațional de cercetare, inovare și transfer tehnologic INVENTICA 2016, IAȘI, 29.06 -01.07.2016. **DIPLOME AND GOLD MEDAL.**
27. Bostan Ion, Bostan Viorel, Dulgheru Valeriu, Sobor Ion, Sochireanu Anatol, Ciobanu Oleg, Ciobanu Radu, Gladîș Vitalie. Turbină eoliană cu ax orizontal cu orientare mecanică la direcția vântului. Al 12<sup>-lea</sup> Salon Internațional de Invenții și Tehnologii „NOVOE VREMYA” 2016, Sevastopol, 28.09-30.09.2016. **DIPLOME AND GOLD MEDAL.**
28. Bostan I., Dulgheru V., Dumitrescu C. (RO), Ciobanu R., Ciobanu O., Cozma I. *Sun system guidance of a group of photovoltaic panels.* TUM./ **Hydraulics and pneumatics research institute (INOE 2000-IHP). 14<sup>th</sup> edition of Internațional Salon of Inventions PROINVENT 2016, Cluj Napoca, 23-25.03.2016. Diploma of excellence and Special Award PRO INVENT.**
29. Bostan I., Dulgheru V., Dumitrescu C. (RO), Ciobanu R., Ciobanu O., Cozma I. *Sun system guidance of a group of photovoltaic panels.* TUM./ **Hydraulics and pneumatics research institute (INOE 2000-IHP). 14<sup>th</sup> edition of Internațional Salon of Inventions PROINVENT 2016, Cluj Napoca, 23-25.03.2016. Diploma of Excellence and Gold Medal.**
30. Bostan I., Dulgheru V., Dumitrescu C. (RO), Ciobanu R., Ciobanu O., Cozma I. *Sun system guidance of a group of photovoltaic panels.* TUM./ **Hydraulics and pneumatics research institute (INOE 2000-IHP). 14<sup>th</sup> edition of Internațional Salon of Inventions PROINVENT 2016, Cluj Napoca, 23-25.03.2016. Gold Medal.** University “Ștefan cel Mare”, Suceava, Romania.
31. Bostan I., Dulgheru V., Dumitrescu C. (RO), Ciobanu R., Ciobanu O., Cozma I. *Sun system guidance of a group of photovoltaic panels.* TUM./ **Hydraulics and pneumatics research institute (INOE 2000-IHP). 14<sup>th</sup> edition of Internațional Salon of Inventions PROINVENT 2016, Cluj Napoca, 23-25.03.2016. Diploma and Special Award.** Romanian Association for Nonconventional Technologies, Bucharest, Romania.
32. Bostan I., Dulgheru V., Dumitrescu C. (RO), Ciobanu R., Ciobanu O., Cozma I. *Sun system guidance of a group of photovoltaic panels.* TUM./ **Hydraulics and pneumatics research institute (INOE 2000-IHP). 14<sup>th</sup> edition of Internațional Salon of Inventions PROINVENT 2016, Cluj Napoca, 23-25.03.2016. Diploma of Excellence.** University of Craiova.
33. Bostan I., Dulgheru V., Dumitrescu C. (RO), Ciobanu R., Ciobanu O., Cozma I. *Sun system guidance of a group of photovoltaic panels.* TUM./ **Hydraulics and pneumatics research institute (INOE 2000-IHP). 14<sup>th</sup> edition of Internațional Salon of Inventions PROINVENT 2016, Cluj Napoca, 23-25.03.2016. Diploma of Excellence and Special Award PRO INVENT.**
34. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V. at all. Horizontal axle power wind turbine with wind mechanical orientation. 14<sup>th</sup> edition of Internațional Salon of Inventions PROINVENT 2016, Cluj Napoca, 23-25.03.2016. TUM. **Diploma of Excellence and Gold Medal with special mention.**



În scopul diseminării de către întreprinderile agricole, cât și de către persoanele fizice interesate a rezultatelor obținute în cadrul proiectului „*Sistem autonom de irigare integrat cu instalații de conversie a energiilor regenerabile: eoliană, solară, hidrolică (cu modul de control și dirijare la distanță)*” Administrația Universității Tehnice a Moldovei în coordonare cu Programul Națiunilor Unite pentru Dezvoltare și Ambasada României în Republica Moldova organizează în perioada **16-18 noiembrie 2017** Workshop-ul „*Prin cercetare inginerescă aplicativă spre o economie constructivă*”.

#### Agenda Workshop

Informația despre condițiile de participare va fi expusă pe site-ul Universității Tehnice a Moldovei.

Începând cu ora **14<sup>00</sup>** va fi organizată o excursie de documentare la una din întreprinderile agricole vizate în proiect.