



A XVI-a Conferință internațională – multidisciplinară  
„Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești”  
SEBEȘ, 2016

## **POSSIBILITĂȚI DE VALORIFICARE HIDROENERGETICĂ A RÂULUI BÎCA ÎN MUNICIPIUL CHIȘINĂU DUPĂ PROFESORUL DORIN PAVEL**

Petru PLEȘCA, Ludmila PLEȘCA, Igor PLEȘCA

### **ВОЗМОЖНОСТИ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОСВОЕНИЯ РЕКИ БЫК В МУН. КИШИНЭУ ПО ПРОФ. ДОРИН ПАВЕЛ**

В статье представлены гидрографические характеристики бассейна, гидрологические показатели реки Бык а также гидравлические параметры единственного водохранилища. Водные ресурсы реки используются в настоящее время для орошения, рекреации, рыбоводства и других целей.

Хотя еще в тридцатых годах для этой зоны Молдовы были изучены и оценены гидроэнергетические потенциалы не только реки Прут но и реки Рэут и Бык водного бассейна реки Нистру. По его расчетам в пределах муниципия Кишинэу предусматривалось три гидротехнических узла.

В начале 90-х годов по предложению автора были установлены два гидроагрегата на трубопроводах донного водовыпуска при плотине, которые сейчас не функционируют. Сейчас когда имеется энергетический кризис и возрастают экологические требования, следует в реконструкции предусмотреть установку гидротурбин для выработки гидравлической энергии, причем одна из них должна работать на экологическом расходе.

Ключевые слова: бассейн, река, водохранилище, гидроэлектростанции

Cuvinte cheie: bazin hidrografic, râu, acumulare, centrale hidroelectrice

## 1. Introducere

Regulile gestionării, în baza căruia vor fi utilizate resursele de apă ale râului și bazinului de acumulare, trebuie să respecte condițiile de protecție a mediului înconjurător, precum și îndeplinirea obligațiilor de întreținere și reparație a construcțiilor hidrotehnice în termenele prevăzute în cartea tehnică, în conformitate cu actele normative, bazate pe observațiile asupra comportării construcțiilor în exploatare și utilizarea lor complexă cu aspect hidroenergetic și ecologic. În ultimul timp, reieșind din criza energetică, suprafețele de irigație s-au redus. Una din sursele energetice pentru mărirea cantității de apă, poate fi o mare parte produsă din apă curgătoare, care se poate acumula în prealabil și turbinați apoi prin hidroagregate amplasate la conductele de golire sau în clădirile stațiilor de pompare aflate în aval de baraj și destinate pentru alimentari cu apă. Se poate ridica eficiența în scop hidroenergetic prin studiul regularizării și optimizării de scurgere care se poate determina din urmărirea variațiilor debitelor și căderii la turbină, care depinde de parametrii regularizării. Din analiza unor factori ce influențează producerea energiei hidraulice se observă că ea va fi atunci mai mare, când bazinul de acumulare va fi tot timpul mai plin. Amplasarea hidroagregatelor cu turbine cu mare variație a parametrilor se limitează de posibilitățile tehnice pentru un randament înalt. Adică trebuie că turbina să lucreze pe debitul de intrare în bazin de acumulare, atunci nivelul apei în bazin va fi constant și volumul umplut. Pentru a asigura debite ecologice în aval de baraj este necesar de a crea o rezervă de apă cu volum la o durată a timpului cu debite minime la intrare în bazinul de acumulare [1].

Luând în considerare aceste situații vom încerca să analizăm funcționarea hidroagregatelor în regimuri de golire și umplere cu scopul mării producerii energiei hidraulice cu randament înalt. Pentru aceasta mai întâi vom cerceta dependența adâncimii de preluare (scăderea nivelului în bazin față de nivelul normal) și umplere a unui volum de rezervă mai sus de nivelul normal admisibil în exploatarea barajului asigurând preluări pentru debitul ecologic stabilit cu producerea energiei. Observăm aici că fiecare instalație hidroenergetică la regimul scurgerii date, că această funcționare optimă va depinde de caracteristicile topografice, nivelul apei ce se va stabili în aval, condițiile de regularizare a scurgerii apei (și anume de durata timpului de preluare a volumului util destinat producerii energiei din bazin de acumulare). Asigurarea debitului ecologic în aval de baraj necesită valori variabile fiindcă se schimbă în timp și evacuarea apelor epurate

de la stația de epurare al municipiului Chișinău, precum aceste debite sunt mai mari ca debitele ecologice și deseori concentrația indicelui CBO este mai mare ca cea admisibilă. Adică, pentru această durată a timpului e necesar de trecut la evacuarea debitului ecologic prin turbinare cu o valoare mai mare și să ajungă la punctul de evacuare a apelor epurate în râul Bîca la timp [2].

## 2. Caracteristica bazinului hidrografic și a râului Bîca

Râul Bîca este afluent al râului Nistru și izvorăște din preajma satul Temeleuți, raionul Călărași. Râul are o lungime de peste 150 km, bazinul hidrografic tinde spre o arie a suprafeței (figura 1) de 2150 km<sup>2</sup>. Coeficientul de densitate a rețelelor râului: 0,42 km/km<sup>2</sup>, cota izvorului 181 m, cota deltei: 6,0 m la râul Nistru satul Gura Bîcului. Aria suprafeței împădurite este de circa 25 % și aria terenului arabil e de 54 %. Afluenții care depășesc lungimea de 10 km: Pojarna (20 km), Siret (10 km), Ponorul Mare (17 km), fără denumire (14 km și 21 km), Bîcovății (25 km), Cojușna (11 km), Ișnovațul (59 km), Calantir (23 km). În bazin sunt 116 de iazuri. Aria suprafeței apei din iazuri și bazine e 2654 ha. Volumul sumar al iazurilor și bazinelor la NNA este de 73,1 mil. m<sup>3</sup> din care jumătate aparține bazinului de acumulare Ghidighici. Scurgerea medie anuală a râului e de 91,3 mil. m<sup>3</sup> sau 2,97 m<sup>3</sup>/s, precum, volumul de scurgere cu 75 % asigurare: 47,62 mil. m<sup>3</sup>, sau debit cu 1,51 m<sup>3</sup>/s iar cea de 95 % asigurare: 13,56 mil. m<sup>3</sup> sau 0,43 m<sup>3</sup>/s. Numărul utilizatorilor de apă, care gospodăresc apele e de 226. Captarea de apă anuală din sursele de la suprafață este de circa 8

mil. m<sup>3</sup>, iar captarea de apă anuală din sursele subterane constituie 34 mil. m<sup>3</sup>.

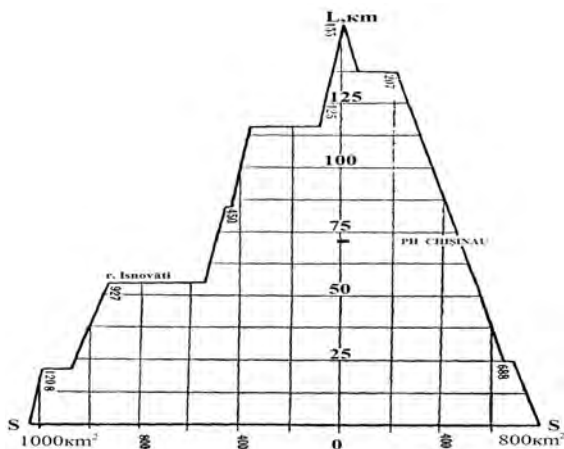


Fig.1 Variația ariei bazinului hidrografic S al râului Bîca de lungime L

Calculul caracteristicilor hidrologice se executa conform CP [3] pe baza datelor observărilor la

punctul hidrologic nr 1 Chişinău (figura 2) amenajat pe râu la distanţă de 68 km de la revărsare în râul Nistru. Din prelucrarea datelor măsurărilor se pot determina mulţi parametri statistici (figura 3).

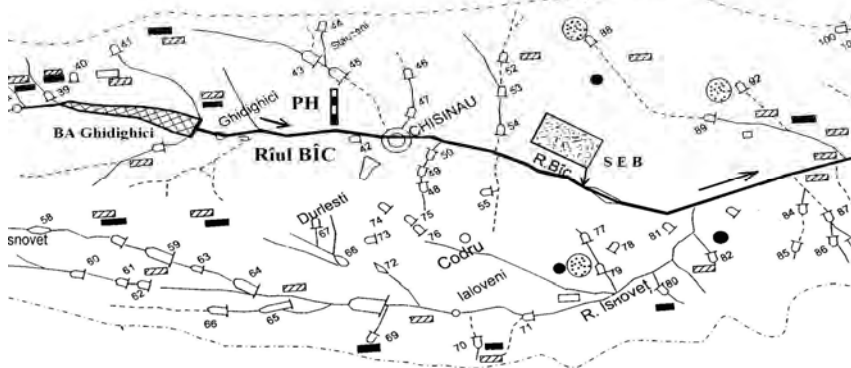


Fig. 2 Schema râului Bîca în limitele municipiului Chişinău de la BA Ghidighici până la SEB

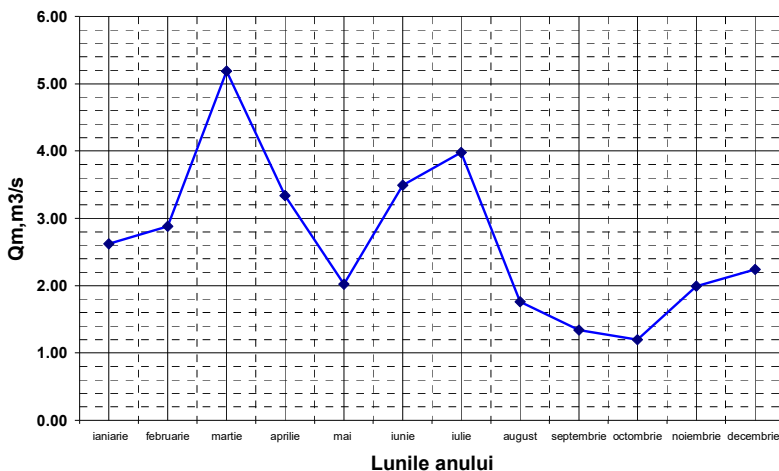


Fig. 3 Variația debitelor medii lunare pentru râul Bîca la PH Nr 1 Chişinău

Caracteristicile bazinului de acumulare Ghidighici pe râul Bîca: 1. Anul transmiterii în exploatare – anul 1962; 2. Aria bazinului hidrografic – 865 km<sup>2</sup>; 3. Lungimea - 7,9 km; 4. Lăţimea (max.) – 1,8 km, (medie) – 1,05 km; 5. Adâncimea (max.) – 6,7 m, (medie) – 4 m; 6.

Nivel normal de retenție (NNR) – 56,2 m; 7. Nivel forțat (NFR) – 58,1 m; 8. Nivel minim admis de apă – 50,55 m; 9. Aria suprafeței oglinzii apei NNR – 840 ha, NFR – 940 ha, iar la nivelul minim admis– 260 ha; 10. Volumul de acumulare (NNR) - 32,8 mil. m<sup>3</sup>; NFR- 50 mil. m<sup>3</sup>; iar la nivel minim admis -1,5 mil. m<sup>3</sup>; Volumul util - 31,3 mil m<sup>3</sup>; 11. Debitul de apă ecologic – 430 l/s; iar cel sanitar minim admis - 240 l/s. 12. Barajul: lungimea – 1370 m; înălțimea – 10,85 m; lățimea crestei - 7 m. Cota crestei barajului - 59,0 m 13. Debitul maxim cu asigurare de 0,5 % -298 m<sup>3</sup>/s; Debitul maxim cu asigurare de 1 % - 200 m<sup>3</sup>/s; se asigură prin descărcător de suprafață de tip deversor cu profil practic cu lățimea părții deversante de 76 m cu o sarcina pe deversor de 1,5 m, cu creasta la cota de 56,2 m la NNR, iar pentru golire sunt instalate două conducte din oțel cu diametru de 800 mm cu vane la început de aceeași mărime. Umplerea, golirea și evacuarea debitelor în aval pentru diferite regimuri și situații se reglementează din NCM. Distanța amplasării barajului de la revărsare în râul Nistru -73 km. Determinarea debitelor ecologice și sanitare este bazată pe datele observărilor și prelucrarea lor conform normativelor. Așa debitul sanitar s-a determinat reieșind din șirul de măsurări din anul 1968 până în 2014 la punctul hidrologic nr 1 Chișinău amplasat la 5 km în aval de baraj Ghidighici și 0,3 km mai sus de șoseaua Balcani la intrare în oraș. Din aceste date s-a stabilit debitul mediu anual egal cu  $Q_0 = 1,97 \text{ m}^3/\text{s}$ . Iar debitul minim anual (mediu lunar pe durata de 30 zile  $Q_{\min} = 0,35 \text{ m}^3/\text{s}$ , precum debitul minim sanitar cu asigurare de 95 % este de  $Q_{\text{san}} = 0,24 \text{ m}^3/\text{s}$ . Conform normativului calculul debitului minim pentru altă secțiune pentru râurile mici cu aria bazinului hidrografic sub 2000 km<sup>2</sup> cu asigurare de 80 % se produce după ecuația de reducție:

$$Q_{\min} = 10^{-3} a (F+f)^n; \quad (1)$$

unde: a, f, n - parametri ce includ condițiile geografice a ariei BH bazinului hidrografic F.

De a trece la asigurarea scurgerii de 95 % e necesar asigurarea de 80 % determinarea de corectat cu coeficientul de tranziție  $\lambda_{95\%} = 0,78$ . Atunci  $Q_{95\%} = Q_{80\%} \lambda_{95\%}$ .

Pentru determinarea probabilității de depășire cu 80 % a scurgerii râului în altă secțiune unde nu sunt observări prin metoda de interpolare pentru centrul de greutate a BH se determină modulul de scurgere  $M_{80\%} = 0,275 \text{ l/s km}^2$ , apoi și debitul cu asigurare de 80 % și 95 %:

$$Q_{80\%} = M_{80\%} \times F / 1000 = 0,275 \times 2020 / 1000 = 0,55 \text{ m}^3/\text{s}; \quad (2)$$

$$Q_{95\%} = Q_{80\%} \lambda_{95\%} = 0,55 \times 0,78 = 0,43 \text{ m}^3/\text{s}; \quad (3)$$

Dar reieșind din situația că în râul Bîca se evacuează apele de la SEB, care apoi se scurge în râul Nistru la acest debit natural trebuie de adăugat și această cantitate de aceeași probabilitate de 95 %, adică după datele măsurărilor executate  $Q_{\text{seb } 95\%} = 3500 \text{ m}^3/\text{h} = 0,97 \text{ m}^3/\text{s}$ . Atunci debitul minim admisibil la revărsare în secțiunea de calcul va fi egal cu:

$$Q_{C \ 95\%} = Q_{95\%} + Q_{\text{seb } 95\%} = 0,43 + 0,97 = 1,3 \text{ m}^3/\text{s}; \quad (4)$$

Reieșind din aceste debite minime necesare evacuării din bazinul de acumulare pentru minim ecologic se propune de reținut un volum de rezervă preluat din viiturile de primăvară sau din precipitații având în vedere că creșterea nivelului apei în lac peste cel admis de 58,1 m, conform proiectului nu se admite. Adică se propune ca descărcătorul de ape mari deschis să fie amenajat pe perimetru de o lungime de 76 m cu stăvilare plate, care vor reține apa spre creasta deversorului la cota 56,2 m un strat de apă până la înălțimea de  $h = 1 \text{ m}$  și anume până la cota de 57,2 m, adică numai jumătate din cel admis pentru nivelul forțat, care nu va fi un pericol la stabilitatea și exploatarea barajului. Volumul reținut  $W_{\text{rez}}$  temporar va fi egal cu produsul ariei oglinzii și aceasta înălțime  $h$ :

$$W_{\text{rez}} = S_o \cdot h = 8400000 \cdot 1 = 8400000 \text{ m}^3; \quad (5)$$

Acest volum a asigura cu debit ecologic egal cu:  $Q_{\text{ec}} = 0,43 \text{ m}^3/\text{s}$ ; o durata de timp de:

$$T = W_{\text{rez}} / Q_{\text{ec}} = 8400000 / 0,43 = 36000000 \text{ s} = 5426 \text{ h} / 24 = 225 \text{ zile} / 30 = 7,5 \text{ luni}; \quad (6)$$

Pentru aceasta variantă puterea hidroturbinei și energia va fi

$$N = 8QH = 8 \cdot 0,43 \cdot 6,5 \text{ m} = 22,3 \text{ kW}; \quad (7)$$

$$E = N \cdot T = 22 \cdot 5426 = 120000 \text{ kWh}; \quad (8)$$

### **3. Studiul hidroenergetic pentru râul Bîca al prof. Dorin Pavel**

Un studiu detaliat pentru teritoriul nostru și anume pentru râul Prut, afluenții râul Nistru, Răut și Bîca, l-a efectuat întemeietorul școlii hidroenergeticii române prof. emerit Dorin Pavel. În lucrarea sa

publicată în anul 1933 [1] *Plan General d' Aménagement des Forces Hydrauliques en Roumanie*, el propune amenajările hidroenergetice și în Moldova de peste râul Prut (tabelul 1 - CHE pe râul Bîca propuse de prof. D. Pavel), adică și pentru râul Bîca, afluentul râului Nistru ce trece prin municipiul Chișinău [5].

Tabelul 1

Amenajări cu CHE	N, kW	H, m	Q, m <sup>3</sup> /s	E, kWh
r.Bîca (bh Nistru)				
Petricani-Cojușna	900	19	8	3000
Petricani-Trușeni	1300	85	V <sub>ac</sub> =20	
Chișinău	3400	5	8	1100
Schinoasa-ba Conac	1300	16		4000
Schinoasa-r. Ișnovăț		16	V <sub>ac</sub> =13	

Prof. D. Pavel a elaborat scheme de amenajare hidroenergetică cu baraje, bazine de acumulare, canale, galerii, conducte sub presiune, CHE cu utilajul necesar, tip de turbine. Sunt calculați parametrii principali: căderea H, debitul Q, puterea instalată N, energia produsă E, volumul de apă în bazinul de acumulare (ba), V mil.m<sup>3</sup>, randamentul, aria suprafeței BH, alți indici tehnico-economici, hidroenergetice al CHE

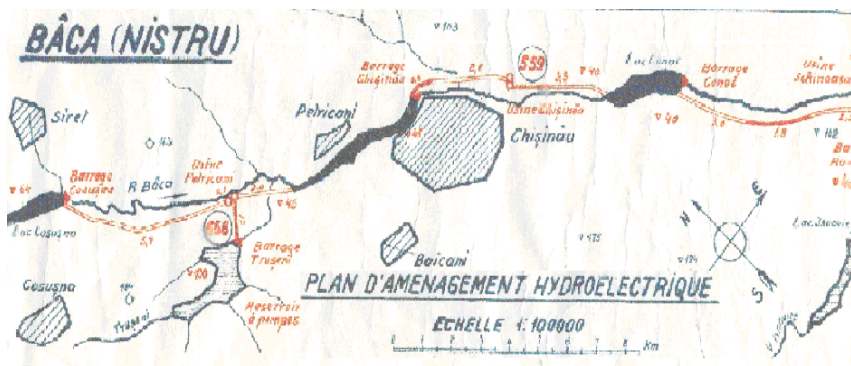


Fig.4 Schema de amenajare a centralelor hidroelectrice pe râul Bîca

#### 4. Perspectivele valorificării potențialului hidroenergetic al râului Bîca

Debitul sanitar-cu asigurare de 95 % - 0,24 m<sup>3</sup>/s este deservit prin conducte de golire de fund compus din 2 conducte cu d = 800 mm fiecare cu priza în amonte și vanele de închidere/deschidere amplasate la intrare în conducte. Pe această conductă se propune de instalat

turbine hidraulice pentru recuperarea energiei hidraulice pentru debite de la cel sanitar până la debitul mediu multianual cu asigurare de 50 % - 1,7 m<sup>3</sup>/s.

Debitul ce asigură evacuarea apei prin ambele conducte de golire cu diametru  $d = 800$  mm este de 5,65 m<sup>3</sup>/s. Se propune în prealabil reiesind din prelucrarea datelor observărilor dispuse la postul hidrometric nr. 1 pe râul Bîca (situat cu 200 m mai sus de podul șoselei Balcani), microhidrocentrala va lucra în cursul anului cu diferite regimuri de la debitele minime 0,24 până la debite de 0,5 m<sup>3</sup>/s cu un hidroagregat de putere mai mică (între 10-25 kW) la căderi de 4,5-6,5 m. Iar hidroagregatul amplasat pe a doua conductă de golire va lucra pe debite între 0,5 și 1,2 m<sup>3</sup>/s la căderi de la 5,5 - până la 7,5 m cu puteri cuprinse între 25-60 kW. Se poate stabili în prealabil următorul regim de evacuare a debitelor prin turbinare care va asigura o producere medie de energie: funcționarea la regim cu multe (primăvara) precipitații 3 luni, 1,2-1,7 m<sup>3</sup>/s) în medie 6 luni cu debite 0,5, -1,1 m<sup>3</sup>/s și puțină apă 3 luni (secetă) cu debite de 0,25-0,45 m<sup>3</sup>/s. Atunci puterea medie este produsă în 3 luni cu debit maxim de turbinare. Puterea pentru durată cu debit și energia produsă în diferite perioade ale anului, va fi:

1) Cu debit maxim 3 luni - puterea și energia va fi determinată după:

$$N_{\max} = 8Q_{\max}H_{\max} = 8 \cdot 1,45 \cdot 7 = 81 \text{ kW}; E_{\max} = N_{\max}T = 81 \cdot 90 \cdot 24 = 174960 \text{ kWh}$$

2) Puterea medie produsă în 3 luni cu debit minim de turbinare:  
 $N_{\min} = 8Q_{\min}H_{\min} = 8 \cdot 0,35 \cdot 5 = 14 \text{ kW}; E_{\min} = N_{\min}T_{\min} = 14 \cdot 90 \cdot 24 = 30240 \text{ kWh}$

3) Puterea medie produsă în 6 luni cu debit mediu de turbinare:  
 $N_{\text{med}} = 8Q_{\text{med}}H_{\text{med}} = 8 \cdot 0,8 \cdot 6 = 38,4 \text{ kW}; E_{\text{med}} = N_{\text{med}}T_{\text{med}} = 38,4 \cdot 180 \cdot 24 = 165890 \text{ kWh}$

$$E_{\text{an}} = E_{\max} + E_{\min} + E_{\text{med}} = 174960 + 30240 + 165890 = 371088 \text{ kWh}$$

Energia produsă anual la costul energiei reieșind din costul unui kWh ,  
 $c = 1,6 \text{ lei/kWh}$  va fi:  $C_e = E_{\text{an}} \cdot c = 371088 \cdot 1,58 = 586320 \text{ lei} = 35860 \text{ euro}$ .

Reieșind din costul utilajului la 1 kW putere instalată egal cu 1000 euro/1 kW și dacă puterea instalată la ambele hidroagregate cu putere de  $N_{\text{inst}} = 25 + 60 = 85 \text{ kW}$  atunci costul agregatului va fi:  $C_{\text{inst}} = N_{\text{inst}} \cdot 1000 = 85000 \text{ euro}$  (nu se include conducta existentă).

Atunci investițiile se vor răscompăra în timp de  $T = 85000/35860 = 2,37$  ani

Pentru evacuarea debitelor ecologice s-a ales hidroturbina oroyomtală.



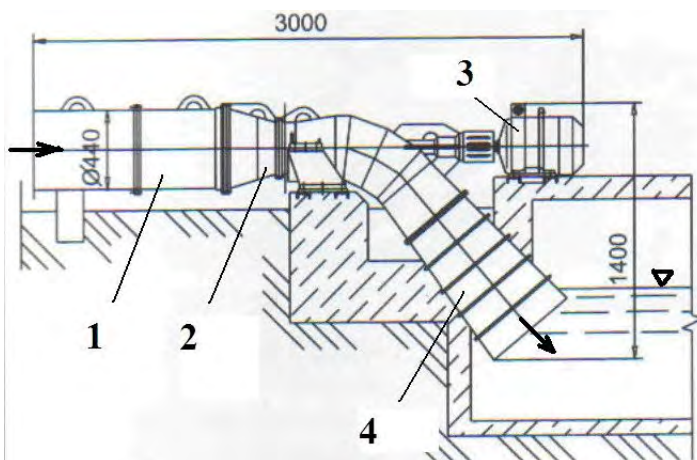


Fig. 5 Hidroagregatul cu turbina de tip EOS amplasat pe conducta de golire.  
 1. Conducta de golire; 2. Hidroturbină; 3. Hidrogenerator; 4. Tub de aspirație

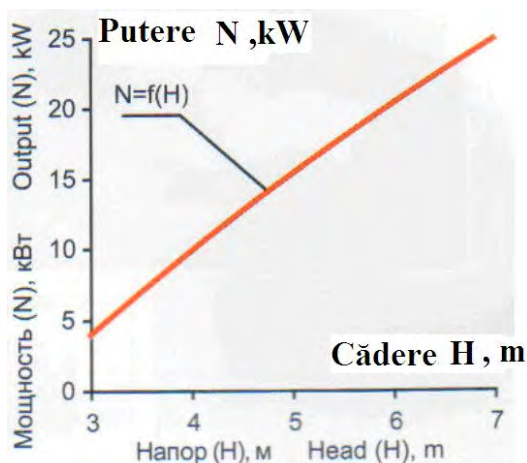


Fig.6 Dependența puterii **N** a hidroturbinei de valoarea căderii **H**

## 5. Concluzii

■ Primele cercetări al potențialului hidroenergetic de pe râul Bîca, cu propunerea schemei de valorificare și determinarea căderilor, debitelor, puterii, energiei produse cu aspect tehnico-economic este executat

de prof. Dorin Pavel pe teritoriul Basarabiei, actual R. Moldova.

■ O parte din potențialul tehnic disponibil se poate realiza la nodul hidrotehnic Ghidighici cu baraj de înălțime 10 m cu o putere instalată de 85 kW realizată cu hidroturbine axiale unite la conducta de golire.

■ S-a propus folosirea volumului de rezervă acumulat după viitură pentru a evacua debitul ecologic stabilit prin turbinare construind stăvilă pe perimetrul descărcătorului deschis tip profil practic cu înălțime de 1 m.

■ Energia produsă se poate aplica pentru iluminarea barajului, pompare și încălzirea încăperilor serviciului de pază și de exploatare și în rețea.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Pleșca, P., *Reglarea regimului de evacuare la barajul Ghidighici prin microhidroturbine cu scopul îmbunătățirii stării ecologice a râului Bîca*. În: Lucrările celei de a patra Conferințe a Hidroenergeticienilor din România. Universitatea Politehnica București, 2006, Vol.2, p. 837-844.
- [2] Pleșca, P., Rusnac, A., Vișnevschi, A., *Necesitatea exploatării barajului Ghidighici la cerințele stației de epurare biologică din S.A. Apă-Canal Chișinău pentru îmbunătățirea stării ecologice a apei râului Bîca*. În materialele Conferinței Jubiliare - INECO 15 ani „Ecologie și protecția mediului-cercetare, implementare, management”. Chișinău. 2006. p. 205-209.
- [3] \* \* \* CP D.01.04-2007. *Determinarea caracteristicilor hidrologice principale de calcul*. Normativ în construcții RM. Chișinău, 2007.
- [4] \* \* \* NCM D.01.02-2003. *Regulamentul - tip de exploatare a lacurilor de acumulare*. Normativ în construcții RM, Chișinău, 2003.
- [5] Pavel D., *Plan General d'Aménagement des Forces Hydrauliques en Roumanie*. București, I.R.E., 1933.
- [6] Bejan, M., *În lumea unităților de măsură*. Ediția a doua revăzută și adăugită. Editura Academiei Române și Editura AGIR, București, 2005.

Conf. universitar, Dr. în științe tehnice Petru D. PLEȘCA  
Centrul tehnico-științific „Hidroenergetica”  
Catedra Hidrotehnica și Fizică  
Universitatea Agrară de stat din Moldova  
e-mail: petrple@yahoo.com

Ludmila R. PLEȘCA  
Studentă an 3 sp. Marketing și Logistică  
Academia de Studii Economice din Moldova

Igor PLEȘCA  
Tehnician, Colegiul de Transport din Chișinău