

**CEHPV - Program 4 - Proiect 21-001/14.09.2007**

## **Centrala electrica hidropneumatica actionata de valuri**

**Acronim:** CEHPV

**Contract:** 21-001 /14.09.2007

**Autoritate Contractantă:** Centrul National de Management Programe

**Program:** 4 - Parteneriate in domeniile prioritare

**Directia de cercetare:** 3 - Energie

**Tipul proiectului:** PC

**Perioada de derulare:** 14.09.2007 - 14.09.2009

**Contractor:** INCDIE ICPE-CA

**Director de proiect:** Prof. Dr. Ing. Gheorghe Samoilescu

### **Parteneri:**

ACADEMIA NAVALA MIRCEA CEL BATRAN;

INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE TURBOMOTOARE – COMOTI;

SC UTILNAVOREP SA – Cofinantator;

CENTRUL DE CERCETARE STIINTIFICA PENTRU FORTELE NAVALE CONSTANTA;

PRIMARIA CONSTANTA – Cofinantator;

### **Obiectivele generale ale proiectului:**

#### **Obiectiv general**

Obiectivul general vizează verificarea sistemului de instalație hidropneumatică bazată pe noi elemente inovative pentru valorificarea energiei valurilor și în special a valurilor Mării Negre. Prin realizarea unui parteneriat de înaltă competență în domeniul prioritar al energiilor neconvenționale se crează premisele dezvoltării de produse și tehnologii inovative de complexitate ridicată, având caracter multidisciplinar.

Rezultatele de natură științifică și tehnologică, urmare proiectului, vor duce la creșterea competitivității CD în domeniul conversiei energiei valurilor.

#### **Obiective derivate**

- Creșterea competenței tehnologice și promovarea transferului de cunoștințe și tehnologii în domeniul conversiei energiei valurilor, în condiții de calitate, siguranță, cu respectarea principiului dezvoltării durabile;

- Crearea de produse și "tehnologii curate" în domeniul conversiei energetice.

Schema de realizare a proiectului:

**2007 - Etapa I - Studiu privind tipurile de instalatii hidro-pneumatice, pretabile instalarii in conditiile Marii Negre** - perioada: 14.09.2007 - 01.12.2007;

**2008 - Etapa II - Proiect/Realizare/Experimentare model experimental**

- perioada: 01.12.2007 - 15.09.2008

**2009 - Etapa III - Proiectare/Realizare/Experimentare pe subansamble al unui model functional, la scara reala** - perioada: 15.09.2008 - 30.04.2009

**2009 - Etapa IV - Transfer si amplasare la beneficiar demonstrator cu experimentari functionale.**

**Diseminare rezultate** - perioada: 30.04.2009 - 15.09.2009

#### **Modalitățile de valorificare a rezultatelor - potențiali utilizatori și beneficiari**

Proiectul se încadrează în politica de utilizare a surselor regenerabile de energie. În corelare este posibilă și protecția unor zone a litoralului cu diguri care se pot concepe ca diguri recuperatoare de energie. Având în vedere nivelul tehnic și științific al școlii românești în domeniul construcțiilor din domeniul hidrotehnicii aplicate și având Marea Neagră ca bază pentru cercetări proiectul va permite aprofundarea studiilor care se fac pe plan mondial, privind instalațiile de captare a energiei valurilor și în special a instalațiilor hidropneumatice.

Proiectul este util, având în vedere posibilitatea exploatarei energiei valurilor Marii Negre pentru utilități locale și injectarea energiei în rețea.

Valorificarea rezultatelor cercetării și punerea la punct a tehnologiilor de realizare și instalare vor produce efecte economice prin introducerea ulterioară în fabricație la Util Navorep (partener cofinanțator în consorțiu), având în vedere că multe autorități locale sunt dispuse să investească în producerea de „energie curată”. **Vor mai rezulta beneficii și creșterea cifrei de afaceri a unităților implicate precum și creșterea unor noi locuri de muncă.**

**Impactul economic al proiectului** se reflectă pe de o parte în efectul financiar al exploatarea centralei hidropneumatice realizate, respectiv a energiei electrice furnizate, iar pe de altă parte în perspectiva pe care o deschide fabricația unor astfel de centrale de diferite puteri instalate (cu beneficii la producător) și exploatarea lor pe scară largă (utilizarea locală și injecție în rețeaua națională de energie electrică "ieftină").

**Impactul social al proiectului**, are loc în special în zonele unde se fac astfel de amenajări, prin degrevarea bugetelor locale și individuale de o parte a costurilor cu energia electrică, precum și cu venituri concrete provenite din injecția de energie electrică în rețeaua națională și posibil de comercializare a certificatelor verzi. De asemenea proiectarea și executia judicioasă a acestor centrale, în corelare cu amenajările hidrotehnice aferente, vor conduce la micșorarea procesului de eroziune a coastei și limitarea pagubelor.

**Impactul asupra mediului** prezintă deosebită importanță: prin producerea de energie electrică cu un procedeu de conversie "prietenos", total nepoluant, precum și contribuția amenajărilor la diminuarea degradării costiere (eroziune sub acțiunea valurilor).

## **2007 - Etapa I - Studiu privind tipurile de instalații hidro-pneumatice, pretabile instalării în condițiile Mării Negre - perioada: 14.09.2007 - 01.12.2007**

### **Obiectivele fazei**

- Marea Neagră - considerații generale;
- Morfohidrografie și morfologie în bazinul de vest al Mării Negre;
- Componentele abiotice ale sistemului ecologic al ecosistemelor litoralului românesc al Mării Negre;
- Eroziunea litoralului și a liniei de coastă;
- Analiza spectrală a valurilor neregulate;
- Implementarea modelului SWAN în bazinul de vest al Mării Negre;
- Teoria modelului SWAN;
- Unități de măsură și grile utilizate în modelul SWAN;
- Procese fizice incluse și definirea variabilelor în modelul SWAN;
- Implementarea modelului SWAN în bazinul Mării Negre;
- Caracteristici și tendințe privind regimul de valuri în bazinul Mării Negre;
- Clasificarea instalațiilor de conversie a energiei valurilor;
- Schemele de principiu ale instalațiilor de conversie a energiei valurilor cunoscute pe plan mondial;
- Prezentarea instalațiilor de conversie a energiei valurilor hidropneumatice realizate în diverse țări;
- Prezentarea cercetărilor efectuate în România privind instalațiile hidro-pneumatice de conversie a energiei valurilor;
- Prezentarea tipurilor de instalații hidropneumatice pretabile conversiei eficiente a energiei valurilor în condițiile Mării Negre.

Situat în partea nord-vestică a Mării Negre, litoralul românesc are o deschidere de aproximativ 244 km, orientarea predominantă a țărmului fiind pe direcția N-S; adâncimile sunt relativ mici. Limita nordică este brațul Mosura (45°12' N și 29°40' E) din Delta Dunării, iar cea sudică este ceva mai la sud de Vama Veche (43°44' N și 28°35' E). Țărmul românesc are în general o configurație liniară, cu excepția zonelor portuare și lucrările costiere de protecție, în special în zona de sud.

Extinderea apelor teritoriale românești este până la 12 Mm (22,22 Km) în larg față de linia țărmului. Adâncimile sunt relativ mici, iar depunerile aluvionare dau reliefului fundului marin un aspect destul de uniform. Fundul nisipos se extinde dincolo de mal printr-o fâșie îngustă, până spre adâncimi de 15...40m. Întinsa platformă continentală este delimitată în larg de izoclina de 120m; considerând o raportare făcută la izoclina de 100m, îngustarea este de la 250 km de țărm în fața gurilor Deltei Dunării până la 110 km în

dreptul Mangaliei. Pantele fundului platformei continentale variază spre larg de la 0,0003 la N și 0,0004 la S, lângă coastă fiind sensibil mai mari: până la 0,01. Adâncimile costiere reduse (sub 20 m) influențează manifestarea valurilor furtunoase odată cu înălțarea treptată a platformei continentale.

Între Sfântu Gheorghe și Capul Midia, cu precădere spre sud de Portița, furtunile puternice produc dese rupturi ale cordoanelor litorale, care se refac parțial în timpul verii. Aici, nisipurile au tendința generală de translație spre vest, antrenate fiind de furia valurilor și de vânturi puternice.

Sectorul sudic, de la Capul Midia până la granița cu Bulgaria, este caracterizat de un țărm alveolar ce se evidențiază prin caractere de faleză înaltă, cu înălțimi de la 5 la 30 m și cu o mare stabilitate.

Viteza vântului prezintă variații pe măsura depărtării de țărm. Față de stațiile meteorologice costiere, valorile medii de pe platforma Gloria sunt mai mari cu 3-4 m/s în sezonul rece și cu 2-3 m/s în cel cald.

Vitezele maxime ale vântului pot depăși deasupra platformei continentale a Mării Negre 35-40 m/s.

La litoralul românesc al Mării Negre condițiile necesare declanșării furtunilor se creează cu precădere în sezonul rece al anului când deasupra apelor mai calde ale mării predomină câmpuri barice depresionare, cu stratificarea instabilă a aerului și cu gradienti orizontali ai vitezei vântului deosebit de ridicați. Această situație determină concomitent cu invaziile de aer ultrapolar din nord-est, cele mai puternice furtuni de pe litoral.

Numărul zilelor cu furtuna pe țărmul de vest al Mării Negre poate varia de la 20 la 40 zile pe an, cele mai multe astfel de zile fiind iarna.

Vânturile puternice, de peste 14 m/s sunt distribuite în proporție de 60% pe direcțiile N și NE iar cele cu viteze mai mari de 23 m/s corespund aproape în exclusivitate direcțiilor nord și nord-est și sunt caracteristice furtunilor cu cea mai mare frecvență pe litoral. Unii autori consideră că frecvența de apariție a furtunilor deosebit de puternice este de una la aproximativ 70 de ani.

Valurile, ca formă a dinamicii mării exprimată prin propagarea la suprafața apei a unui sistem de unde, sunt generate de diferiți factori naturali. În lucrarea de față se tratează doar valurile generate de vânt, care au cea mai mare influență asupra ecosistemelor în general.

La litoralul românesc al Mării Negre regimul valurilor este caracterizat printr-o mare inconstanță a direcției, înălțimii și perioadei acestora.

Direcțiile de propagare a valurilor sunt determinate în principal de direcția vântului, dar intervine și configurația țărmului. În general, vânturile din sectoarele E, SE, S, SV, "montează" marea de-a lungul întregului litoral românesc; vânturile din V nu reușesc să agite apele marine decât la o anumită distanță de țărm. Direcțiile de propagare a valurilor nu corespund direcțiilor de vânt. Astfel, pentru o frecvență a vântului din larg (NE, E, SE) de 44,5%, frecvența valurilor este aproape dublă (86,4%); situația este inversă pentru vânturile dinspre uscat (SV, V, NV) cu o frecvență mai mare (33,3%) decât a valurilor (8,7%).

Cel mai important aspect în formarea valurilor de vânt este cel al raportului dintre viteza vântului și dimensiunile valurilor. În general, odată cu creșterea vitezei vântului se măresc și dimensiunile valurilor și invers. Creșterea sau scăderea înălțimii valurilor se realizează cu oarecare întârziere față de fluctuațiile de viteză ale vântului.

Creșterea înălțimii valurilor nu are loc doar în cazul intensificării vântului; ea se produce chiar și în timpul unor viteze constante dar de durată și pe aceeași direcție, (de exemplu. în 6 ore, la o viteză a vântului de 9 m/s, înălțimea valurilor a ajuns de la 0,9 m la 1,2 m iar lungimea de la 15 la 28 m).

În zona de vest a Mării Negre valurile puternice se observă mai ales în perioada rece a anului. Frecvența mării de gradul 6 și peste, poate atinge 10%, direcția de propagare a valurilor fiind din NE și N, iar înălțimea valurilor poate atinge 7 m.

Primăvara crește frecvența calmului și a mării de gradul 1 până la 50-60%. Direcția de propagare a valurilor în acest anotimp este instabilă. Vara se constată slăbirea continuă a valurilor, când frecvența

mării de gradul 6 nu depășește în medie 2%. Valurile puternice se formează de la V la N și predomină cele sub 1 m înălțime.

Intensificarea agitației mării se produce în octombrie și noiembrie, când scade frecvența calmului și a mării de gradul 1 la 30-40% și predomină valurile caracteristice mării de gradul 2 și 3. În zona litoralului românesc, cu adâncimi sub 40 m, timpul de formare a valurilor este redus și se încadrează în limitele a 20-200 minute, în funcție de viteza vântului. Timpul de liniștire și stingere a valurilor durează între 2-5 ore. Valurile de vânt sunt mai numeroase (cca. 80%) decât valurile de hula (cca. 20%) iar diminuarea sau stingerea lor se realizează în situațiile de calm atmosferic prelungit sau când vântul începe să bată în direcția opusă propagării lor.

Valorificarea surselor de energii neconvenționale a devenit în prezent o preocupare deosebită la nivel planetar. Printre diferitele forme de energii neconvenționale se numără și energia valurilor. Această formă de energie are o importanță deosebită pentru țările care beneficiază de țărături cu valuri puternice, din multe zone ale lumii, dar în ultimul timp conversia energiei valurilor a devenit o preocupare și pentru țările riverane cu valuri de mică amplitudine cum este și țara noastră. Aceasta deoarece se găsesc, în primul rând, nenumărate aplicații în care energia locală este foarte utilă.

În prezent se studiază la nivel planetar mai multe tipuri de instalații de captare și conversie a energiei valurilor. Din informațiile de specialitate relativ recente rezultă că instalațiile hidropneumatice cu coloană oscilantă, cunoscute pe plan mondial sub denumirea - Oscillating Water column - OWC, prezintă cel mai mare interes. Având în vedere cercetările care s-au efectuat și se efectuează în prezent la nivel mondial și cercetările care s-au efectuat în țara noastră în domeniu se poate concluziona că energia valurilor Mării Negre poate fi captată și utilizată într-un viitor apropiat pentru aplicații locale în condiții eficiente cu ajutorul instalațiilor hidropneumatice.

Prin realizarea unor instalații hidropneumatice flotante, amplasate în largul mării, s-ar putea obține în viitor energie pentru stocare în rețeaua electrică. Problema care se pune în acest caz este eficiența instalațiilor. Avem nevoie de instalații simple, realizate cu investiții reduse care să permită exploatarea energiei valurilor cu un randament maxim posibil. În prezent conversia energiei valurilor se aplică pe scară largă în geamandurile și instalațiile de semnalizare fabricate de Japonia și China. Eforturi deosebite s-au depus încă de prin anii 1970, pentru cercetarea și realizarea centralelor electrice bazate pe energia valurilor, dar realizarea unor astfel de instalații comerciale mai necesită cercetări, datorită problemelor deosebite pe care le implică acest domeniu.

Având în vedere importanța energiilor neconvenționale și pentru țara noastră se consideră utilă realizarea unui prim prototip de instalație de mică putere, bazat pe principiul hidropneumatic pentru conversia energiei valurilor, care să fie amplasat în apropierea unui dig existent la Marea Neagră și care să permită obținerea unor date certe privind eficiența sistemului hidropneumatic.

Din analizele efectuate în cadrul primei etape a temei, privind condițiile hidro-meteorologice din zona de vest a Mării Negre, realizările pe plan mondial în domeniul instalațiilor hidropneumatice de conversie a energiei valurilor precum și cercetările efectuate în țara noastră în domeniu, rezultă că este posibilă realizarea unor instalații hidropneumatice pentru conversia energiei valurilor care vor putea avea într-o primă etapă aplicații locale. Pe măsura îmbunătățirii principiilor constructive se vor putea construi instalații de puteri semnificative cu stocare în rețeaua de distribuție.

## **2008 - Etapa II - Proiect/Realizare/Experimentare model experimental - perioada: 01.12.2007 - 15.09.2008**

Realizarea unei centrale electrice hidropneumatice pentru verificarea eficienței unei astfel de centrale în condițiile Mării Negre trebuia să fie precedată de realizarea și experimentarea mai multor modele experimentale pentru alegerea formei constructive optime. Aceasta deoarece se constată că la nivel mondial centralele electrice hidropneumatice realizate au forme constructive diferite în funcție de caracteristicile amplasamentelor.

Pentru noi prima problemă a fost proiectarea și realizarea unui canal de valuri pentru experimentări în condiții cât mai apropiate de condițiile din natură.

Întrucât utilizarea unui canal de valuri de la UPB și UTCB însemna un consum mare de energie și apă, aceste canale având dimensiuni mari, trebuia realizat un canal de valuri convenabil la ICPE - CA. La realizarea canalului de valuri a contribuit și partenerul SC Utilnavorep SA (UNR). Acest canal a fost proiectat și realizat, având o funcționare deosebită față de funcționarea canalelor cu batantă existente. În continuare s-a elaborat o metodologie de calcul a instalațiilor electrice hidropneumatice acționate de valuri pentru a putea realiza prin similitudine mai multe modele experimentale și a putea alege o formă constructivă optimă. Modelele experimentate ale centralei electrice hidropneumatice au fost proiectate la scara 1:20 față de modelul funcțional real.

Rezultatele experimentărilor asupra modelelor la scară sunt prezentate într-un tabel sinoptic. În lucrare se prezintă canalul de valuri realizat, ansamblele și subsamblele modelelor experimentate realizate, precum și experimentările efectuate asupra acestor modele.

Astfel contribuția partenerilor la realizarea obiectivelor etapei a fost distribuită astfel: **Coordonatorul INCDIE-ICPE-CA** a coordonat întreaga activitate, atribuind sarcinile, și stabilind prioritățile pentru realizarea și atingerea obiectivelor etapei proiectului (proiectare, realizare, experimentare subansambluri). **Partenerul 1 ANMB** - Academia Navala " Mircea cel Batran" a participat la realizarea etapei prin: proiectarea, și testarea mai multor modele experimentale, stabilirea condițiilor de experimentare pentru a fi în concordanță cu condițiile din teren, precum și stabilirea condițiilor de similitudine. **Partenerul 2 COMOTI** a participat prin punerea la dispoziție a bazei materiale experimentale necesare, participând activ la realizarea și desfășurarea testelor pe modele fizice la scara 1/20, în cadrul propriului stand de testare. **Partenerul 3 Utilnavorep** atât prin fondurile de la buget cât și cofinanțare a contribuit la realizarea unui canal de încercări (stand de valuri) pentru experimentarea modelelor și stabilirea modelului optim care ofera un randament maxim de exploatare a energiei valurilor. **Partenerul 4 CCSFN - Centrul de Cercetări Științifice pentru Forțele Navale Constanta** prin studiile și experimentările numerice, simulările numerice ale modelelor teoretice experimentale, a reușit să stabilească forma optimă a modelului adaptat condițiilor litoralului Mării Negre.

Urmare activității desfășurate în cadrul Etapei II pentru proiectarea, realizarea și experimentarea unor modele experimentale de centrale hidropneumatice se pot prezenta următoarele constatări și concluzii:

1. Se poate considera că principiul de formare a valurilor în canalul de valuri realizat, prevăzut cu cilindru, este mai aproape de formarea valurilor în condițiile naturale față de actualele canale prevăzute cu batantă;
2. Din experimentările efectuate rezultă că presiunea valurilor exercitată pe direcție orizontală este mai mare decât presiunea valurilor exercitată pe direcție verticală. Trebuie subliniat în același timp că o mare cantitate de energie cinetică se află sub valurile de suprafață;
3. Modelele experimentate modifică în mod sensibil caracteristicile valurilor incidente, reducând amplitudinea acestora;
4. Dintre toate modelele de instalații hidropneumatice experimentate modelul prevăzut cu perete dublu curb în față, perete curb în spate și o intrare în incintă apropiată de 70% din înălțimea peretelui din față incintei permite obținerea unor performanțe mai bune. Aceasta se explică prin faptul că peretele exterior din față permite o intrare mai facilă pentru valuri, iar peretele curb din interior, paralel cu peretele din spate, facilitează rezonanța coloanei oscilante;
5. Modelul care se recomandă prezintă o stabilitate mai bună, întrucât spațiul dintre pereții din față poate fi lestat cu un volum apreciabil de anrocamente;
6. Instalația hidropneumatică poate fi considerată instalație terminală numai dacă este ancorată de malul mării, altfel această instalație ca și alte instalații de conversie a energiei valurilor poate capta numai o parte din energia valurilor, întrucât o mare parte din această energie trece prin masa de apă de sub aceste instalații;
7. Din experimentările efectuate rezultă că peretele din față instalației nu opune practic nici o rezistență la intrarea în instalație a valurilor mici. O oarecare rezistență se simte la valurile mari. În plus, performanțele modeste obținute în condițiile amortizării valurilor din spatele modelului experimental se pot explica prin sensibilitatea clapetei la presiunea din interiorul incintei. Din acest motiv clapeta oscilantă montată la intrarea instalației nu se justifică;
8. Oscilațiile coloanei din incinta instalației sunt puternic influențate de rezistența aerodinamică a coloanei de aer. Aceste oscilații se reduc aproape complet la blocarea coloanei de aer. Datorită influenței rezistenței aerodinamice randamentul instalației depinde de alegerea corectă a secțiunii turbinei față de puterea instalației;

9. Experimentările electrice s-au limitat la experimentarea modului generator, având în vedere cuplurile de pornire relativ mari ale generatorului datorită frecărilor în lagăr, a reluctanței variabile din întrefier și a unei posibile anizotropii a tolei statorice;

10. În cursul experimentării modelelor s-au măsurat: presiunea aerodinamică, deplasările coloanei oscilante, viteza medie la refularea și absorbția fluxului de aer, s-a determinat debitul de aer dat de modele. La modelul recomandat s-au determinat caracteristicile funcționale pentru mai multe situații precum și presiunea din incintă determinată cu un manometru tubular;

11. Se poate considera că Etapa II a fost deosebit de utilă pentru precizarea modelului experimental care va servi la proiectarea și realizarea centralei electrice hidropneumatice de 5kW acționată de valuri.

### 2009 - Etapa III - Proiectare/Realizare/Experimentare pe subansamble al unui model funcțional, la scara reala - perioada: 15.09.2008 - 30.04.2009

În urma rulării programului cu element finit în ipotezele prezentate și pentru variantele de încărcare s-au obținut variațiile tensiunilor, deformațiilor și deplasărilor din care s-au extras valorile maxime.

Astfel se pot trage următoarele concluzii :

- Pentru regimul de exploatare normal cu parametrii valurilor specifici zonei Mării Negre starea de tensiune și deformații se încadrează în valori acceptabile din punctul de vedere al rezistenței elasticității și condițiilor de exploatare.
- Variația nivelului apei influențează foarte puțin tensiunile și deformațiile, acest nivel influențând destul de mult regimul hidraulic al camerei pneumatice și randamentul microcentralei.
- Partea cea mai solicitată este partea superioară a camerei, unde se găsește turnat o cantitate considerabilă de beton, care influențează și ea starea de tensiune și deformație. Acest lucru se poate observa la varianta 2 de încărcare unde tensiunile și deplasările sunt mai mici față de varianta 1 (cu încărcare mai ușoară) deoarece cele două tipuri de solicitări se neutralizează reciproc.
- Deoarece partea inferioară a camerei și lateralele precum și pilonii de susținere sunt rezemate pe beton respectiv încastrate, starea de deformație și de tensiune este foarte mică.
- Pentru a treia variantă de încărcare, unde s-a considerat cel mai înalt val din ultimii 50 de ani  $H_{max}=22.08m$ , starea de tensiune depășește valoarea limită de curgere respectiv 355 MPa dar nu depășește limita de rupere  $R_m=470-630$  MPa a materialului tablei, ceea ce arată că structura nu va atinge limita de colaps.
- Deoarece sunt unele incertitudini privind dimensiunile de gabarit ale structurii, zona de amplasare, sistemul de prindere de dig, încărcare prin utilizarea modelului Goda, considerăm că rezultatele obținute prin simulare trebuie validate prin experiment la scară și introdus niște coeficienți de corecție.
- Din rezultatele obținute se poate trage concluzia că structura va rezista în condiții normale de exploatare, dar nu se poate determina comportarea acesteia în timp din punct de vedere al oboselii precum și la valori de dimensiuni mari care pot acționa timp de 50 până la 120 de ore în regim de furtună cu intensități mari de vânt.

Deplasările și tensiunile maxime pot fi urmărite în tabelul nr. 1.

Tabelul nr. 1 - Valori minime - maxime tensiuni și deplasări

<i>Pas de timp</i> [secunde]	<i>Tensiune</i> [kgf/cm <sup>2</sup> ]		<i>Deplasare</i> [mm]	
	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>max</i>
0,1	1,07e-05	8,99e+01	0,000	1,426e-02
0,3	1,07e-05	1,960e+03	0,000	3,107e-01
0,5	2,29e-04	1,913+03	0,000	3,033e-01
0,8	2,316e-04	1,934e+03	0,000	3,067e-01
1,0	4,472e-06	3,735e+01	0,000	5,922e-003

Au fost luate în considerare următoarele ipotezele de lucru:

- tipul de încastrare adoptat (structura va fi înglobată ulterior în beton);
- încărcările au fost supraestimate au fost evaluate ca valoare pentru ca rezultatele să fie plauzibile;

- depășirea ca valoare în punctele de maxim determinate teoretic nu va influența comportamentul practic, urmând ca determinările experimentale să confirme comportamentul structurii la solicitările în timp real.

S-a realizat ridicarea topobatimetrică în sistemul de proiecte STEREO 70 și sistemul de referință cote MN 75, întocmindu-se o hartă a zonei și apoi pe baza batimetricii, s-a realizat proiectul hidrotehnic de amenajare a zonei de amplasare a centralei hidropneumatice, întocmindu-se harta cu lucrarea hidrotehnică.

S-au realizat practic desenele pentru modulul generator de conversie a energiei valurilor în energie mecanică și aceasta în energie electrică. În atelierele INCDIE ICPE - CA, pe baza desenelor, s-au realizat ansamblu coloana, modulul alternator, palele, contragreutatele, saibele, axul alternatorului și asamblarea acestora.

#### **2009 - Etapa IV - Experimentarea modulului generator pentru conversia energiei valurilor în energie electrică**

Experimentările asupra turbinei pneumatice s-au realizat în tunelul aerodinamic de la INCD COMOTI.. Motorul pentru antrenarea elicei sufleriei este un motor electric trifazat cu puterea de 37 kW, având o turație maximă de 1500 rot./min. Pentru instalarea modulului cu turbină în standul de experimentare s-a conceput un suport care să permită așezarea în fluxul de aer, cu posibilitatea ajustării poziției astfel încât axa de rotație a rotorului turbinei să fie în centrul tubului de curent. Soluția constructivă a turbinei pneumatice a fost realizată și prin intermediu simulărilor numerice în mediul CFD (Computational Fluid Dynamics) de către partenerul INCDIE COMOTI. Pentru realizarea modelului 3D al turbinei s-a folosit documentația realizată de partenerul coordonator INCDIE ICPE CA, reprezentându-se câmpul de presiuni relative și câmpul de viteze. Experimentările propriu-zise s-au efectuat pentru o singură viteză a aerului în turbină de 35 m/s. În acest sens turbina pneumatică a fost cuplată la arborele unui generator electric de cc de tip cu rotor disc și excitație prin magneți permanenți (țarat în gama de puteri 0...2 kW și gama de turații 0...3000 rot/min.). Încărcarea acestuia s-a reglat prin intermediul rezistenței electrice conectată la bornele de ieșire. Încărcarea acestuia s-a reglat prin intermediul rezistenței electrice conectată la bornele de ieșire. Calculul puterii utile s-a efectuat prin intermediul curentului electric și turației la arbore măsurate, cu relația de tarare.

S-au ridicat curbele de putere și cuplu la arbore ale turbinei pentru viteza aerului de 35 m/s. Pentru această viteză s-a constatat o compatibilitate a turbinei, cu extragerea unei puteri mecanice maxime de cca. 1,25 kW.