

UTILIZAREA SURSELOR REGENERABILE DE ENERGIE – EOLIANĂ, HIDRAULICĂ ȘI SOLARĂ

Academician **Ion BOSTAN**
Dr. hab., prof.univ. **Valeriu DULGHERU**
Dr., prof. univ. **Ion SOBOR**
Dr., conf. univ. **Viorel BOSTAN**
Dr., conf. univ. **Anatol SOCHIREAN**

THE USE OF RENEWABLE SOURCES OF ENERGY-WIND, HYDRAULIC AND SOLAR

Under the circumstances of the total energetic recourses deficit in the Republic of Moldova appears the problem of non-traditional sources utilization recovered by energy. Important sources of renewable energy are the solar, wind and hydraulic energies. This paper deals with the elaboration and fabrication or the industrial prototypes of micro-hydro power plant for river water kinetic energy conversion, wind turbines and photovoltaic installations.

I. Introducere

Schimbările tehnologice afectează fundamental aranjamentele noastre etice și sociale, echilibrul ecologic al Terrei. *Trei tehnologii noi, care se dezvoltă rapid – energiile regenerabile, ingineria genetică și comunicarea globală, astăzi au potențialul de a crea o distribuție mai uniformă a sănătății globale*, afirmă Freeman Dyson de la Universitatea din Oxford. Sectorul energetic tradițional se confruntă cu două probleme majore – criza energetică și impactul asupra mediului. Acestea, de fapt, reprezintă problemele globale ale omenirii, soluționarea căror revine pe seama inginerilor.

Cum lumea este atât de dependentă de energie, iar majoritatea populației Terrei folosește combustibili fosili pentru a-și satisface necesitățile energetice, fapt ce provoacă un grad înalt de poluare a mediului, apare stricta necesitate de a căuta surse noi de energie, durabile și prietenoase mediului, cu impact poluant minim. Soluția economică și ecologică a problemei constă, astfel, în revenirea omenirii la surse de energie regenerabilă. În raport cu toate sursele tradiționale de energie utilizate care poluează mediul ambiant, cele regenerabile, practic, exclud

un asemenea efect negativ. Ele pot fi utilizate atât ca surse centralizate de energie, cât și, în mare parte, descentralizate, deosebit de avantajoase, în special, pentru consumatorii rurali sau izolați, ceea ce corespunde perfect tendinței europene de descentralizare a distribuției energiei.

Sectorul energetic al Republicii Moldova se află într-o stare extrem de gravă. Dependența totală de importul de resurse energetice afectează serios securitatea energetică, peste 97 % din sursele primare de energie fiind importate [1]. Potrivit datelor preliminare ale ANRE, numai 23,6 % din energia electrică consumată în anul 2007 a fost produsă în partea dreaptă a Nistrului, iar 76,4% – importate din Ucraina. Pornind de la această situație, Guvernul Republicii Moldova a lansat *Strategia energetică a Republicii Moldova până în anul 2020*, care prevede creșterea cotei energiilor regenerabile în bilanțul energetic până la 10 % în anul 2010 și 20 % în 2020 [1]. Este un deziderat realizabil, luând în considerație faptul că Republica Moldova dispune de câteva tipuri de energii regenerabile tehnic explorabile: energiile biomasei, solară, eoliană și hidraulică. Potențialul acestor surse regenerabile (cu excepția surselor cu potențial termic redus) se evaluează la 2,7 mii tep (tabelul 1).

Tabelul 1

Potențialul tehnic disponibil al principalelor tipuri de SER.

Tip SER	Potențialul tehnic		
	PJ		Mii tep
Solară	50,4		1,2
Eoliană	29,4		0,7
Hidro	12,1		0,3
Biomasă	Deșeuri agricole	7,5	
	Lemne de foc	4,3	
	Deșeuri de procesare a lemnului, tescovină	4,7	
	Biogaz	2,9	
	Biocombustibil	2,1	
	Total biomasă	21,5	0,5
Total potențial SER		113,4	2,7
Surse de energie cu potențial termic redus, inclusiv geotermală*		>80,0	>1,9
*Evaluare a potențialului teoretic			

Procesul de valorificare a surselor regenerabile de energie se află la faza inițială de demarare. Potrivit statisticii oficiale, consumul total de resurse pri-

mare de energie în anul 2010 a constituit 2146×10^3 tep, din care doar circa 4,5 % sunt de origine regenerabilă și, totodată, de origine autohtonă [2]. Cea mai mare pondere în bilanțul energetic o are energia hidrolică și biomasa, pe când energia solară și eoliană, precum și cea a surselor cu potențial termic redus este explorată insuficient. Având un potențial eolian relativ egal cu cel al Germaniei continentale și un potențial solar mai bun decât al Germaniei, țara noastră are șanse reale de a-și atinge sarcinile trasate până în anul 2020. Republica Moldova, care dorește să se integreze cât mai rapid în structurile europene, trebuie să se racordeze la strategiile energetice ale UE, urmărindu-și avantajele naționale pe termen lung. Energetica regenerabilă este unul din domeniile în care interesele naționale se pot îmbina cu tendințele internaționale.

II. Sisteme de conversie a energiei hidrolice

Una dintre soluții pentru rezolvarea problemelor de mediu ține de valorificarea energiei potențiale hidrolice prin microhidrocentrale mici care urmează să contribuie la dezvoltarea regională și locală. Aceasta se înscrie în tendința europeană de descentralizare a distribuției de energie. Cum cele două râuri mari ale Republicii Moldova sunt râuri de hotar, utilizarea potențialului lor energetic și implementarea unor soluții tehnice trebuie făcută de comun acord și în conformitate cu deciziile Uniunii Europene privind managementul apelor și cu cele internaționale de protecție a mediului. Conform Strategiei Energetice a Republicii Moldova până în 2020 [1] se mai planifică construcția cu ajutorul guvernului Poloniei a unei hidrocentrale cu puterea de 1,2 MW în comuna Trebujeni, Orhei pe râul Răut.

Luând în considerație situația critică a Republicii Moldova privind sursele de energie, ar fi util de studiat posibilitățile valorificării rezervelor de energie hidrolică a râurilor mici. Pe aceste râuri s-ar putea construi microhidrocentrale capabile să asigure cu energie electrică numeroși consumatori din sectorul rural. Prin anii 1960 au existat vreo 17 microhidrocentrale electrice construite pe râurile mici ale Republicii Moldova, care utilizau energia potențială a apei, fiind planificată construcția altor 20 pe râurile mici Răut, Bâc, Ialpuș, Cubolta, Racovăț, Ciuhur, Vilia, Căinări, Lopatnic. De asemenea, în anii 1960 au fost întreprinse unele tentative de a instala pe râul Nistru hidrocentrale de flux care utilizau energia cinetică a apei pentru producerea energiei electrice. După construirea celor două hidrocentrale mari de la Dubăsari și Cos-

tești toate microhidrocentralele au fost demontate și distruse.

Actualmente potențialul hidroenergetic al Republicii Moldova poate fi valorificat pe două căi majore:

1. Prin construirea unui șir de microhidrocentrale pe cele 10 râuri mici;

2. Prin valorificarea energiei cinetice a apei râurilor Nistru și Prut în zonele cu viteza de curgere a apei $> 0,7$ m/s. De menționat că actualmente în Republica Moldova nu sunt stabilite cazuri de utilizare a energiei cinetice a apei râurilor Nistru, Prut și Răut, cu excepția unor cazuri artizanale.

Analiza efectuată a demonstrat oportunitatea dezvoltării sistemelor de conversie a energiei potențiale a apei râurilor mici și a celei cinetice – pe Nistru, Prut și pe unele porțiuni ale Răutului (de la comuna Prăjila până la Trebujeni). Comparativ cu sistemele de conversie a energiei potențiale, sistemele de conversie a energiei cinetice a apei au următoarele avantaje: *în plan tehnic*, sunt relativ simple; *în plan economic*, se reduc esențial costurile lucrărilor civile (necesare în cazul construcției barajelor); *în plan ecologic*, lipsa barajelor și lacurilor de acumulare exclude impactul negativ asupra mediului și echilibrului subacvatic.

Analiza microcentralelor existente de conversie a energiei cinetice a apei curgătoare a arătat că există rezerve de majorare a eficienței turbinelor utilizate. Coeficientul Betz, egal teoretic cu 0,593, reprezintă eficiența teoretică maximă de conversie a energiei hidrolice. Majoritatea sistemelor existente asigură un coeficient de utilizare a energiei cinetice a apei în limitele valorii de 0,1...0,2. În această direcție există suficiente rezerve de eficientizare a turbinelor hidrolice de flux, care devin tot mai tentante pentru inginerii și inventatorii din domeniu atât sub aspectul densității energetice mai mari a apei (comparativ cu aerul), cât și disponibilității ei 24 din 24 ore pentru consumatorii amplasați în apropierea râurilor Nistru, Prut și, parțial, Răut. În acest scop, la Universitatea Tehnică a Moldovei a fost fondat Centrul de Elaborare a Sistemelor de Conversie a Energiilor Regenerabile (CESCER) dotat cu potențial uman calificat, tehnică de proiectare și cercetare performante, deschisă specialitatea *Ingineria Sistemelor de Conversie a Energiilor Regenerabile* (ISCER).

Pentru a evita construcția unui baraj, energia cinetică a râului poate fi utilizată folosind turbine de curenți de apă. Acest gen de turbine se instalează ușor, se operează simplu și costurile de întreținere sunt convenabile. Viteza curentului de 1 m/s reprezintă o densitate energetică de 500W/m a secțiunii

de traversare. Însă doar o parte din această energie poate fi extrasă și convertită în energie electrică sau mecanică utilă, fapt care depinde de tipul rotorului și al palelor. Viteza este, în special, importantă, pentru că o dublare a vitezei apei dă o creștere de opt ori a densității energetice. Râul Prut are o secțiune echivalentă cu 60 m^2 și o viteză medie în zonele explorabile de $(1-1,3) \text{ m/s}$, ceea ce echivalează cu o energie teoretică de aproximativ $(30-65) \text{ kW}$ [2,3]. Însă, ținându-se cont de faptul că turbina poate ocupa doar o porțiune din albia râului, energia generată poate fi mult mai mică. Deși există diverse soluții conceptuale, problema creșterii eficienței de conversie a energiei cinetice a apei rămâne în atenția cercetătorilor.

Variantele constructive ale microhidrocentralelor de flux examinate anterior nu satisfac pe deplin sub aspectul eficienței de conversie a energiei cinetice a apei. Într-o roată hidraulică clasică cu ax orizontal (fig. 1), adâncimea maximă la care este afundată una dintre pale constituie cca $2/3$ din înălțimea paletei h . Adică doar această suprafață participă la transformarea energiei cinetice a apei în energie mecanică. De asemenea, pala anterioară acoperă aproximativ $2/3$ din suprafața palei afundate maximal în apă ($h'/2/3 h'$), fapt ce reduce simțitor presiunea curenților de apă asupra paletei. Pala, care urmează după cea afundată maximal în apă, este acoperită complet de aceasta și, practic, nu participă la conversia energiei cinetice a apei. De aceea, eficiența acestor roți hidraulice este mică.

Căutările insistente ale autorilor au condus la elaborarea și brevetarea a 11 soluții tehnice performante de microhidrocentrale de flux, bazate pe efectul hidrodinamic generat de profilul hidrodinamic al palelor și orientarea palelor în poziții optime față

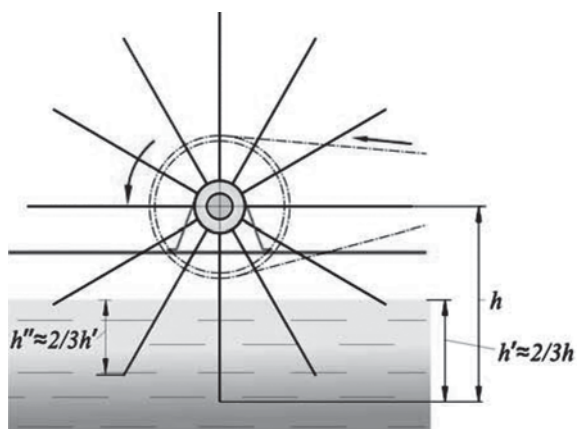


Fig. 1. Schema conceptuală a roții de apă cu profilul rectiliniu al palelor

de curenții de apă din punct de vedere al conversiei energiei în fiecare fază de rotire a rotorului turbinei (fig. 2). Pentru aceasta a fost necesar de efectuat un volum mare de cercetări teoretice multicriteriale privind alegerea profilului hidrodinamic optim al palelor și elaborarea mecanismului de orientare a palelor față de curenții de apă. Avantajele principale ale acestor tipuri de microhidrocentrale sunt: impactul redus asupra mediului; nu sunt necesare lucrări de construcții civile; râul nu își schimbă cursul său natural; posibilitatea utilizării cunoștințelor locale pentru a produce turbinele plutitoare. Un alt avantaj important rezidă în faptul că pe cursul râului este posibilă instalarea unei serii de microhidrocentrale la distanțe mici (cca $30-50 \text{ m}$), deoarece este exclusă influența turbulenței provocată de instalațiile vecine.

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 [4,5,6] care includ un rotor cu ax vertical cu pale verticale și profilul hidrodinamic în secțiune normală. Palele sunt legate între ele printr-un mecanism de orientare a lor față de direcția curenților de apă. Mișcarea de rotație a rotorului cu ax vertical este multiplicată prin intermediul unui sistem de transmisii mecanice și este transmisă unui generator electric sau unei pompe hidraulice. Nodurile sunt fixate pe o platformă instalată pe corpuri plutitoare, legată de țărm prin intermediul unei ferme metalice articulate și a cablurilor de detensionare.

Un aspect foarte important pentru optimizarea funcțională a microhidrocentralelor este alegerea profilului hidrodinamic optim al palelor care permite majorarea coeficientului de conversie (coeficien-

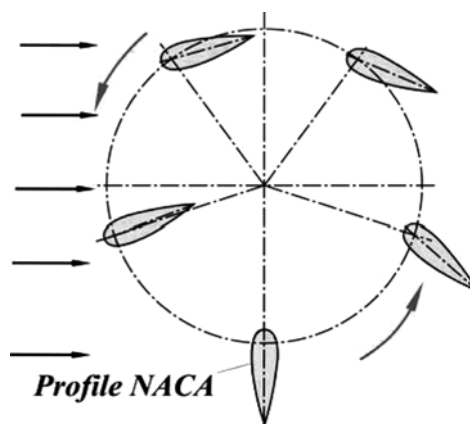


Fig. 2. Schema conceptuală a rotorului cu profil hidrodinamic al palelor reglabile față de curenții de apă (elaborată de autori)

tul Betz) datorită forțelor hidrodinamice de portanță. Majorarea gradului de conversie este, de asemenea, atinsă prin asigurarea poziției optime a palei față de curenții de apă în diferite faze de rotire a rotorului, fiind utilizat un mecanism de orientare a palelor. Astfel, practic toate palele (chiar și cele care se mișcă împotriva curenților de apă) participă simultan la generarea momentului de torsiune sumar. Palele care se mișcă în direcția curenților de apă folosesc atât forțele hidrodinamice cât și presiunea apei pentru a genera momentul de torsiune. Mișcându-se împotriva curenților de apă, palele folosesc doar forțele hidrodinamice de portanță pentru generarea momentului de torsiune. Datorită faptului că viteza relativă a palelor împotriva curenților de apă este practic de două ori mai mare, forța hidrodinamică portantă este relativ mare, iar momentul de torsiune generat – comensurabil cu cel generat de presiunea apei. Acest efect oferă cheia tuturor soluțiilor tehnice brevetate. În baza schemelor conceptuale brevetate au fost elaborate, proiectate și fabricate două prototipuri industriale ale microhidrocentralelor de conversie a energiei cinetice a apei. În fig. 3a este prezentat prototipul industrial al microhidrocentralei cu rotor hidrodinamic cu cinci pale, care actualmente se află instalat pentru testări reale pe râul Prut pe poligonul experimental al Universității Tehnice a Moldovei din comuna Stoieniști, Cantemir (fig. 3b).

III. Sisteme de conversie a energiei eoliene

Pe parcursul anilor 1950, au fost montate peste 350 de instalații mecanice eoliene pentru pomparea apei [2,3]. Acestea erau agregate cu multe pale și puterea nominală de circa 5 kW la viteza de calcul a vântului de 8 m/s. În perioada 1960-1965, instalațiile respective au fost înlocuite cu sisteme electrice. În prezent, în Republica Moldova nu există

nicio instalație eoliană modernă. Sunt atestate doar câteva instalații electrice eoliene artisanale de putere mică.

Pornind de la actualitatea domeniului și costurile relativ mari ale turbinelor eoliene de import colectivul de autori a elaborat două tipuri de turbine eoliene de putere mică. În baza studiului potențialului energetic eolian și specificului orografic al reliefului Republicii Moldova, caracterizat în mare parte de defileuri orientate pe direcția Nord-Sud, colectivul de autori a elaborat conceptul unei turbine eoliene cu rotor cu trei pale având profil aerodinamic asimetric și generator electric cu magneți permanenți. Cercetările teoretice ale rotorului elaborat au fost efectuate utilizându-se softurile moderne ANSYS CFX5.7 și Autodesk MotionInventor. Ca rezultat, au fost determinați parametrii de bază ai profilului aerodinamic care caracterizează eficiența conversiei energiei vântului de către palele rotorului. Turbinele eoliene cu servomotor posedă capacitatea de urmărire a direcției vântului și scoaterea rotorului cu pale de sub acțiunea vântului la vitezele de vânt ce depășesc valorile (15 - 25) m/s. Avantajele acestor turbine sunt: stabilitatea poziționării unghiulare a rotorului cu pale în cazul fluctuațiilor dinamice ale direcției curenților de aer; protejarea rotorului cu pale la suprasarcini provocate de vânt cu viteze care depășesc valorile maxime admisibile. Luând în considerație faptul că în defileuri direcția vântului predomină pe linia Nord-Sud cu fluctuații nesemnificative, autorii au conceput, de asemenea, un prototip de turbină eoliană cu orientare la vânt prin giruetă. Această turbină are o construcție simplă și nu necesită dispozitive cinematice atât de orientare la vânt cât și de scoatere a rotorului turbinei de sub acțiunea vântului la viteze excesive. Simplificarea construcției turbinei eoliene cu giruetă conduce la



Fig. 3. Prototipul industrial al microhidrocentralei de conversie a energiei cinetice a apei (a) instalat pe r. Prut, c. Stoieniști, Cantemir (b).



Fig. 4. Turbine eoliene instalate în parcul-dendrariu al Universității Tehnice a Moldovei (sectorul Râșcani)

diminuarea prețului de cost cu aproximativ 20-30% comparativ cu turbinele cu dispozitive cinematice de orientare. Îvelișul exterior al palelor cu profil aerodinamic asimetric, conul gondolei și girueta au fost fabricate cu ajutorul tehnologiilor moderne în Laboratorul CESCER, UTM din materiale compozite, armate cu fibre de sticlă. Posibilitățile tehnologice și dotarea tehnico-materială, precum și computerizarea acestora permit o mobilitate și diversitate vădită în realizarea operativă a diferitor soluții tehnico-tehnologice și de proiectare-cercetare. În fig. 4 este prezentat prototipul industrial al rotorului și vederea generală a turbinei eoliene cu servomotor, elaborată de colectivul de autori. Atât orientarea rotorului spre direcția vântului, cât și scoaterea acestuia de sub acțiunea curenților de aer se efectuează prin intermediul unui dispozitiv (denumit servomotor), care asigură legătura cinematică a gondolei 1 cu turnul 2 și este comandat de un traductor electronic cu giruetă 3. La schimbarea direcției vântului girueta 3 se re poziționează unghiular, apare un semnal de abatere și sistemul de comandă pune în acțiune servomotorul care rotește gondola cu rotor într-o direcție sau alta până la coincidența axului rotorului cu direcția curenților de aer. Stabilitatea poziționării unghiulare a rotorului se asigură prin întârzierea cu un anumit interval de timp a comutării servomotorului după acțiunea rafalei de vânt într-o direcție sau alta. Durata re poziționării rotorului cu pale perpendicula pe vectorul vitezei fluxului de aer depinde de caracteristicile cinematice ale mecanismului de acționare (servomotorul) și determină, de fapt, stabilitatea re poziționării în timp a gondolei. Caracteristicile cinematice ale servomotorului au fost determinate de dinamica schimbării vectorului vitezei

fluxului de aer specific caracteristicilor vântului în Republica Moldova. Turbina eoliană, elaborată de echipa de autori, a fost fabricată la Centrul tehnico-științific de implementare a tehnologiilor avansate al Universității Tehnice a Moldovei în cooperare cu INCOMAȘ SA, Reupies SRL, ÎM Topaz etc.

IV. Sisteme de conversie a energiei solare

Studiile efectuate în ultimii ani [2] dovedesc existența a sute de consumatori mici de energie electrică dispersați teritorial, pentru care unica soluție rațională este cea oferită de conversia PV a energiei solare, printre care: instalațiile de pompare a apei pentru irigarea mică, posturile de lansare a rachetelor antigrindină și micii consumatori de energie electrică dispersați teritorial. Cu ajutorul instalațiilor fotovoltaice se prevede irigarea suprafețelor mici de 1, 5, 10 ha. Capacitatea totală a irigației mici constituie 36 mii ha sau 22 % din suprafața irigabilă totală de cca 160 mii ha. Ca surse se vor folosi 3 000 de acumulări de apă, lacuri etc., dintre care 411 sunt cele mai importante. În scopul evaluării numărului de consumatori potențiali de energie electrică fotovoltaică au fost analizate datele statistice cu privire la producerea legumelor în gospodăriile țărănești. Potrivit unui studiu sociologic, efectuat în august 2001 de Organizația neguvernamentală *Federația Națională AGROinform* în colaborare cu Centrul *Contact*, circa 23,5 % de gospodării țărănești din cele chestionate au ca activitate principală cultivarea legumelor. Astfel, numărul real de consumatori de apă pentru irigare poate fi de 5 - 6 ori mai mare.

Consumul diurn de energie electrică a unui post de lansare a rachetelor antigrindină este în creștere și depinde de extinderea consumului pentru acoperirea necesităților moderne legate de componenta



Fig. 5. Instalație fotovoltaică cu orientare automată la soare pentru alimentarea cu energie electrică a posturilor antigrindină și pomparea apei

tehnică a postului antigrindină și de îmbunătățirea condițiilor de viață ale personalului de deservire. Totodată, se impune diminuarea participării factorului uman în deservirea sistemului fotovoltaic și sporirea eficienței conversiei energiei solare, condiții ce necesită orientarea automatizată a panoului fotovoltaic la soare. Aceste cerințe au fost înaintate de Serviciile Antigridină ale Republicii Moldova. De asemenea, s-au luat în calcul și cerințele înaintate de Serviciul Antigridină din România, care intenționează să procure sisteme fotovoltaice produse în Republica Moldova.

Reieșind din necesitatea racordării performanțelor sistemelor fotovoltaice pentru alimentarea posturilor antigrindină la cerințele moderne, la Universitatea Tehnică a Moldovei a fost elaborat, asamblat și testat un sistem fotovoltaic cu autoorientare la soare (fig. 5). Sistemul fotovoltaic SFVPA-V1 include două module fotovoltaice cu puterea a câte 120 W, instalate pe o carcasă comună montată pe un suport prin intermediul unor module de orientare la soare pe 2 axe: una orizontală – cu extensiunea unghiulară de 95° prin intermediul modulului constituit dintr-un servomotor solar Sun Tracer+ operat de un Sistem Astronomic de Poziționare în funcție de timp (TdAPS) și cealaltă pe azimut – cu extensiunea unghiulară de 75° prin intermediul modulului constituit dintr-un motor pas cu pas asamblat axial cu un reductor precesional 2K-H. Astfel, panourile fotovoltaice se orientează la soare prin re poziționarea

acestora cu mișcare plano-paralelă. Acționarea în ansamblu a panourilor fotovoltaice este ireversibilă, fapt ce asigură imobilitatea lor la acțiunea vântului. Pornind de la necesitățile de energie electrică, postul antigrindină poate fi dotat cu unul sau mai multe sisteme fotovoltaice. Instalațiile fotovoltaice elaborate pot fi utilizate, de asemenea, pentru pomparea apei în sistemele de irigare, alimentarea cu energie electrică a consumatorilor de energie dispersați. În scopul impulsării implementării sistemelor de conversie a energiilor regenerabile, la Academia de Științe a Moldovei a fost fondată o nouă direcție strategică *Eficiențizarea și asigurarea complexului energetic și securității energetice, inclusiv prin promulgarea resurselor renovabile*, în cadrul căreia în perioada 2004-2011 au fost demarate trei Programe de Stat pentru valorificarea resurselor regenerabile de energie în condițiile Republicii Moldova

V. Concluzii

Implementarea SRE în Republica Moldova va fi posibilă numai cu susținerea instituțională, legislativă, financiară și educațională a Guvernului. Obstacolul principal în calea valorificării SRE este, în primul rând, de natură financiară, legislativă și educațională și, mai puțin, de natură tehnică sau tehnologică. Pentru a schimba atitudinea societății față de SRE este necesară, în primul rând, educația și instruirea tinerilor sub aspectul valorificării surselor regenerabile, realizarea proiectelor demonstrative, difuzarea unei serii de emisiuni radiofonice și televizate.

Bibliografie

1. Strategia Energetică a Republicii Moldova până în 2020. HG nr. 958, 21.08.2007.
2. Bostan I., Dulgheru V., Sobor I., Bostan V., Sochirean A. Sisteme de conversie a energiilor regenerabile. UTM. Ch.: Ed. „Tehnica-Info” SRL, 2007, - 665 p. (Tipografia Bons Offices). 2007.- 600 p.
3. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Ciupercă R. Antologia invențiilor. V. 3. Sisteme de conversie a energiilor regenerabile. Universitatea Tehnică a Moldovei. Ch.: „Bons Offices” SRL, 2009, - 458 p.
4. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Ciobanu O., Sochireanu A. Brevet nr. 2991 (MD), CIB F03 B 7/00. Stație hidroelectrică / U.T.M. Publ. BOPI, 2006,- Nr.2.
5. Bostan I., Dulgheru V., Sochireanu A., Bostan V., Ciobanu O., Ciobanu R. Brevet nr. 2992 (MD), CIB F03 B 7/00. Stație hidraulică / U.T.M. Publ. BOPI - 2006.- Nr.2.
6. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Sochireanu A., Ciobanu O., Ciobanu R., Dicusară I. CIB F03 B 7/00: F 03 B 13/00. Stație hidraulică. Brevet nr. 3104 (MD). BOPI nr. 7/2006.