



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

FENOMENUL DE COLMATARE LA PASAJ DE PEȘTI

Cristina Cătălina PETICĂ, Lucian MÂNDREA,
Carmen Anca SAFTA, Viorel ȘERBAN

THE FISH PASSAGE SILTING PHENOMENON

The paper presents the structure and the hydraulic behavior of a new type of fish way. The SERB fish passage has four chambers and a cylindrical shape inside. The chambers are limited by mobile walls with orifices pass for aquatic organism migration. Results regarding the silt of the fish way are presented.

Keywords: fish way, design, silting
Cuvinte cheie: scări de pești, proiectare, colmatare

1. Introducere

În conformitate cu reglementările în vigoare date de Directiva 2000/60/CE și Legea Apelor 107/1996 cu modificările și completările ulterioare, România va trebui să soluționeze și să asigure pentru toate pragurile și barajele de pe cursurile de apă, inclusiv a celor de pe fluviul Dunărea, migrarea organismelor acvatice, prin refacerea conectivității longitudinale a cursurilor de apă.

Lucrările hidroenergetice amplasate pe cursurile de apă aduc un impact negativ asupra biodiversității acvatice prin întreruperea continuității mediului acvatic atât în cursul apei dar mai ales în sensul invers, aval-amonte. Refacerea continuității se realizează cu ajutorul scârilor de pești sau a pasajelor de pești. Acestea sunt structuri hidrotehnice (uvraje) care ar trebui să refacă condițiile biologice, specifice diferitelor tipuri de organisme acvatice. De aceea pentru astfel

de uvraje, adâncimea, presiunea hidrostatică, vitezele și regimurile de curgere precum și forma geometrică trebuie să reproducă cât mai mult condițiile naturale.

În lucrarea de față se prezintă rezultatele experimentale obținute la determinarea modului în care se comportă la fenomenul de colmatare un nou tip de pasaj de pești, SERB aerat [1]. Experimentările au fost făcute la Universitatea Politehnică din București, Departamentul de Hidraulică, Mașini Hidraulice și Ingineria Mediului, în Laboratorul de Hidroenergetică.

2. Descrierea pasajului de pești SERB

Pasajul de pești este format dintr-un număr de camere de odihnă conectate între ele prin orificii de trecere de forme și dimensiuni specifice organismelor acvatice care migrează în zona respectivă, [1].

Orientarea organismelor acvatice se realizează în pasaj prin forma geometrică fără discontinuități în care liniile de curent sunt orientate convergent spre orificiile de trecere.

În figurile 1 și 2 se prezintă modelul pasajului de pești în secțiune longitudinală, [4].

Zonele de trecere dintr-o cameră de odihnă în alta se realizează prin unul sau mai multe orificii convergent-divergente amplasate în pereții despărțitori ai camerelor, la nivelele la care migrează organismele acvatice în albia naturală, [1].

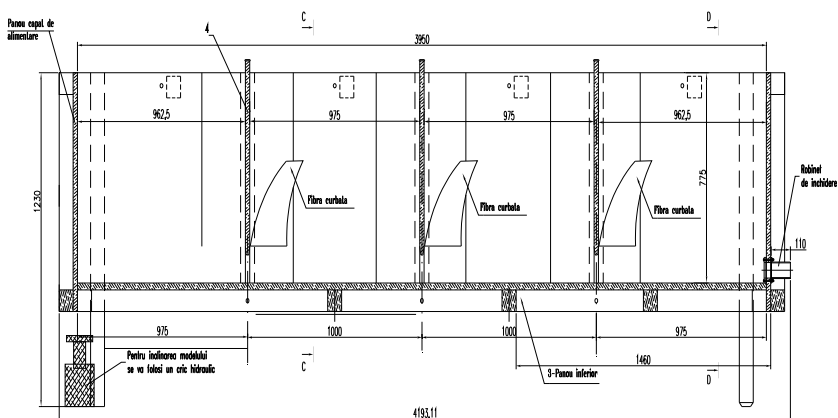


Fig. 1 - Secțiune longitudinală prin modelul experimental al pasajului de pești SERB, [4]

Având în vedere respectarea condițiilor biologice de proiectare a scărilor sau pasajelor de pești [2], s-a considerat o grosime a peretelui în zona orificiilor de trecere de $1/10 - 1/100$ din lungimea medie a organismelor acvatice iar secțiunea orificiilor de trecere este de maxim 2 ori mai mare decât dimensiunea organismelor acvatice [1]. De exemplu dacă pasajul este folosit pentru refacerea conectivității unui curs de apă ce trebuie să favorizeze migrarea sturionilor atunci orificiul este situat în partea inferioară a peretelui despărțitor și are forma pătrată racordată la partea superioară pe semirotund. Orificiile pentru migrarea scrumbiilor și a altor organisme acvatice sunt situate la diferite înălțimi, au o formă rotundă și dimensiuni mai mici, [3, 4].

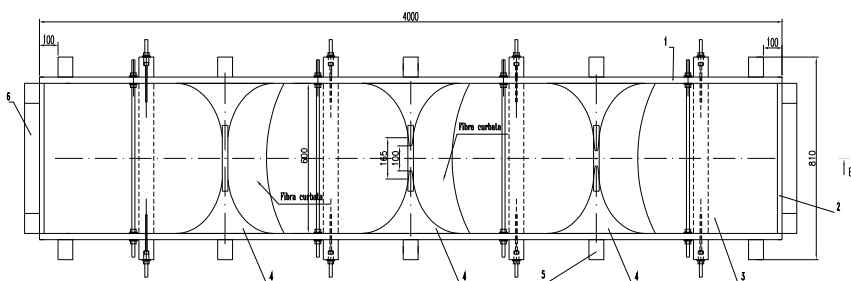


Fig. 2 Vedere de sus prin modelul experimental al pasajului de pești SERB, [4]

Modelul de pasaj experimental este realizat din lemn de arin tratat și căptușit cu membrană din fibre de sticlă. El cuprinde 4 compartimente de odihnă și relaxare despărțite între ele prin 3 pereți cilindrici, fiecare perete având în zona centrală un perete demontabil cu orificii de trecere pentru migrarea organismelor acvatice, [3, 4].

Experimentările făcute au avut în vedere fenomenul de colmatare a orificiilor destinate migrării sturionilor (în partea inferioară a peretelui mobil) deoarece numai la acestea există pericol de colmatare.

3. Descrierea experimentului

Experimentările s-au realizat pe un model SERB la scara 1:10. Modelul reproduce la scară geometria camerelor de odihnă și a orificiilor de trecere a pasajului SERB aerat [1, 3, 4]. Prin experiment se urmărește comportarea pasajului de pești la fenomenul de colmatare, la diferite debite. S-a considerat modelul cu orificii pentru migrarea sturionilor, poziționate în partea de jos și având latura pătratului de 80

mm. În această situație efectul de colmatare are un risc mult mai mare, figura 3. Au fost experimentate mai multe debite și regimuri de curgere pentru pantă de $4,74^\circ$ și respectiv $6,85^\circ$ față de planul orizontal, [4]. De asemenea, au fost considerate diferite concentrații de particule de nisip de râu.

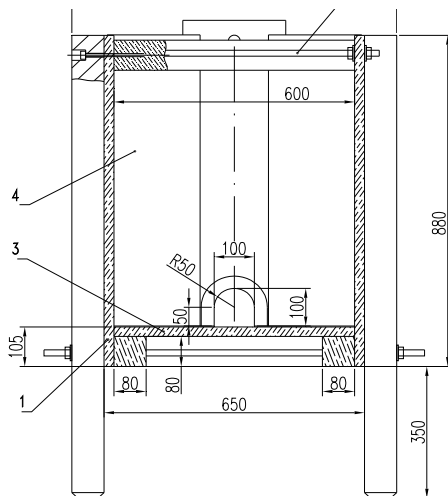


Fig. 3 Secțiune transversală model experimental pasaj de pești SERB și dimensiunile secțiunii de trecere, [4]

Pentru corectitudinea experimentului și interpretării rezultatelor obținute s-a determinat experimental o curbă granulometrică a materialului nisipos folosit. A fost folosită metoda cernerii, conform STAS 1913/5-85 [5, 6], în care diametrele ochiurilor de site utilizate au fost de 0,15 mm; 0,4 mm; 0,6 mm; 0,9 mm; 1,3 mm; 2,0 mm; 2,4 mm; 3,0 mm; 3,5 mm; 4,0 mm; 4,5 mm iar reprezentarea grafică este prezentată în figura 4.

Modelul de pasaj de pești SERB este alimentat în circuit închis utilizând un volum de apă ce variază între 850-1200 l, cu o concentrație volumetrică de nisip cuprinsă între 7-8 %, [4]. Circuitul hidraulic este deservit de trei pompe de diferite debite și montate în paralel. Debitul pompelor utilizate a fost de 4 l/s, 12 l/s și 32 l/s pentru a se putea asigura diferite viteze de curgere prin modelul de pasaj.

S-au notat cele 4 camere de odihnă ale modelului SERB cu A, B, C, D din amonte în aval. Pereții despărțitori dintre camere au în partea inferioară amplasat central orificiile pentru testarea efectului de colmatare, [4].

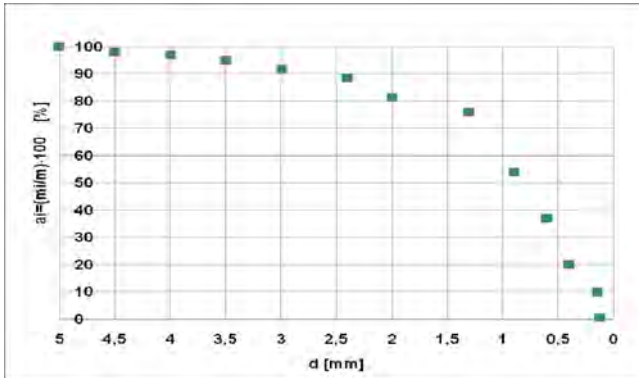


Fig. 4

Curba granulometrică a materialului nisipos folosit în experiment

Apa cu suspensii este preluată din camera D și refulată în

camera A, figura 5.

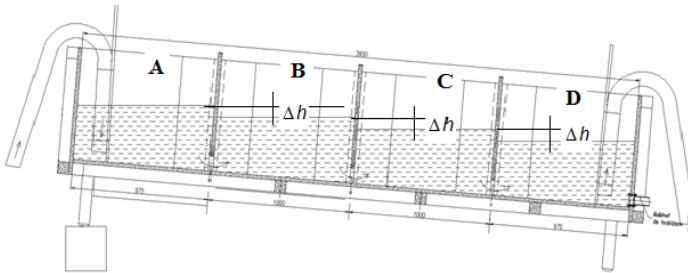


Fig. 5

Secțiune longitudinală prin modelul experimental SERB în poziție de funcționare, [4]

În figurile 6 și 7 sunt prezentate imagini din timpul experimentărilor.



Fig. 6

Vedere în lungul pasajului de pești, camera A în plan apropiat



Fig. 7

Vizualizare regim
hidraulic în
camera A

Au fost
considerate patru
regimuri de
experimentare, [4]:

- **Experimentul 1.** Cu modelul înclinat la $4,74^\circ$ și umplut $2/3$ cu apă. S-a utilizat o

pompă de 4 l/s pentru recircularea apei și nu s-a introdus material nisipos.

- **Experimentul 2.** Cu model înclinat la $4,74^\circ$ și umplut $3/4$ cu apă. A fost utilizată o pompă de 12 l/s pentru recircularea apei. A fost introdus material nisipos. După experiment s-a făcut prima golire a instalației și s-a fotografiat interiorul pasajului de pești.
- **Experimentul 3.** Cu model înclinat la $4,74^\circ$ în prima etapă după care s-a mărit la $6,85^\circ$. Pasajul a avut același volum de apă ca în experimentul anterior, și s-a utilizat o pompă de 32 l/s pentru recircularea apei. Pentru compensarea nămolului eliminat la prima golire s-a introdus o cantitate de suplimentară de material nisipos.
- **Experimentul 4.** Cu model înclinat la $6,85^\circ$ și umplut $3/4$ cu apă, cu utilizarea a 2 pompe pentru recircularea apei de 12 l/s și 32 l/s. S-a făcut a doua golire pentru a se examina depunerile de nisip.

4. Rezultate experimentale și discuții

După cele două goliri ale pasajului de pești (experiment 2 și 4) au fost fotografiate depunerile de material nisipos în camerele A, B, C, D, cu rezultate prezentate în figurile 8 și 9.

Scopului primului experiment a fost de a verifica etanșeitatea modelului și funcționarea sa. Vitezele de curgere a apei dintr-un compartiment în altul au fost mici, generate de diferența de nivel $\Delta h = 5$ mm, figura 5. În al doilea experiment, diferența de nivel între zona amonte și aval a fost de $\Delta h = 80$ mm. Deoarece în procesul de golire

odată cu apa s-a evacuat și o cantitate însemnată de material nisipos, în camera D depunerile de sedimente sunt reduse cantitativ, figura 6.



Fig. 8 Colmatarea camerelor A,B,C,D după prima scurgere (experimentul 2), [4]



Fig. 9 Colmatarea camerelor A,B,C,D după a doua golire (experimentul 4), [4]

În experimentele 3 și 4 regimurile de curgere corespund la debite și pantă de curgere mai mare, ceea ce a favorizat depuneri mici de sedimente în dreptul orificiilor corespunzătoare celor patru camere.

Se observă că depozitarea sedimentelor este neuniformă în interiorul compartimentelor și de la un compartiment la altul.

Dacă se ia în considerare cel mai mare diametru de particulă, d_m , din curba granulometrică (figura 4), viteza critică de antrenare se poate determina cu formula, [7]:

$$V_{cr} = 3,14\sqrt{15 \cdot d_m + 0,006} = 3,14\sqrt{15 \cdot 0,005 + 0,006} = 0,89 \text{ m/s.}$$

Se determină, în continuare, viteza prin orificiile de fund ale pasajului de pești, considerând cea mai dezavantajoasă situație de curgere în care nu am aport de debit suplimentar (nu se folosesc pompele), curgerea se face pentru cea mai mică valoare a pantei hidraulice ($i = \sin(4,74^\circ)$) și cea mai mică diferență de nivel dintre suprafețele libere din camere ($\Delta h = 5 \text{ mm} = \text{constant}$).

Aplicând relația de conservare a energiei se obține viteza prin orificiul din camera D:

$$v_D = \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta}} \sqrt{V_0^2 + 2g(H + \Delta h)} = 2,276 \text{ m/s.}$$

În formula de mai sus s-a considerat coeficientul de rezistență hidraulică pe orificiul liber $\zeta = 1$ [8], înălțimea apei în camere $H = 0,4867 \text{ m}$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ și viteza la suprafața liberă $V_0^2 = i \cdot R \cdot C^2$ (formula lui Chezy, [9]).

Raza hidraulică $R = B/2 = 0,6/2 = 0,3 \text{ m}$ a fost aproximată pentru un canal dreptunghiular, figura 3. Coeficientul lui Chezy s-a calculat cu formula lui Manning

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^y = 5,8143 ,$$

unde rugozitatea canalului a fost considerată $n = 0,01$ deoarece canalul este placat la interior cu fibră de sticlă iar exponentul $y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,1) = 0,5379$ după Pavlovski, [9].

Pentru această viteză debitul evacuat este de 0,01143 m³/s considerând un coeficient de debit al orificiului de 0,64 și aria dată de un orificiu de ieșire cu raza de 50 mm (0,00785 m²).

Viteza medie în zona orificiilor de fund care fac legătura între camerele pasajului este aceeași la trecerea dintr-o cameră în cealaltă.

$$\text{Ariile sunt egale cu } A = 0,1 \cdot 0,05 + \frac{\pi \cdot 0,05^2}{2} \cong 0,009 \text{ m}^2,$$

și coeficienții de debit egali cu 0,64.

Astfel se obține:

$$v_A = v_B = v_C = 0,01143 / 0,009 = 1,2705 \text{ m/s.}$$

Din exemplul de calcul prezentat se observă că valoarea vitezelor calculate este mai mare decât valoarea vitezei critice $V_{cr} = 0,89$ m/s ceea ce justifică lipsa fenomenului de colmatare. Acest lucru a fost arătat și experimental.

4. Concluzii

■ Lucrarea de față a prezentat comportarea la fenomenul de colmatare cu aluviuni pentru un tip constructiv nou de pasaj de pești, pasaj numit SERB.

■ Noul tip de pasaj de pești poate fi realizat pentru orice obstacol de tip prag sau baraj.

■ Cu ajutorul pasajului de pești SERB se pot obține viteze de curgere prin pasaj la care fenomenul de colmatare a orificiilor să nu se producă iar migrarea organismelor acvatice să nu fie blocată.

BIBLIOGRAFIE

[1] Șerban, V., Cristea, V., Safta, C. A., Postolache, L. D., Tica, D., *Technical Solutions To Ensure The Migration Of Sturgeons And Other Aquatic Organisms Without Affecting The Hydro-Technical Performances Of Sills And Dams*, http://www.serb.ro/test_files/texte/Pasaj%20sturioni.pdf.

[2] * * * *Fish passes – Design, dimensions and monitoring*, German Association for Water Resources and Land Improvement, 2002 (English version).

- [3] Cristea, V., Șerban, V., *Raport Experimental - Soluție tehnică pentru asigurarea migrării sturionilor și a altor organisme acvatice*, Universitatea Dunărea de Jos, Galați, 2013.
- [4] Safta, C.A., Șerban, V., *Soluție tehnică pentru asigurarea migrării sturionilor și a altor organisme acvatice. Raport de experimentare privind regimurile hidraulice și efectul de colmatare pentru pasajul de sturioni - SERB*, 2015, <http://www.citon.ro/sturioni/raport%20pasaj%20sturioni%20SERB%20-%20PB.pdf>
- [5] Jipa, D., *Analiza granulometrică a sedimentelor: semnificații genetice*, Editura Academiei Republicii Socialiste România, București, 1987, 128 p.
- [6] * * * STAS 1913/5-85, *Teren de fundare. Determinarea granulozității*.
- [7] Mândrea, L., *Morfologia cursurilor de apă*, Editura Tornada, București, 1988.
- [8] Florea, J., Panaitescu, V., *Mecanica fluidelor*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1979.
- [9] Mateescu, C., *Hidraulică*, ediția a 2-a, Mecanica fluidelor, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1963.
- [10] Bejan, M., *În lumea unităților de măsură*. Ediția a doua revăzută și adăugită. Editura Academiei Române și Editura AGIR, București, 2005.

Drd. Ing. Cristina Cătălina PETICĂ
Universitatea Politehnica București, Facultatea de Energetică
Școala Doctorală
e-mail: catalinapetica@yahoo.com

Conf. Dr. Ing. Lucian MÂNDREA
Departamentul de Hidraulică, Mașini Hidraulice și Ingineria Mediului,
Universitatea Politehnica București, membru AGIR,
e-mail: mandrea_lucian@hotmail.com, lucian.mandrea@upb.ro

Prof.Dr.Ing. Carmen Anca SAFTA
Departamentul de Hidraulică, Mașini Hidraulice și Ingineria Mediului,
Universitatea Politehnica București,
e-mail: safta.carmenanca@gmail.com

CS I, Dr. Ing. Viorel ȘERBAN
Sigma Star Service S.R.L, București
e-mail: office@serb.ro