



VALORIFICAREA ENERGIEI VALURILOR

Irina SPÎNU, Cristina Daniela DEAC

WAVE ENERGY RECOVERY

The paper presents the main installations and technologies that are presently used for wave energy exploitation. The energetic and ecological advantages of wave energy usage are brought forward. The authors notice the opportunity of developing wave energy usage in the Black Sea area.

Cuvinte cheie: energia valurilor, potențial energetic, instalații, oportunități, impact, mediu

Keywords: wave energy, potential energy, facilities, opportunities, impacts, environmental

1. Potențialul energetic al valurilor marine

Valurile marine sunt rezultatul combinației dintre acțiunea vânturilor, a gravitației și a tensiunii superficiale de la suprafața mării.

Energia valurilor marine este o formă indirectă de energie solară. Încălzirea diferită a unor mase mari de apă din oceanul planetar și din suprafața uscatului conduce la apariția vânturilor. Vânturile care suflă peste mari întinderi de apă transmit o parte din energia lor acestora, generând valurile care se formează la suprafața mărilor și oceanelor și se îndreaptă spre țărâm [9].

Avantajele energiei valurilor:

- Este o forma de energie regenerabilă și inepuizabilă;
- Valurile înmagazinează un imens potențial energetic;
- Are un caracter nepoluant;

- Nu prezintă greutăți deosebite în exploatare;
- Este gratuită, poate fi folosită de oricine, oriunde pe suprafața oceanului planetar;
- Nu necesită cheltuieli importante de transport și distribuție înainte de a fi folosită;
- Este înmagazinată în cele 1400 milioane de miliarde de tone de apă care acoperă două treimi din suprafața Pământului;
- Realizarea centralelor marine nu implică scoaterea din uz a terenurilor agricole, industriale sau a așezărilor umane, utilizând astfel zone practic neîntrebunțate.

Dezavantajele energiei valurilor:

- Are un caracter aleator, manifestat prin variația continuă a elementelor caracteristice valurilor;
- Este dependentă de anotimp și de amplasament;
- Are, deocamdată, un preț ridicat în comparație cu energia provenită din sursele clasice;
- Are un impact vizual și fizic asupra habitatului marin;
- Pot exista anumite scurgeri toxice ale lichidelor folosite la construcția dispozitivelor de captare;
- Conflictul cu navele comerciale.

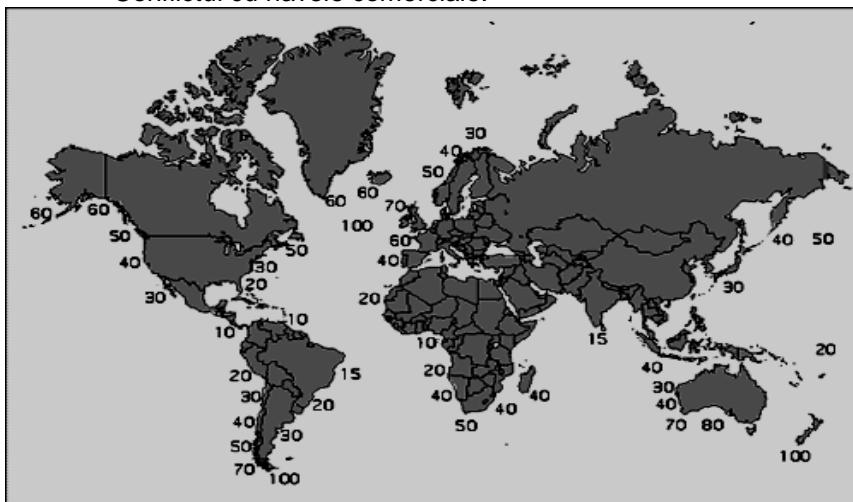


Fig.1 Repartiția pe glob a energiei specifice a valurilor în kW/m coastă [10]

Potențialul teoretic global este de 8×10^5 TWh/an, ceea ce reprezintă de 100 de ori cantitatea de energie care ar putea fi produsă anual de amenajările hidroenergetice convenționale.

Potențialul mondial, exprimat ca putere disponibilă, este de circa 2 TW, cu 320 GW în Europa. Din acest potențial teoretic s-ar putea valorifica sub formă de energie electrică cam 10 ... 12 %. Chiar în aceste condiții însă, energia valurilor marine tot ar fi suficientă pentru acoperirea necesarului planetar de energie electrică [1].

Determinarea puterii valurilor marine

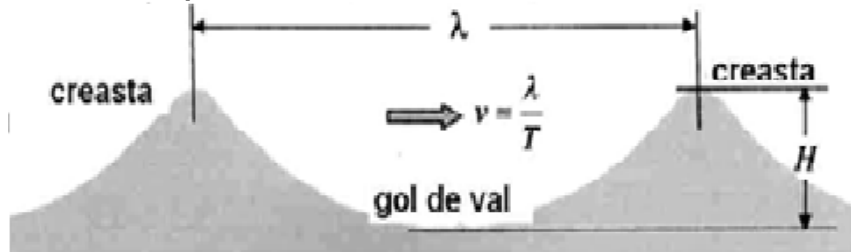


Fig. 2 Caracteristici geometrice ale valurilor [3]

Particulele de apă excitate de vânt au traiectorii circulare, cele de la suprafață având diametrul maxim, iar cele din spre fund diametre care scad exponențial cu adâncimea. Compunerea acestor traiectorii conduce la formarea creștelor și golurilor de val și respectiv la propagarea valurilor. Distanța dintre două crește consecutive este denumită lungime de undă λ . Înălțimea valului H este distanța dintre golul și creștea valului. Perioada valului T este intervalul de timp necesar valului să parcurgă o distanță λ . Ca urmare viteza valului este raportul dintre distanța parcursă λ și perioada T .

Valurile transportă energie mecanică. Puterea pe unitate de lungime transversal direcției de propagare a unui val cu înălțimea H și lungimea de undă λ este:

$$P = \frac{1}{2} \rho \cdot g \cdot H^2 \cdot \lambda \quad [\text{w/m}] \quad (1)$$

unde ρ este densitatea apei de mare iar g este accelerația gravitațională. Toate mărimile sunt exprimate în SI.

Potențialul energetic al Mării Negre

Marea Neagră a fost și este considerată o mare relativ calmă. Particularitățile pe care le prezintă regimul valurilor din Marea Neagră influențează în mod decisiv alegerea procedurii de captare optim.

Frecvența vânturilor puternice pe Marea Neagră este de 38 %, iar a celor cu viteza mai mică de 1 m/s este de 0,5 %, vânturile dinspre larg fiind preponderente în comparație cu cele dinspre uscat. Intervalele de timp cu agitație maximă a mării sunt localizate în luna ianuarie, iar cele cu agitație minimă în lunile mai, iunie și iulie.

Datorită regimului său calm, în comparație cu alte zone geografice de pe glob, valoarea potențialului energetic brut al valurilor din preajma litoralului românesc este relativ redusă. Studiile și cercetările făcute în țară, atestă că, pe fiecare metru liniar de front maritim amenajat se pot obține aproximativ 40 000– 50 000 kWh/an sau 8 – 10 TWh/an, în ipoteza instalării unui singur șir continuu de sisteme de captare cu randamentul egal cu 100 %. Pentru un randament total de numai 30 %, valoarea potențialului energetic posibil ar fi de circa 2,4 – 3 TWh/an, indice orientativ care ne arată că utilizarea în scop energetic a forței mecanice a valurilor din Marea Neagră ar fi rentabilă [2].

2. Instalații de captare și valorificare

Sunt peste 40 de tipuri de mecanisme propuse, dintre care numai unele sunt funcționale. Mecanismele se diferențiază după poziția față de coastă, fiind amplasate în țărm, în vecinătatea coastei sau în larg. O primă clasificare împarte aceste sisteme de valorificare a energiei valurilor în sisteme cu coloană oscilantă de apă, sisteme cu acumuloare de apă și sisteme cu plutitori antrenați de val.

a. Sistemele cu coloană oscilantă de apă

Constă dintr-o cameră realizată de o copertină de beton, care are planșeul peste nivelul maxim al apei. Camera are deschideri la partea inferioară, sub nivelul minim al apei, care permit intrarea valurilor în interiorul camerei. Ridicarea și coborârea periodică a nivelului apei comprimă și decomprimă succesiv volumul de aer din interiorul camerei. O turbină de aer, situată la ieșirea din cameră, este pusă în mișcare de aerul expulzat sau aspirat în cameră. Axial cu turbina este generatorul, care transformă energia mecanică în energie electrică.

b. Sistemele cu acumuloare de apă

Sunt cele mai apropiate ca mecanism de producere a energiei electrice de centralele electrice convenționale. Mișcarea apei din val este dirijată spre o rampă artificială, care înalță nivelul valului, și apoi valul este preluat prin deversare de un bazin plutitor. Returul apei din bazin spre mare, sub căderea astfel creată, pune în mișcare turbina.

c. Plutitorii antrenați de val

Stau la baza principalelor mecanisme imaginate pentru captarea energiei valurilor. Un corp plutitor, pus în mișcare de valuri, antrenează un sistem de generare, fie direct (generatoare liniare), fie prin intermediul unor sisteme de convertire a oscilațiilor în mișcare de rotație, fie prin intermediul unor articulații ce leagă între ele mai mulți plutitori.

d. Sistemele amplasate în țărm

Între sistemele amplasate în țărm cel mai cunoscut este cel cu coloană oscilantă de apă. Pentru exemplificare, în cele ce urmează se prezintă **sistemul** denumit **LIMPET** (Land Installed Marine Power Energy Transmitter), care a funcționat între anii 2000 și 2007 pe coasta de vest ale Scoției. Sistemul de conversie a constă din două turbine de aer Wells, cu diametrul de 2,6 m, conectate fiecare cu un generator de 250 kW, puterea totală instalată fiind de 0,5 MW [1].

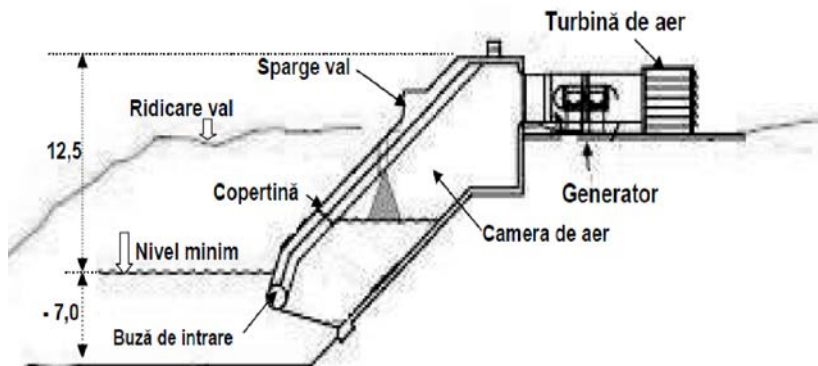


Fig. 3 Secțiune transversală prin camera sistemului LIMPET [1]

Sistemul cu panou oscilant este de asemenea destinat amplasării în țărm.

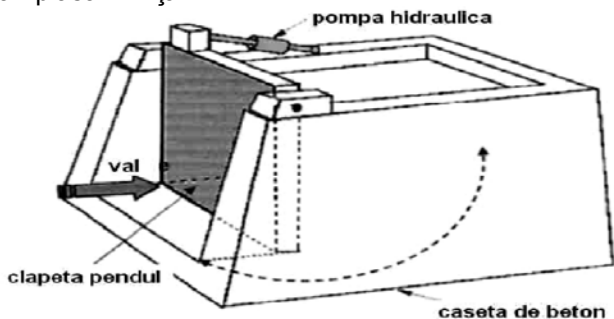


Fig. 4

Sistemul cu panou oscilant [1]

O cutie din beton armat are o latură liberă către mare. Un panou batant este articulat de cutie, la partea superioară. Sub acțiunea valurilor panoul ocilează, iar mișcarea este transmisă unei pompe hidraulice care la rândul ei antrenează un generator [1].

e. Sisteme cu amplasare în apropierea țărmului

Dintre sistemele propuse de diferite firme, în cele ce urmează se prezintă sistemul denumit Wave Dragon, primul sistem de fructificare a energiei valurilor care a furnizat energie în rețeaua unui sistem energetic. Instalația are două rampe largi, special profilate, care înalță local valurile și le dirijează în rezervor. Din rezervor apa se reîntoarce în mare prin gravitație, printr-o turbină, care este conectată cu un generator. Construcția este foarte simplă și numai turbina și generatorul au părți în mișcare. Costurile inițiale sunt reduse, dar costurile de exploatare, datorită locației în afara țărmului sunt mai mari [1], [5].



Fig. 5 Principiul instalației Wave Dragon [1]

f. Sisteme cu amplasare în larg

Un prim **sistem** constă în utilizarea unor **plutitori tip geamandură**, care se ridică și se coboară odată cu valurile. Mișcarea creează energie mecanică, care se transformă în energie electrică.

Un al doilea **sistem** propus folosește **principiul panourilor batante**, antrenate de val. Un panou carcasaș, articulat de o fundație de beton pe fundul mării, transmite mișcarea de dute-vino unui piston. Pistonul comprimă uleiul din cilindru care antrenează un generator [1].

Sistemul Pelamis, este primul sistem de colectare a energiei valurilor de larg cu aplicații industriale. Sunt șase cilindri articulați, cu diametrul de 3,5 m, dintre care trei sunt flotori cu lungimea de 30 m fiecare și trei, cu lungimea de 5 m, conțin sistemul de convesie și sunt denumiți moduli de putere. Structura este semi-submersă. Sub acțiunea valurilor elementele articulate au mișcări sus-jos și dreapta-stânga. Mișcarea din articulații este transmisă unor cilindri hidraulici, care pompează ulei la presiune foarte mare către motoarele hidraulice. Motoarele hidraulice pun în mișcare generatorul electric. Energia produsă de fiecare dintre modulele de putere este trimisă prin același cablu către o conexiune pozată pe fundul mării.

În Scoția, pe coasta de nord, la Orkneys, este o grupare de 4 unități cu puterea de 3 MW. Pe coasta de nord a Angliei este în curs de realizare o fermă de unități Pelamis cu puterea de 20 MW. O singură unitate Pelamis amplasată într-o zonă a mării cu puterea specifică medie, pe unitatea de lungime, de 55 kW/m produce într-un an $2,2 \times 10^6$ kWh [1], [7].

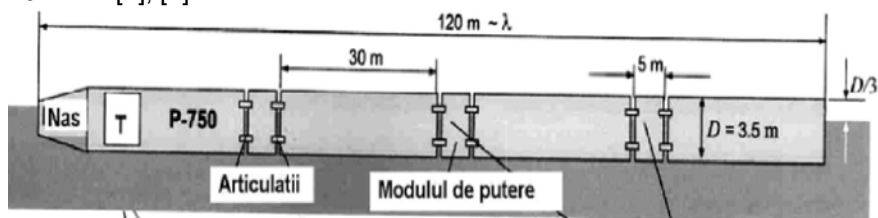


Fig. 6 Schema sistemului Pelamis [1]

3. Aspecte privind impactul de mediu

Energia valurilor este direct legată de coastele marine. Locațiile cele mai favorabile sunt situate în zone sălbatice, slab populate. Dezvoltarea unei surse de energie în imediata vecinătate a unor asemenea zone poate schimba tendința de dezvoltare regională, densitatea de locuire și afectează indirect ecosistemele existente [4].

Față de majoritatea tehnologiilor de producere a energiei, captatorii de energie a valurilor au un impact redus asupra mediului. Prin locul și modul de amplasare aceste instalații au un impact vizual minim. Instalațiile din larg, de tip plutitori, interferă foarte puțin cu flora și fauna marină. Toate tipurile de instalații de captare nu lasă efecte remanente în zonele în care au fost instalate.

Sunt unele impacturi deranjante, cum ar fi zgomotul turbinei cu aer de la instalațiile montate în țărâm. Sunt interferențe cu marea liberă pentru navigație, dar minore și imediat rezolvabile prin balizare. Un efect benefic pentru eroziunea costieră se așteaptă de la sistemele de captare a energiei valurilor. Promovarea lor în zone cu eroziune puternică a plajelor poate diminua substanțial procesul erozional și astfel se atenuează impactul negativ asupra turismului local.

4. Concluzii

Valurile marine reprezintă o resursă promițătoare de energie regenerabilă, fiind semnificativă cantitativ și accesibilă în numeroase zone ale globului.

Potențialul energetic al valurilor, pe plan mondial este 8×10^5 TWh/an. Referitor la Marea Neagră autorii apreciază, pe baza studiilor bibliografice că potențialul energetic exploatabil de 2,4 – 3 TWh/an reprezintă un interes real pentru economia energetică a României. Au fost prezentate cele mai importante și fiabile instalații de captare și conversie a energiei valurilor utilizate la ora actuală cu precizările de rigoare legate de impactul acestora asupra mediului.

Considerăm că energia valurilor este insuficient exploatată, atât pe plan mondial cât și în Marea Neagră. Potențialul acestui tip de energie este imens, iar impactul asupra mediului este redus, comparativ cu alte tehnologii de producere a energiei regenerabile.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Stematiu, D., *Amenajări hidroenergetice*, Editura Conspress, București, 2008.
- [2] Iulian, C., Lazăr, P.D., *Energia valurilor: captare și conversie*, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1982.
- [3] Iulian, C., *Utilizarea energiei valurilor*, Editura tehnică, București, 1990.
- [4] Malița, M., Băcescu, M., *Viitorul mărilor și al oceanelor*, Editura Academiei RSR, București, 1980.
- [5] Sorensen, H.C., ș.a., *The Wave Dragon – Now Ready for Test in Real Sea - Proceedings from the Fourth European Wave Energy Conf.*, Aalborg, 2000.
- [6] Cazacu, M.D., Neașu, R., *On mechanically and pneumatically generated waves*, The V-th International Energy Conf. – Energex. Seoul, 1993.
- [7] * * * Surse noi de energie – Orientări, realizări, tendințe în cercetarea științifică și inginerie tehnologică, Vol.II., INID, București, 1980.
- [8] * * * http://www.aquaret.com/index.php?option=com_content&view=article&id=131&Itemid=274&lang=ro
- [9] * * * <http://ro.wikipedia.org/wiki/Val>
- [10] * * * <http://thefraserdomain.typepad.com/energy/2005/10>
- [11] Bejan, M., Rusu, T., Bălan, Ioana, *Energia valurilor*, Buletin Științific AGIR, *Tehnologii avansate și materiale noi*, An XV, nr. 4/2010, București, ISSN-L 1224-7928.

Irina SPÎNU

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Facultatea de Ingineria Materialelor și a Mediului

e-mail: irina_20ro@yahoo.com

Șef lucr.Dr.Ing. Cristina Daniela DEAC

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Facultatea de Ingineria Materialelor și a Mediului, membru AGIR

e-mail: ddcrisrina@hotmail.com