

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2020 00130**

(22) Data de depozit: **05/03/2020**

(41) Data publicării cererii:
26/02/2021 BOPI nr. 2/2021

(72) Inventatori:
• INVENTATORI NEDECLARAȚI, *, RO

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE
DEZVOLTARE PENTRU PROTECȚIA
MEDIULUI - INCDDPM,
BVD.SPLAIUL INDEPENDENȚEI, NR.294,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(54) **STAND EXPERIMENTAL *IN-SITU* PENTRU MODELARE
FIZICĂ ÎN VEDEREA DETERMINĂRII PARAMETRILOR
HIDRODINAMICI ȘI HIDROMORFOLOGICI A UNUI CURS
DE RÂU/FLUVIU**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de realizare a unui stand experimental *in-situ* pentru modelare fizică în vederea determinării parametrilor hidrodinamici și hidromorfologici ai unui râu/fluviu. Metoda conform invenției cuprinde etapele de: identificare a unui sector de râu/fluviu care să aibă caracteristicile hidrodinamice și hidromorfologice asemănătoare cu tronsonul pentru care se realizează modelul fizic și care să permită întreruperea conectivității în perioadele de ape mici, determinarea "momentului 0" de întrerupere a conectivității laterale pentru realizarea modelului fizic în albia brațului a cărei conectivitate laterală este întreruptă în anumite condiții hidrologice, determinarea "momentului 0" de cuplare a conectivității, fază în care modelul fizic intră în exploatare, dimensionarea tronsonului analizat la o anumită scară, realizarea reliefului subacvatic al modelului fizic corespunzător realității din teren, folosind date de batimetrie, realizarea de secțiuni transversale pentru modelarea cât mai exactă a patului albiei, raportarea la un nivel de referință important pentru sectorul analizat, dimensionarea în teren a modelului pe baza unui sistem de axe și a unor puncte de referință, realizarea unei zone tip până, amonte de model, unde se vor determina în timp real debitele și nivelul apei ce vor intra în model, stabilirea unor secțiuni de control pe care se vor realiza măsurători de nivel, debit, viteză cât

și realizarea unor repere pentru diferite puncte de investigare, identificarea zonelor problematice și pregătirea unor modele de detaliu, determinarea "momentului i" de întrerupere a experimentărilor pentru modelele fizice de detaliu realizate *in-situ*.

Revendicări: 2
Figuri: 12

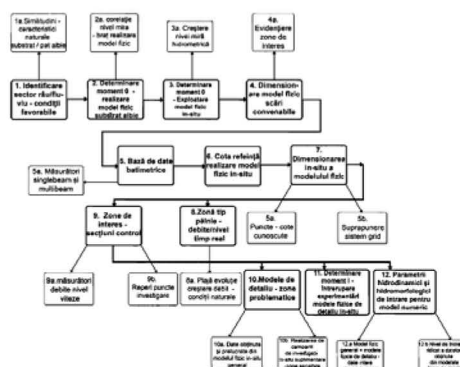


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



STAND EXPERIMENTAL IN-SITU PENTRU MODELARE FIZICĂ ÎN VEDEREA DETERMINĂRII PARAMETRILOR HIDRODINAMICI ȘI HIDROMORFOLOGICI A UNUI CURS DE RÂU/FLUVIU

DESCRIEREA INVENȚIEI

Domeniul tehnic al invenției

Invenția cu titlul "stand experimental in-situ pentru modelare fizică în vederea determinării parametrilor hidrodinamici și hidromorfologici a unui curs de râu/fluviu" se referă la o metodă inovativă ce presupune realizarea unui model fizic in-situ la scară mare/stand experimental pentru determinarea parametrilor hidrodinamici și hidromorfologici a cursurilor de râu/fluviu, bazându-se pe condițiile naturale de curgere, tipul structurii patului albiei și condițiile climatice. Aceasta soluție inovativă a rezultat pe baza unei experiențe de peste 7 ani de monitorizare a parametrilor hidrodinamici și hidromorfologici in-situ, respectiv din necesitatea găsirii unor soluții de a modela la scară fenomenele existente în condiții de laborator unde s-a constatat dificultăți privind recreerea la scară a parametrilor de curgere, condițiile structurii patului albiei, respectiv climă (debite, mărimea particulelor de nisip, dimensiunea redusă în ceea ce privește scara). Deși tehnica modernă permite utilizarea metodelor de simulări numerice în vederea evaluării stării inițiale, respectiv prognoza evoluției fenomenelor hidrodinamice și hidromorfologice pe diferite tronsoane de râuri / fluviu și implicit evaluarea impactului asupra mediului înconjurător, rezultatele obținute prin simulări numerice pot fi influențate semnificativ datorită lipsei de informații în anumite puncte sensibile ceea ce influențează în timp fenomenul general pe cursul unui râu/fluviu. Aceste aspecte nu sunt cuantificabile prin simulări numerice, în acest context este necesar pe lângă utilizarea acestora și determinarea evoluției în ansamblu prin modele fizice. Determinarea parametrilor ce descriu fenomenele de eroziune a malurilor - depunere de sedimente și informațiile privind condițiile specifice anumitor zone sensibile îmbunătățesc nivelul de încredere al simularilor numerice (combinarea avantajelor modelelor numerice cu modelele fizice in-situ). Concepția inovativă se bazează pe asigurarea posibilității de realizare la o scară convenabilă: ca exemplu pentru realizarea modelului Izvoarele – Vadu Oii o scară reală de 100 km a fost convertită la un model fizic in-situ de aproximativ 50 m; După identificarea zonelor de eroziune a malurilor și depunere de sedimente pe modelul fizic in-situ, se pot realiza modele de detaliu unde să fie determinați parametrii caracteristici ce descriu fenomenele legate de eroziune și depunere, distribuția undelor de poluanți, astfel încât utilizându-le în modele numerice să se îmbunătățească nivelul de încredere și implicit să se asigure o prognoză cu un grad de încredere ridicat a fenomenelor hidrodinamice și hidromorfologice. Pe baza gradului de încredere ridicat în ceea ce privește parametrii ce descriu dinamica de curgere, eroziune malurilor, depunerea de sedimente și evoluția unei de poluare se pot realiza modele fizice/modelări numerice a caror rezultate interpretate să asigure: timpul necesar de intervenție, elaborarea soluțiilor preventive pentru reducerea impactului asupra mediului înconjurător și totodată, în condițiile unei dezvoltări durabile se pot identifica zone unde trebuie să se execute construcții hidrotehnice care să asigure condiții favorabile de navigație pe fluviul Dunărea, respectiv asigurarea unui debit de apă necesar pentru răcirea reactoarelor centralei Nucleare de la Cernavodă. Practic prin această inovare se pot identifica și cuantifica orice impact asupra mediului înconjurător indiferent de intervențiile antropice ce s-au realizat pe cursul unor râuri sau pe fluviul Dunărea.

Stadiul actual al tehnicii în domeniul invenției

La baza elaborării acestei invenții stă vizita oficială a delegației INCDPM București la laboratoarele de modelări fizice modulare existente la Deltares Olanda, respectiv realizarea în

condiții de laborator în ultimii 3 ani a modelelor fizice pe tronsonul Izvoarele – Vadu Oii al fluviului Dunăre. Totodată a contribuit și experiența acumulată prin realizarea de studii în detaliu atât prin modele fizice la scară mică cât și simulări numerice în ceea ce privește impactul construcțiilor hidrotehnice submerse de pe brațul Bala situat între Izvoarele și Vadu Oii. În ceea ce privește studiile realizate prin modelări fizice în România, asupra fenomenelor hidrodinamice și hidromorfologice, până în anul 1990 au fost folosite laboratoarele de la institutul de cercetare ICIM București, unde au fost simulate toate construcțiile mari de pe fluviul Dunărea (lucrări de îndiguire și regularizare a paturilor albiei, canalul Dunăre-Marea Neagră, amenajări pentru navigație: porturi și șantiere navale – portul Constanța, canale și rețele de canale) ulterior acest laborator a fost abandonat și dezafectat, astfel încât în prezent în acest domeniu suntem deficitari. Este important de menționat că deși Deltares Olanda a dezvoltat un puternic soft de simulări numerice pentru condițiile hidrodinamice și hidromorfologice: Delft quasi 3D (<https://www.deltares.nl/nl/software/delft3d-suite/#support>), în proiectele concrete în care trebuie elaborate soluții hidrotehnice sau soluții în ceea ce privește eficientizarea navigabilității, folosesc înainte de concluziile finale modele fizice cu scopul de a determina caracteristicile unor parametri ce sunt folosite în ecuațiile ce descriu diferite fenomene de curgere sau de eroziune a malurilor și depunere de sedimente. Soluția inovativă propusă ține cont de experiența colaborării cu Deltares, dar elimină eforturile foarte mari de a recrea condițiile inițiale de nivel și debit necesar pentru simulările la scară, precum și un consum de energie foarte mare, costuri mari pentru realizarea modelului fizic la scară mare și neluarea în considerare a factorului climă. Ideea de fundament a invenției propuse se bazează pe monitorizarea din anul 2011 până în prezent a condițiilor hidrodinamice și hidromorfologice existente pe Dunăre, monitorizarea la stația hidrometrică Izvoarele, recondiționată de către INCDPM în anul 2011. Astfel s-a determinat interdependența dintre nivelul apei stația hidrometrică Izvoarele respectiv nivelul apei pe brațul cu conectivitate laterală al Dunării Vechi. În acest context avem “momentul 0 - întrerupere conectivitate laterală” pentru realizarea modelului fizic în albia brațului a cărei conectivitate laterală este întreruptă în anumite condiții hidrologice (asigurarea timpului necesar execuției propriu-zise), “momentul 0 - cuplarea conectivității” fază cand modelul fizic intră în exploatare (datorită creșterii naturale a nivelului apei). Pentru realizarea modelului fizic nu se consumă energie, astfel contribuția în ceea ce privește gazele cu efect de seră este nulă, nu are impact asupra biodiversității acvatice și costurile în execuției propriu-zise a acestuia sunt reduse. Pregătirea modelului fizic se face anterior realizării propriu-zise prin elaborarea hărții și schemelor de realizare la scară, a tronsonului studiat in-situ pe baza masuratorilor hidromorfologice și hidrodinamice, hărți topografice și prognoza climă, astfel încât cunoscând evoluția de pe mira hidrometrică de la Izvoarele avem momentul de începere al modelului. Modelul fizic are o zonă tip pâlnie unde în timp real se determină debitele și nivelul apei ce va intra în model, care va cuprinde toată plaja de evoluții a creșterii debitului în condiții naturale. Astfel având parametrii de intrare și ieșire controlați iar pe tronsoanele de interes executându-se măsurători de nivel/debite/viteze cât și filmări și imagini din dronă se obțin informații cu privire la evoluția eroziunii malurilor, depuneri de sedimente și simulări ale penei de poluanți. După exploatarea modelului fizic in-situ general, se vor identifica zonele sensibile pe baza prelucrării masuratorilor realizate în puncte cheie (debite/viteze, evoluție în timp în ceea ce privește fenomenele de eroziune a malurilor și zonele de depunere de sedimente pe tronsonul analizat). În perioadele de creștere a

debitului pe Dunăre - moment în care nivelul apei nu mai permite continuarea experimentărilor, se vor pregăti modele de detaliu la o scară convenabilă, pe baza datelor obținute în urma realizării atât modelului fizic in-situ general cât și îmbunătățirea volumului informațional în zonele sensibile, prin realizarea unor campanii suplimentare de investigații in-situ. Cunoscând evoluția de pe mira hidrometrică etapele realizate pentru modelul in-situ general de mai sus sunt repetate și pentru modele de detaliu. Parametrii obținuți în urma prelucrării datelor atât pe modelul in-situ general cât și pentru modelele de detaliu urmează să fie introduși în modele de simulări numerice, crescând nivelul de încredere a rezultatelor obținute, pentru a extinde investigațiile în vederea determinării soluțiilor de a elimina eventualul impact asupra mediului înconjurător sau de a asigura soluții “win-win” atât pentru mediu cât și pentru navigație fără a pune în pericol biodiversitatea acvatică. Nu este cunoscut nici un procedeu similar care să fi fost brevetat și apropiat de obiectul invenției, deoarece acest caz care a stat la baza elaborării brevetului este unic pe plan european atât ca dimensiune cât și complexitate în ceea ce privește particularitățile specifice tronsonului analizat.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția

Deși tehnica modernă permite utilizarea metodelor de simulări numerice în vederea evaluării stării inițiale, respectiv prognoza evoluției fenomenelor hidrodinamice și hidromorfologice pe diferite tronsoane de râuri / fluviu și implicit evaluarea impactului asupra mediului înconjurător, rezultatele obținute prin simulări numerice pot fi influențate semnificativ datorită lipsei de informații în anumite puncte sensibile ceea ce influențează în timp fenomenul general pe cursul unui râu/fluviu. Aceste aspecte nu sunt cuantificabile prin simulări numerice, în acest context este necesar pe lângă utilizarea acestora și determinarea evoluției în ansamblu prin modele fizice, respectiv determinarea parametrilor ce descriu fenomenele de eroziune a malurilor și depunere de sedimente, trebuie determinate condițiile locale ce îmbunătățesc nivelul de încredere al simularilor numerice (combinarea avantajelor modelelor numerice cu modelele fizice in-situ). Concepția inovativă se bazează pe asigurarea posibilității de realizare la o scară convenabilă: ca exemplu pentru realizarea modelului Izvoarele – Vadu Oii o scară reală de 100 km a fost convertită la un model fizic in-situ de aproximativ 50 m; După identificarea zonelor de eroziune a malurilor și depunere de sedimente pe modelul fizic in-situ, se pot realiza modele de detaliu unde să fie determinați parametrii caracteristici ce descriu fenomenele legate de eroziune și depunere, distribuția undelor de poluanți, astfel încât utilizându-le în modele numerice să se îmbunătățească nivelul de încredere și implicit să se asigure o prognoză cu un grad de încredere ridicat a fenomenelor hidrodinamice și hidromorfologice. Pe baza gradului de încredere ridicat în ceea ce privește parametrii ce descriu dinamica de curgere, eroziune malurilor, depunerea de sedimente și evoluția undei de poluare se pot realiza modele fizice/modelări numerice a caror rezultate interpretate să asigure: timpul necesar de intervenție, elaborarea soluțiilor preventive pentru reducerea impactului asupra mediului înconjurător, și totodată în condițiile unei dezvoltări durabile se pot identifica zone unde trebuie să se execute construcții hidrotehnice care să asigure condiții favorabile de navigație pe fluviul Dunărea, respectiv asigurarea unui debit de apă necesar pentru funcționarea în condiții optime a centralei Nucleare de la Cernavodă. Practic prin această inovare se pot identifica și cuantifica orice impact asupra mediului înconjurător indiferent de intervențiile antropice ce s-au realizat pe cursul unor râuri sau pe fluviul Dunărea. Totodată se pot determina condițiile hidrodinamice de migrare a sturionilor pe fluviul Dunărea coroborând volumul informațional unic deținut de INCDPM.

Expunerea succintă a invenției

Ideea de fundament a invenției propuse se bazează pe monitorizarea din anul 2011 până în prezent a condițiilor hidrodinamice și hidromorfologice existente pe Dunăre, monitorizarea la stația hidrometrică Izvoarele, recondiționată de către INCDPM în anul 2011. Astfel s-a determinat interdependența dintre nivelul apei stația hidrometrică Izvoarele respectiv nivelul apei pe brațul cu conectivitate laterală al Dunării Vechi. În acest context avem “momentul 0 - întrerupere conectivitate lateral” pentru realizarea modelului fizic în albia brațului a cărei conectivitate laterală este întreruptă în anumite condiții hidrologice, “momentul 0 - cuplarea conectivității” faza cand modelul fizic intra in exploatare (datorită creșterii natural a nivelului apei). Pentru realizarea modelului fizic nu se consumă energie, astfel contribuția în ceea ce privește gazele cu efect de seră este nulă, nu are impact asupra biodiversității acvatice și costurile în realizarea propriu-zisă a acestuia sunt reduse. Pregătirea modelului fizic se face anterior realizării propriu-zise prin elaborarea hărții și schemelor de realizare la scară, a tronsonului studiat in-situ pe baza masuratorilor hidromorfologice și hidrodinamice, hărți topografice și prognoza climă, astfel încât cunoscând evoluția de pe mira hidrometrică (de exemplu de la Izvoarele) avem momentul de începere al modelului. Modelul fizic are o zonă tip pâlnie unde în timp real se determină debitele și nivelul apei ce va intra în model, care va cuprinde toată plaja de evoluții a creșterii debitului în condiții naturale. Astfel având parametrii de intrare și ieșire controlați iar pe tronsoanele de interes executându-se măsurători de nivel/debite/viteze cât și filmari și imagini din dronă se obțin informații cu privire la evoluția eroziunii malurilor, depuneri de sedimente și simulări ale penei de poluanți. După exploatarea modelului fizic in-situ general, se vor identifica zonele sensibile pe baza prelucrării masuratorilor realizate în puncte cheie (debit/viteze, evoluție în timp în ceea ce privește fenomenele de eroziune a malurilor și zonele de depunere de sedimente pe tronsonul analizat). În perioadele de creștere a debitului pe Dunăre - moment în care nivelul apei nu mai permite continuarea experimentărilor, se vor pregăti modele de detaliu la o scară convenabilă, pe baza datelor obținute în urma realizării atât modelului fizic in-situ general cât și îmbunătățirea volumului informational în zonele sensibile, prin realizarea unor campanii suplimentare de investigații in-situ. Cunoscând evoluția de pe mira hidrometrică etapele realizate pentru modelul in-situ general de mai sus sunt repetate și pentru modele de detaliu. Parametrii obținuți în urma prelucrării datelor atât pe modelul in-situ general cât și pentru modelele de detaliu urmează să fie introduși în modele de simulări numerice, crescând nivelul de încredere a rezultatelor obținute, pentru a extinde investigațiile în vederea determinării soluțiilor de a elimina eventualul impact asupra mediului înconjurător sau de a asigura soluții “win-win” atât pentru mediu cât și pentru navigație fără a pune în pericol biodiversitatea acvatică.

Avantajele procedurii sunt:

- asigurarea posibilității de realizare a modelului fizic la o scară convenabilă;
- controlul nivelului hidrostatic – fluctuații nivel; asigurare debit pe model, tinându-se cont de factorul climă și de scară ;
- asigurarea similitudinii în ceea ce privește caracteristicile naturale ale patului/substratului albicel - realizarea modelului in-situ în condiții asemănătoare prezintă un grad ridicat de încredere în oferirea de prognoze pe un timp îndelungat în ceea ce privește apariția fenomenelor de eroziune a malurilor - depunere de sedimente, evoluția unei de poluare cât și în condițiile unei dezvoltări durabile reducerea impactului viitor al implementării unor construcții hidrotehnice pe anumite tronsoane prin găsirea de soluții preventive;
- cost redus în realizarea modelului fizic in-situ, realizare în patul albicel la scară mare;
- avantaj în repetarea experimentărilor în funcție de necesități;
- asigurarea unui flux natural de apă în condițiile reproducerii fenomenului în patul albicel;

- modelul fizic in-situ va asigura parametrii hidrodinamici și hidromorfologici în puncte sensibile pentru modelul numeric astfel crescând nivelul de încrederea rezultatelor obținute;
- lipsa unui consum de energie în realizarea modelului fizic in-situ – contribuție gaze cu efect de seră nulă;

Figurile prezentate

Figurile vor reprezenta exemplul practic de aplicare a procedurii tehnice pentru zona Izvoarele – Vadu Oii. Figura 1 prezintă schematizarea etapelor de realizare a modelului fizic in-situ; Figura 2 Schemă etape realizare model fizic in-situ pentru tronsonul Izvoarele – Vadu Oii; Figura 3 reprezintă localizarea zonei pentru care s-a realizat modelul fizic. Figura 4 prezintă determinarea momentului 0 - (întrerupere/cuplare conectivitate lateral) corelație nivel miră hidrometrică / nivel conectivitate laterală. Figura 5 se referă la dimensionarea modelului la diferite scări. În Figura 6 sunt prezentate date batimetrice (singlebeam/multibeam) cu ajutorul cărora a fost realizată morfologia albie pentru modelului fizic. În Figura 7 sunt evidențiate secțiuni transversale pentru modelarea cât mai exactă a patului albiei. Figura 8 reprezintă cota 0 MNC – nivel de referință la care s-a raportat întreg modelul fizic. În Figura 9 este prezentată dimensionarea în teren a modelului pe baza unui sistem de axe și puncte de referință; În Figura 10 este prezentat modelul fizic realizat pentru tronsonul Izvoarele - Vadu Oii în albia unui râu. Figura 11 prezintă o zonă tip pâlnie a modelului fizic in-situ realizat - plajă evoluție debite în condiții naturale. În Figura 12 sunt prezentate experimentările realizate pe modelul fizic in-situ în secțiuni de control.

- Fig. 1, Schemă etape realizare model fizic in-situ;
- Fig. 2, Schemă etape realizare model fizic in-situ pentru tronsonul Izvoarele – Vadu Oii;
- Fig. 3, Localizare zonă realizare model fizic in-situ Izvoarele – Vadu Oii;
- Fig. 4, Determinare moment 0 (întrerupere/cuplare conectivitate lateral) / moment i (întrerupere experimentări modele fizice de detaliu) - corelație nivel miră hidrometrică / nivel braț cu conectivitate laterală;
- Fig. 5, Dimensionare model fizic – scări;
- Fig. 6, Date batimetrice – morfologie albie;
- Fig. 7, Secțiuni transversale pat albie;
- Fig. 8, Cota 0 MNC – nivel de referință model fizic
- Fig. 9, Dimensionarea in-situ a modelului fizic
- Fig. 10, Model fizic tronson Izvoarele – Vadu Oii, captură din dronă;
- Fig. 11, Zonă tip pâlnie model fizic in-situ - plajă evoluție debite în condiții naturale;
- Fig. 12, Experimentari model fizic in-situ secțiuni de control.

Exemple de realizare a invenției:

- Identificarea unui sector de râu/fluviu care să aibă caracteristicile hidrodinamice și hidromorfologice asemănătoare cu tronsonul pentru care se realizează modelul fizic și să permită în perioadele de ape mici întreruperea conectivității;
- Determinarea “momentului 0 - întrerupere conectivitate laterală” pentru realizarea modelului fizic în albia brațului a cărei conectivitate laterală este întreruptă în anumite condiții hidrologice (pe baza corelației nivelului la o mira hidrometrică și cea a brațului pe care se realizează modelul fizic in-situ);
- Determinarea “momentului 0 - cuplarea conectivității” faza cand modelul fizic intra in exploatare (datorită creșterii natural a nivelului apei);
- Dimensionarea tronsonului analizat la anumite scări (lungime) convenabile care sa permită evidențierea zonelor de interes (zonele în care nu sunt identificate deformari

geomorfologice semnificative și nu se găsesc anumite puncte critice pentru navigație au permis dezvoltarea unor scări mai reduse, totodată ținându-se cont și de forma reală a întregului tronson analizat);

- Cu ajutorul datelor de batimetrie (singlebeam – multibeam) a fost realizat relieful subacvatic al modelului fizic reprezentând realitatea din teren; Totodată au fost realizate secțiuni transversale pentru modelarea cât mai exactă a patului albiei;
- O caracteristică importantă în cadrul realizării modelului fizic o reprezintă cota 0 MNC (pentru fluvial Dunărea) - un nivel de referință important în cadrul lucrărilor hidrotehnice din zona Bala (prag de fund), nivel la care s-a raportat întreaga suprafață;
- Dimensionarea în teren a modelului pe baza unui sistem de axe și puncte de referință.
- Realizare unei zone tip pâlnie (amonte model) unde în timp real se determină debitele și nivelul apei ce va intra în model și va cuprinde toată plaja de evoluții a creșterii debitului în condiții naturale;
- Stabilirea pe zonele de interes a unor secțiuni de control pe care se vor realiza măsurători de nivel/debite/viteze cât și realizarea unor reperi pentru diferite puncte de investigare realizându-se filmări și imagini din dronă în timp real.
- Identificarea, pe baza datelor obținute și prelucrate din modelul fizic in-situ general, zonelor problematice și pregătirea modelelor de detaliu la scări convenabile, pe baza datelor obținute prin realizarea de campanii suplimentare de investigații in-situ în zonele sensibile;
- Determinarea “momentului 0 - întrerupere conectivitate laterală / cuplare conectivitate” pentru modelele fizice de detaliu realizate in-situ;
- Concluziile generale, în ceea ce privește parametrii analizați în urma prelucrării datelor obținute din modele fizice in-situ de detaliu, vor asigura parametrii hidrodinamici și hidromorfologici în punctele sensibile pentru modelul numeric, crescând nivelul de încredere a rezultatelor obținute.

**STAND EXPERIMENTAL IN-SITU PENTRU MODELARE FIZICĂ ÎN VEDEREA
DETERMINĂRII PARAMETRILOR HIDRODINAMICI ȘI HIDROMORFOLOGICI
A UNUI CURS DE RÂU/FLUVIU
REVENDICĂRI**

- a) **Invenția cu titlul "stand experimental *in-situ* pentru modelare fizică în vederea determinării parametrilor hidrodinamici și hidromorfologici a unui curs de râu/fluviu "caracterizată prin aceea că este realizată prin următoarele etape (figura 1):**
1. Identificarea unui sector de râu/fluviu care să aibă caracteristicile hidrodinamice și hidromorfologice asemănătoare cu tronsonul pentru care se realizează modelul fizic și să permită în perioadele de ape mici întreruperea conectivității;
 2. Determinarea "momentului 0 - întrerupere conectivitate laterală" pentru realizarea modelului fizic în albia brațului a cărei conectivitate laterală este întreruptă în anumite condiții hidrologice (pe baza corelației nivelului la o mira hidrometrică și cea a brațului pe care se realizează modelul fizic in-situ);
 3. Determinarea "momentului 0 - cuplarea conectivității" faza cand modelul fizic intra in exploatare (datorită creșterii natural a nivelului apei);
 4. Dimensionarea tronsonului analizat la anumite scări (lungime, lățime și adâncime) convenabile care să permită evidențierea zonelor de interes;
 5. Cu ajutorul datelor de batimetrie (singlebeam – multibeam) se va realiza relieful subacvatic al modelului fizic reprezentând realitatea din teren; Totodată se vor realiza secțiuni transversale pentru modelarea cât mai exactă a patului albiei;
 6. O caracteristică de bază în cadrul realizării modelului fizic o reprezintă raportarea la un nivel de referință important pentru sectorul analizat, nivel la care se va raporta întreaga suprafață și care va sta la baza modelării in-situ a substratului patului albiei;
 7. Dimensionarea în teren a modelului pe baza unui sistem de axe și puncte de referință.
 8. Realizare unei zone tip pâlnie (amonte model) unde în timp real se vor determina debitele și nivelul apei ce vor intra în model și vor cuprinde toată plaja de evoluții a creșterii debitului în condiții naturale;
 9. Stabilirea pe zonele de interes a unor secțiuni de control pe care se vor realiza măsurători de nivel/debite/viteze cât și realizarea unor reperi pentru diferite puncte de investigare realizându-se filmări și imagini din dronă în timp real;
 10. Identificarea, pe baza datelor obținute și prelucrate din modelul fizic in-situ general, zonelor problematice și pregătirea modelelor de detaliu la scări convenabile, pe baza datelor obținute prin realizarea de campanii suplimentare de investigații in-situ în zonele sensibile;
 11. Determinarea "momentului 1 - întrerupere experimentărilor" pentru modelele fizice de detaliu realizate in-situ;
 12. Concluziile generale, în ceea ce privește parametrii analizați în urma prelucrării datelor obținute atât din modelul fizic in-situ general cât și cele din modele fizice in-situ de detaliu, vor asigura parametrii hidrodinamici și hidromorfologici în zonele sensibile pentru modelul numeric, crescând nivelul de încredere a rezultatelor obținute.

b) Invenția cu titlul "stand experimental *in-situ* pentru modelare fizică în vederea determinării parametrilor hidrodinamici și hidromorfologici a unui curs de râu/fluviu ", conform revendicării a), caracterizată prin aceea că modelul fizic *in-situ* Izvoarele – Vadu Oii (fluviul Dunărea) cuprinde următoarele componente (figura 2):

Etape calibrare model fizic *in-situ* Izvoarele – Vadu Oii:

1. A fost identificat sectorul cuprins între kilometrii 341 – 342 pe fluviul Dunărea care are caracteristicile hidrodinamice și hidromorfologice asemănătoare cu tronsonul Izvoarele – Vadu Oii pentru care se realizează modelul fizic și totodată permite în perioadele de ape mici întreruperea conectivității laterale;
2. A fost determinat “momentul 0 - întrerupere conectivitate laterală” pentru realizarea modelului fizic în albia brațului a cărei conectivitate laterală este întreruptă în anumite condiții hidrologice (pe baza corelației nivelului la mira hidrometrică Izvoarele și cea a brațului pe care se realizează modelul fizic *in-situ*: -50cm. (+/-10%) miră Izvoarele, raportat la nivelul de referință Marea Neagră Constanța;
3. A fost determinat “momentul 0 - cuplarea conectivității” faza cand modelul fizic intra în exploatare (datorită creșterii naturale a nivelului apei): -40cm. (+/-10%) miră Izvoarele, raportat la nivelul de referință Marea Neagră Constanța;
4. A fost determinat “momentul i - întrerupere experimentărilor” pentru modelele fizice de detaliu realizate *in-situ*: -10cm. (+/-50%) miră Izvoarele, raportat la nivelul de referință Marea Neagră Constanța;
5. A fost dimensionat tronsonul Izvoarele – Vadu Oii la anumite scări (lungime) convenabile care sa permită evidențierea zonelor de interes: intervale 1:100 – 1:1000 modele de detaliu; 1:500 – 1:5000 model fizic general; Dimensiunea de realizare a model fizic *in-situ* Izvoarele – Vadu Oii având lungimi cuprinse între: 30-100m pentru o lungime reală de circa 100km;
6. Cu ajutorul datelor de batimetrie (singlebeam – multibeam), obținute în urma campaniilor de teren *in-situ* realizate atât pe întreg tronsonul analizat Izvoarele – Vadu Oii, cât și în numite zone problematice, a fost realizat relieful subacvatic al modelului fizic reprezentând realitatea din teren; Totodată au fost realizate secțiuni transversal și longitudinale pentru modelarea cât mai exactă a patului albiei;
7. O caracteristică importantă în cadrul realizării modelului fizic a reprezentat-o cota 0 MNC – Marea Neagră Constanța (pentru fluvial Dunărea) - un nivel de referință important în cadrul lucrărilor hidrotehnice din zona Bala (prag de fund realizat la cota 0MNC.), nivel la care s-a raportat întreaga suprafață a modelului fizic Izvoarele- Vadu Oii;
8. A fost dimensionat în teren modelul, în zona identificată pe brațul fluviului Dunărea care permite întreruperea conectivității laterale, pe baza unui sistem de axe și puncte de referință. Modelul fizic *in-situ* Izvoarele – Vadu Oii având lungimi cuprinse între 35-45m. și lățimi între 20-30m. lățime.

Etape validare model fizic *in-situ* Izvoarele – Vadu Oii:

9. A fost realizată o zonă tip pâlnie (amonte model) unde în timp real s-au determinat debitele și nivelul apei ce au intrat în modelul realizat *in-situ* pentru zona Izvoarele – Vadu Oii și a cuprins toată plaja de evoluții a creșterii debitului în condiții naturale. Plajă debite reale reproduse cu valori cuprinse între: 2.000m³/s – 11.000m³/s;
10. Au fost monitorizați parametrii de intrare și ieseire pe modelul fizic, executându-se măsurători de nivel/debite/viteze pe anumite secțiuni de control (reperi amplasați în zone de interes).

Experimentări lucrări hidrotehnice pe modelul fizic in situ:

11. Pentru tronsonul Izvoarele – Vadu Oii au fost reproduse și analizate următoarele zone critice: realizarea lucrărilor hidrotehnice de pe brațul Bala (prag de fund – submers, apărare de mal, dig de dirijare), prezența stâncii submerse Pârjoaia care deviază cursul de apă spre brațul Bala la confluența cu Dunărea-Veche, apariția efectului de pâlnie creat de lucrările hidrotehnice din zona Bala transpus la scara modelului, realizarea la scară a elementelor constructive în ceea ce privește cuneta realizată la intrarea pe brațul Epurașu. Au fost monitorizate fenomenele existente pe baza unor reperi amplasați în diferite puncte de investigare, totodată realizându-se filmări și imagini din dronă în timp real;

12. În cadrul modelului fizic in-situ Izvoarele-Vadu Oii, la confluența brațului Bala cu Dunărea Veche – în situații de ape mici 80% din debit este preluat de brațul Bala, au fost simulate soluțiile hidrotehnice propuse în cererea de brevet cu nr. A00186/2018, în special prin intensificarea fenomenelor de autodragare. Rezultatele acestor interpretări și reprezentări prin implementarea unei soluții de tip DKLB-C (soluții hidrotehnice de redistribuire a debitelor unui fluviu între albia principală și cea a brațului său – propuse în cererea de brevet cu nr. A00186/2018), sunt menite să asigure condițiile de navigabilitate în situațiile de ape mici pe Dunăre, fără a periclita traseele de migrație ale sturionilor, totodată asigurând debitul necesar pentru răcirea reactoarelor nucleare de la centrala Cernavodă.

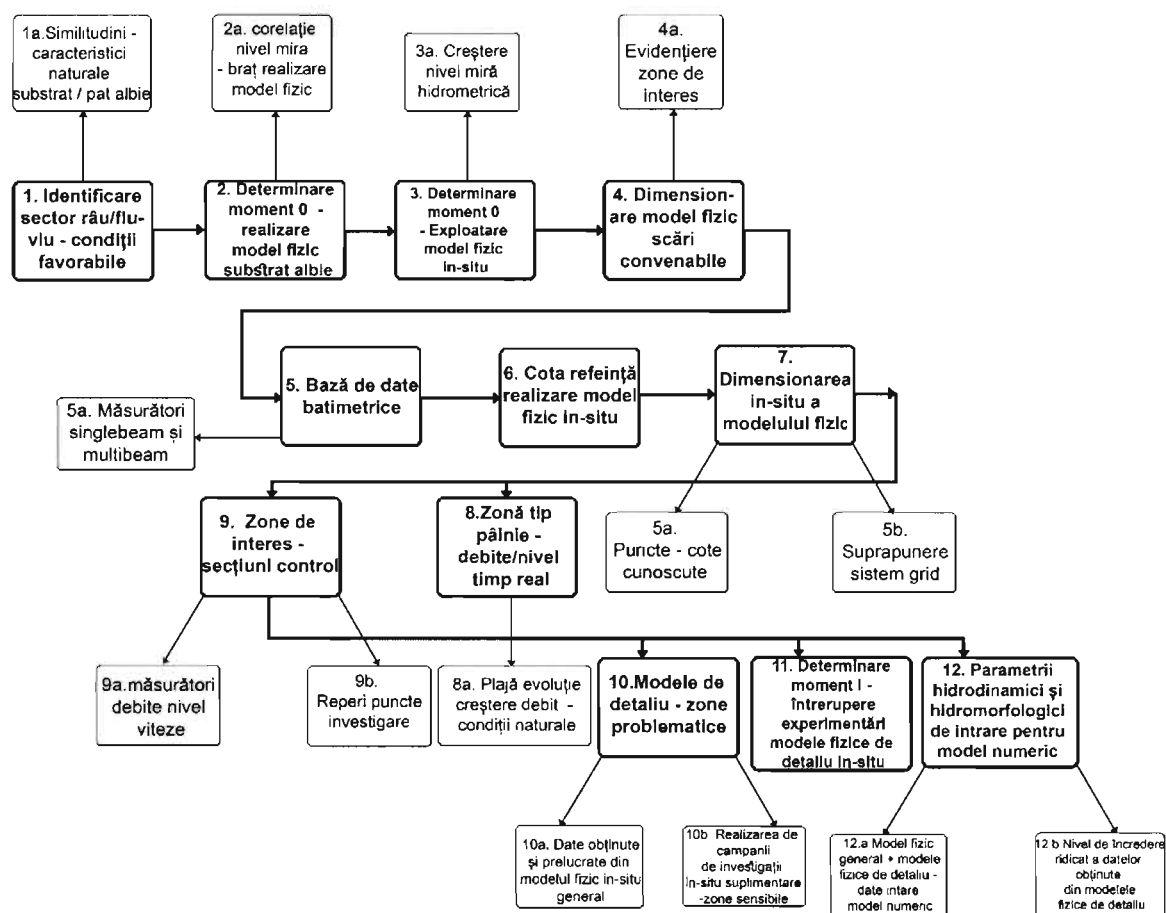


Fig. 1

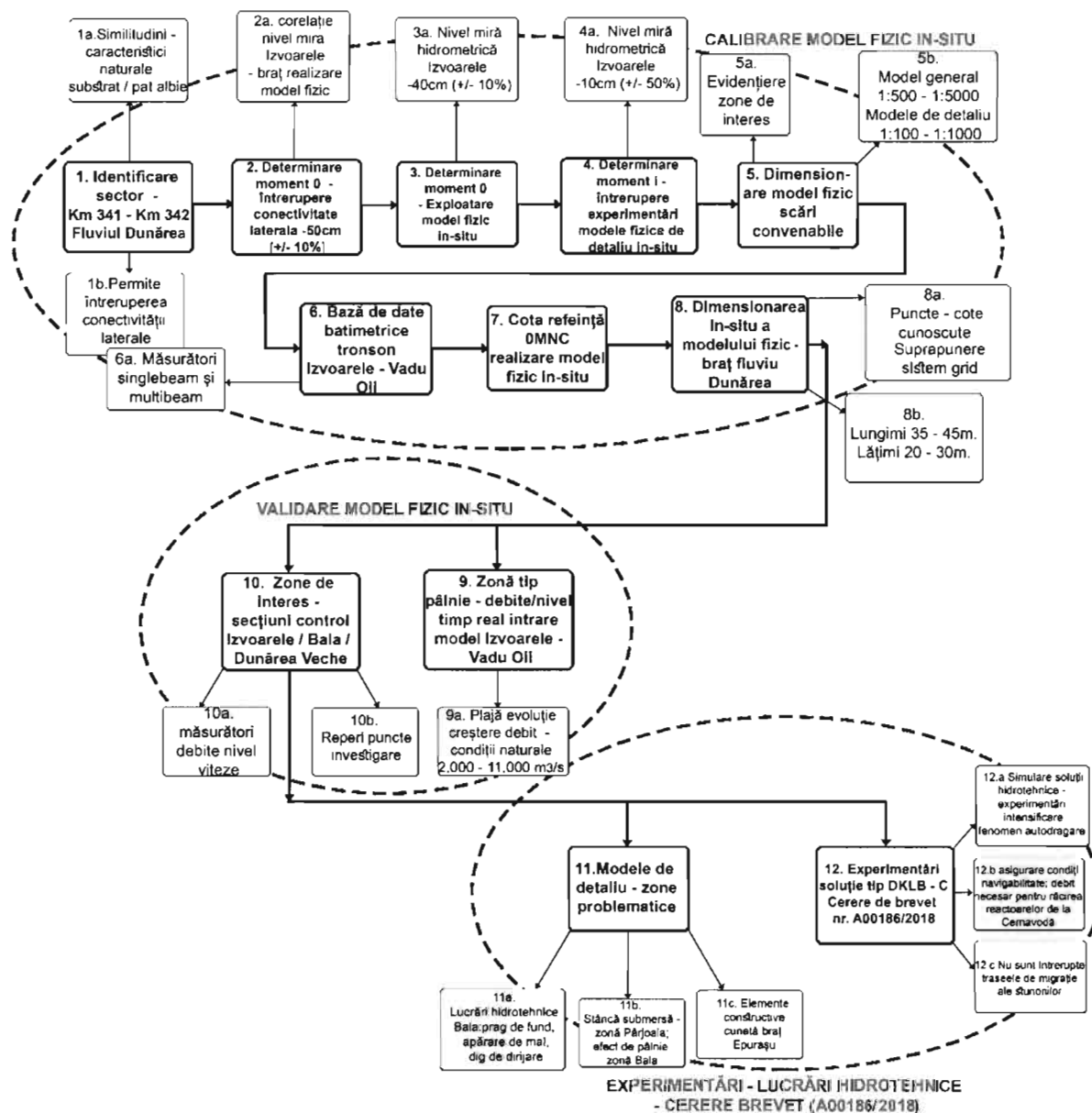


Fig. 2



Fig.3

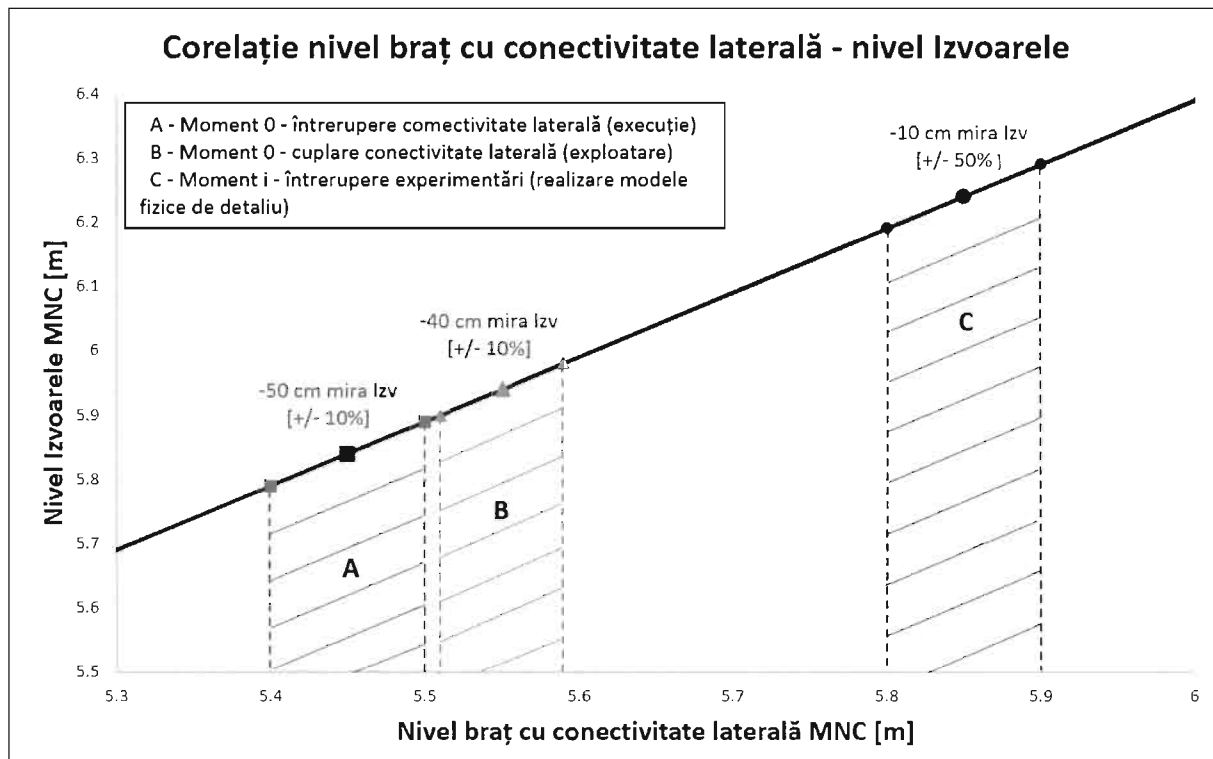


Fig.4

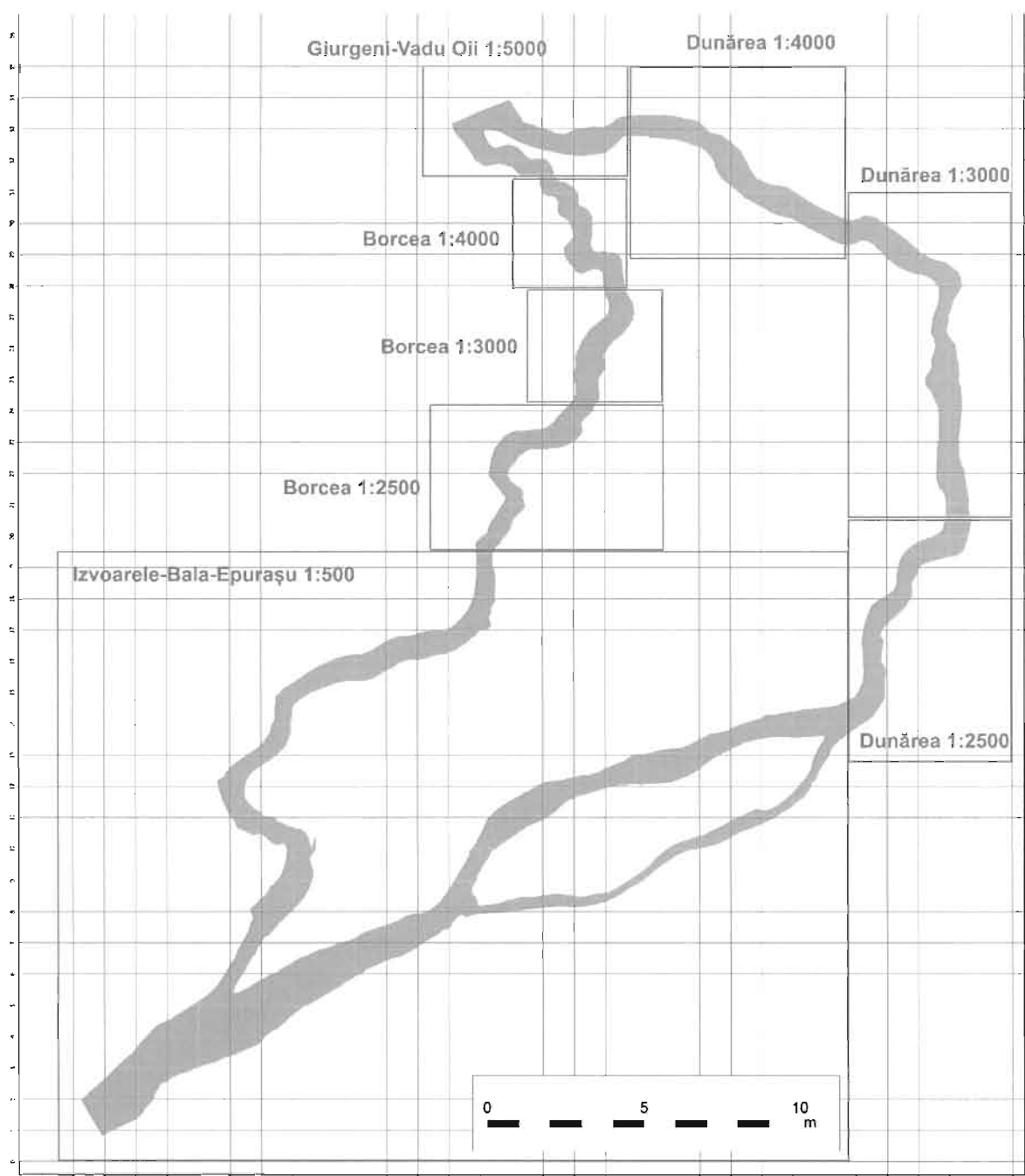


Fig.5

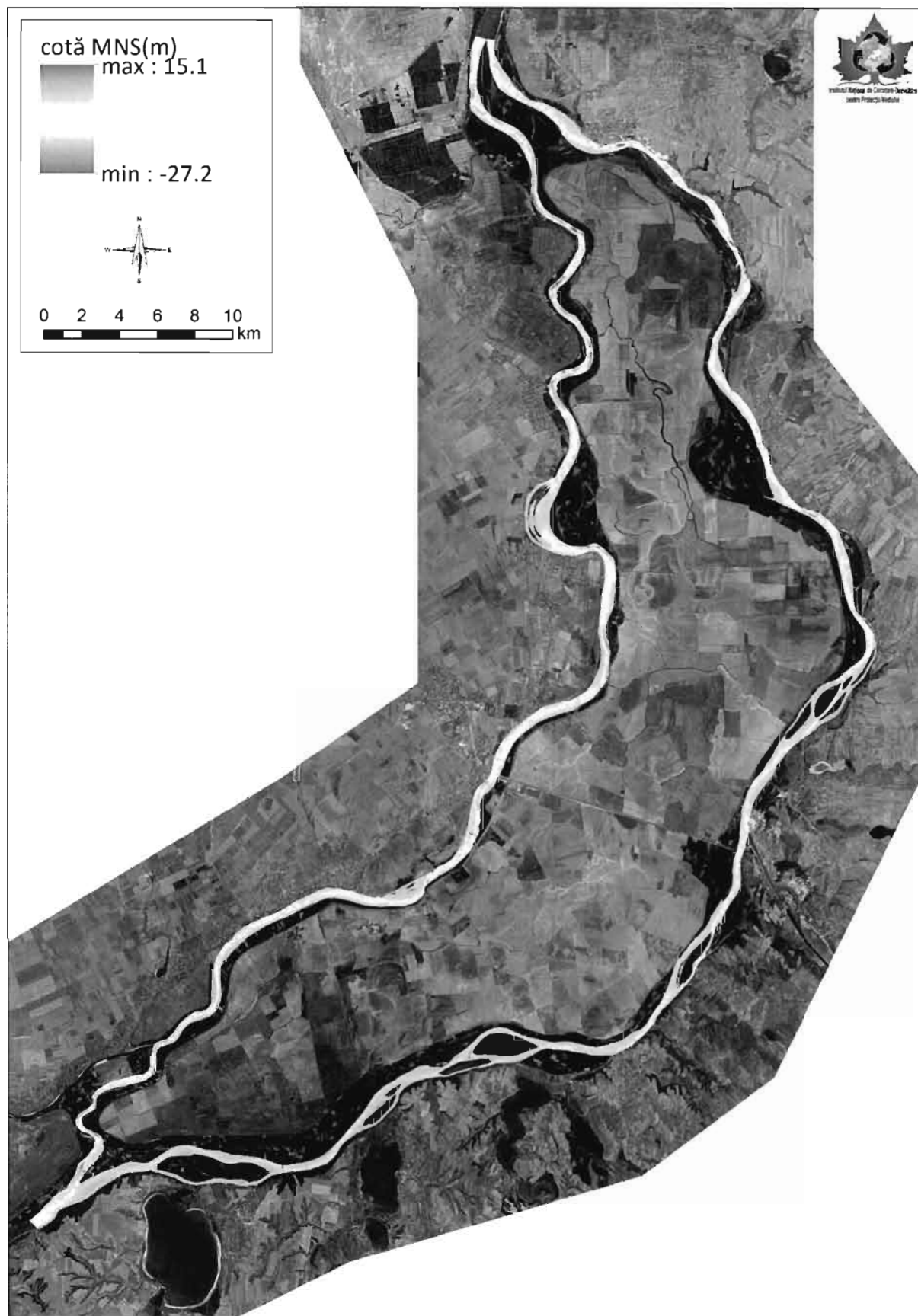


Fig.6

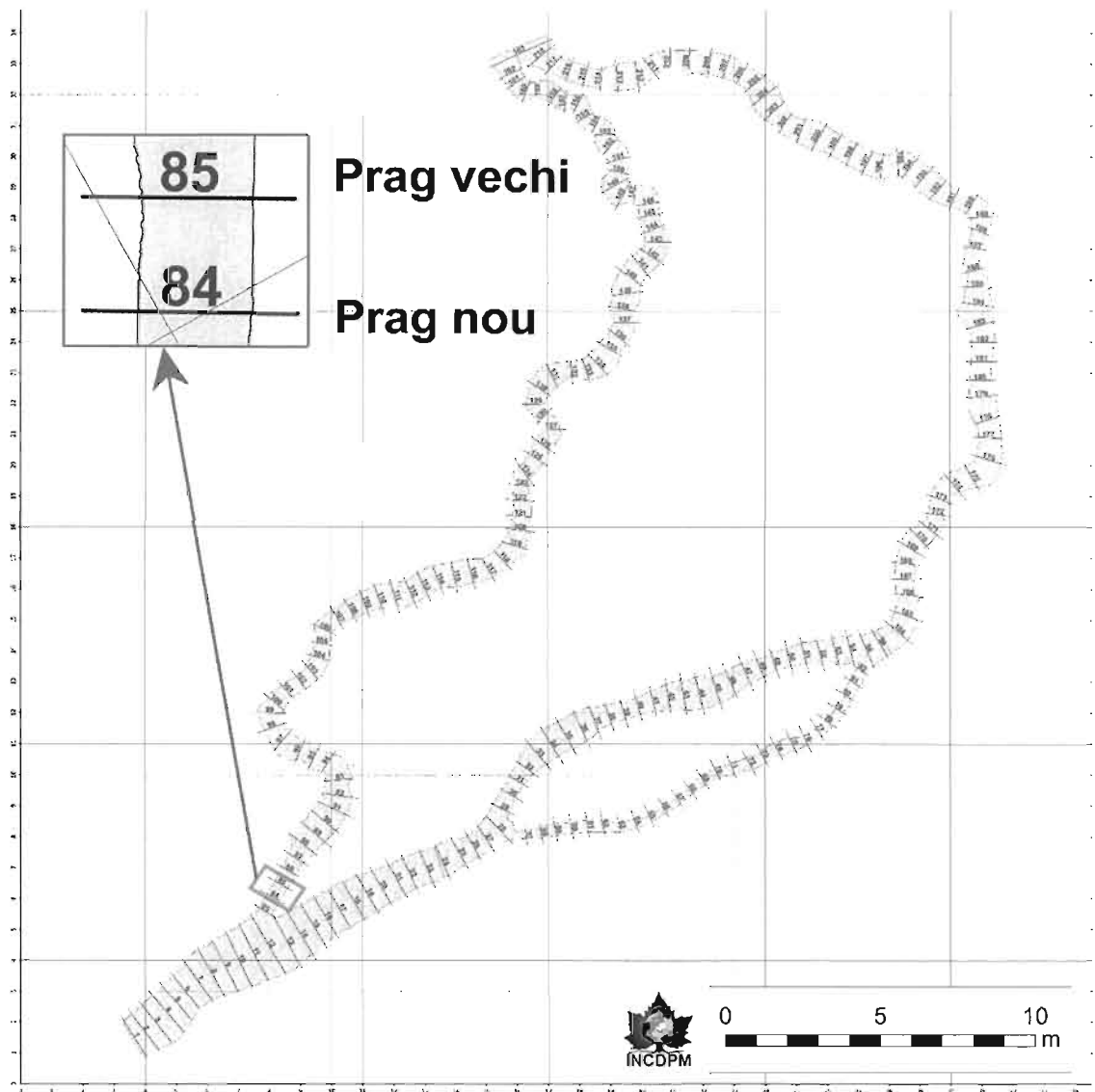


Fig.7

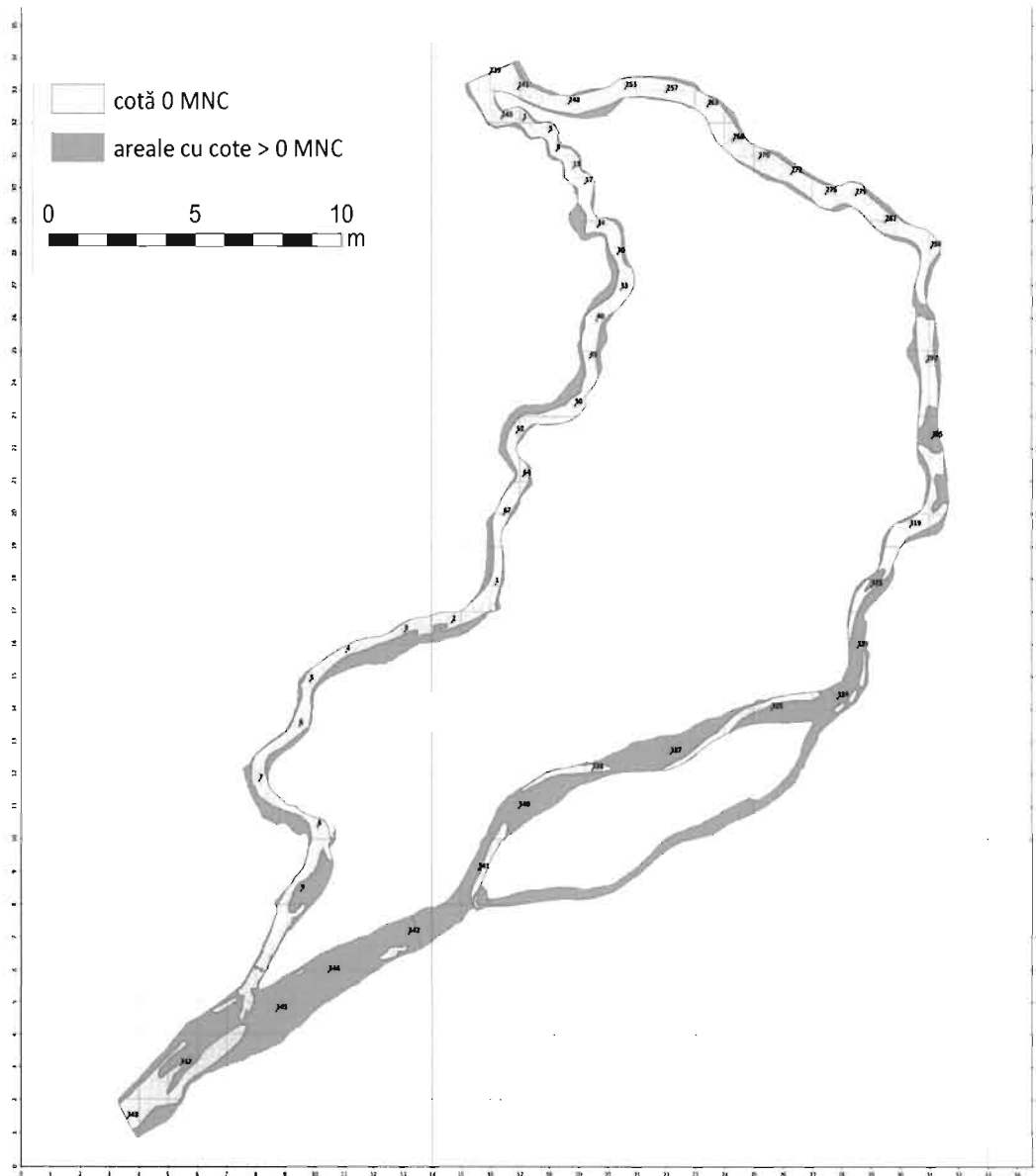


Fig.8

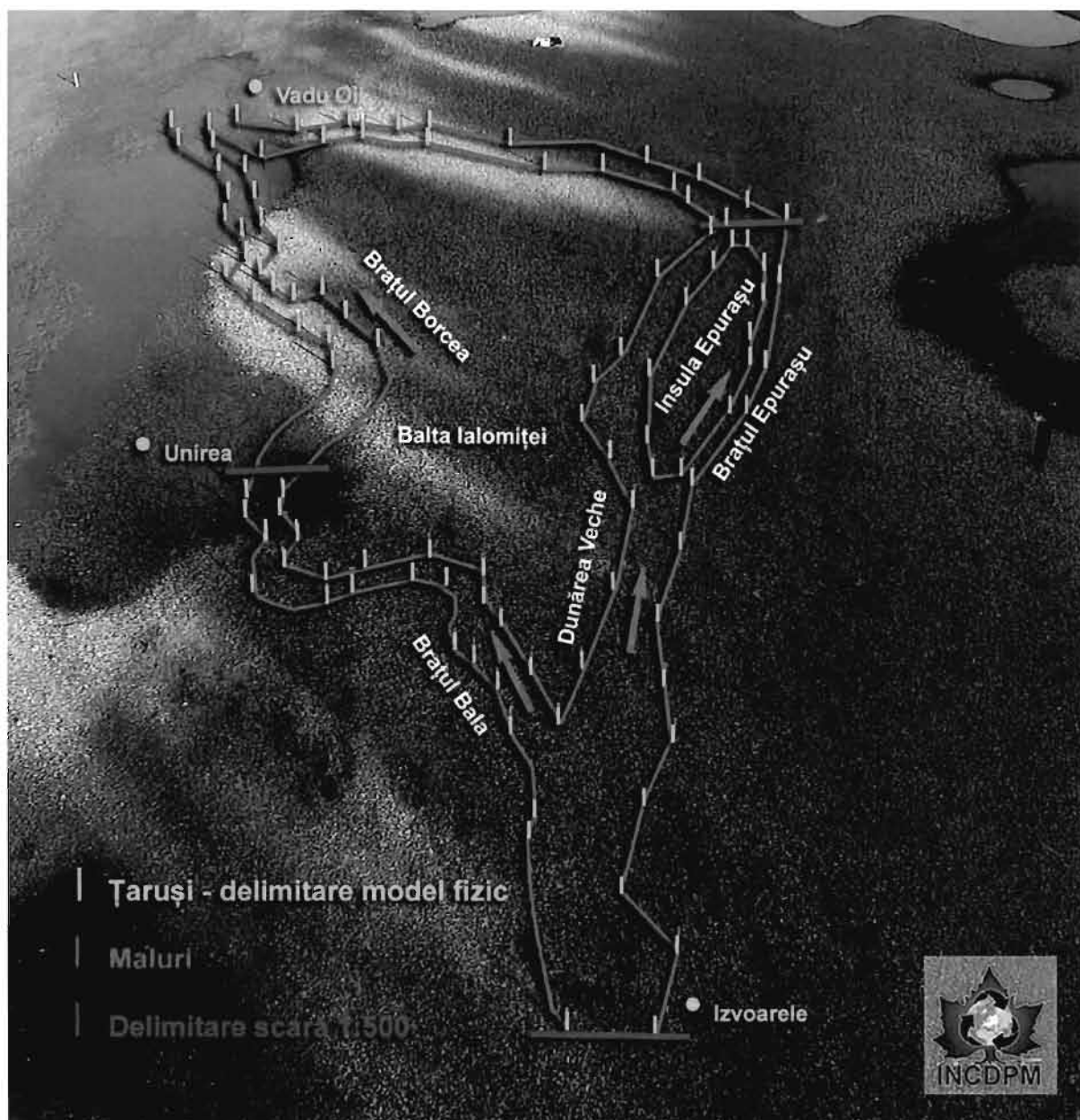


Fig.9

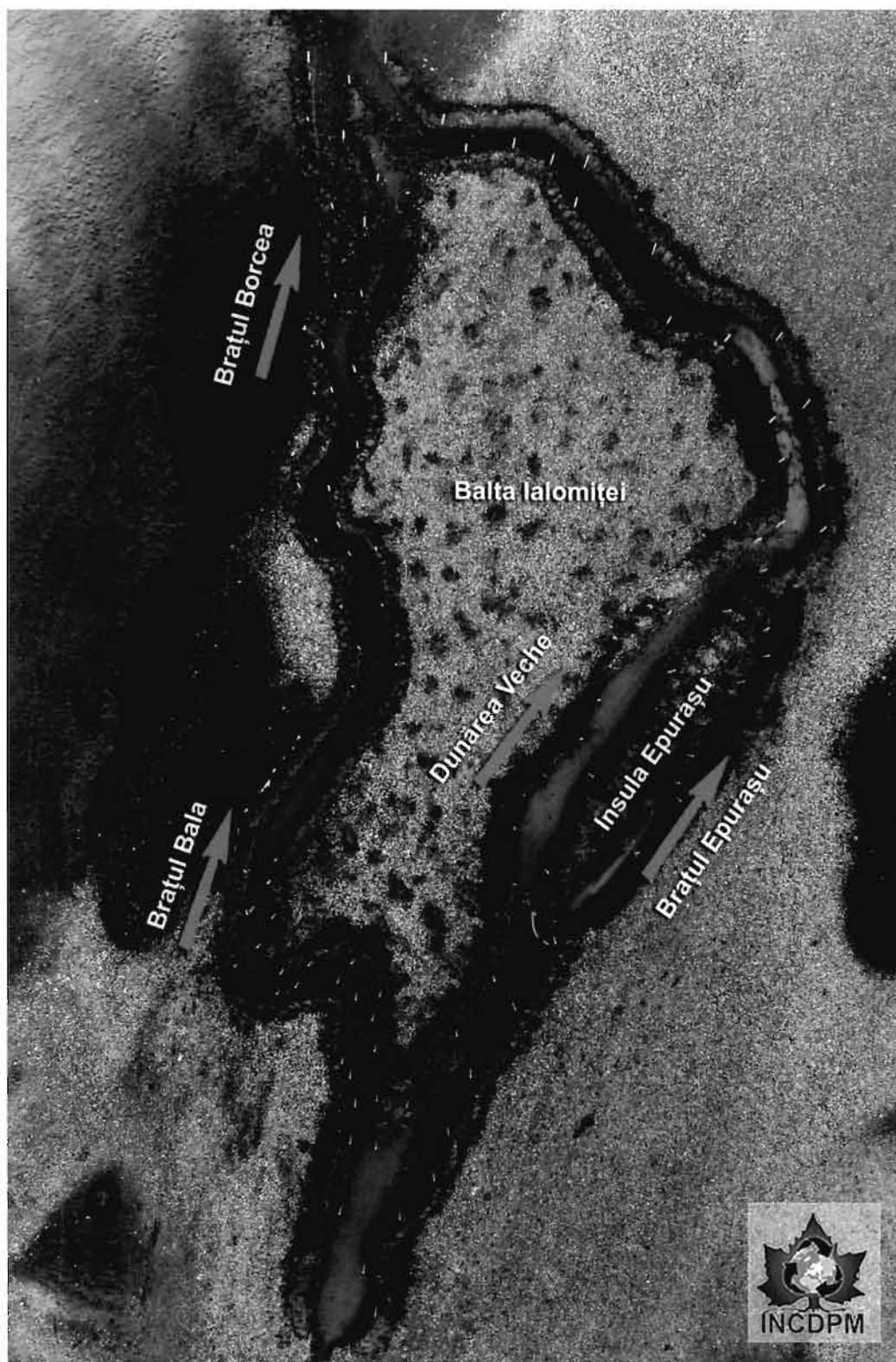


Fig.10

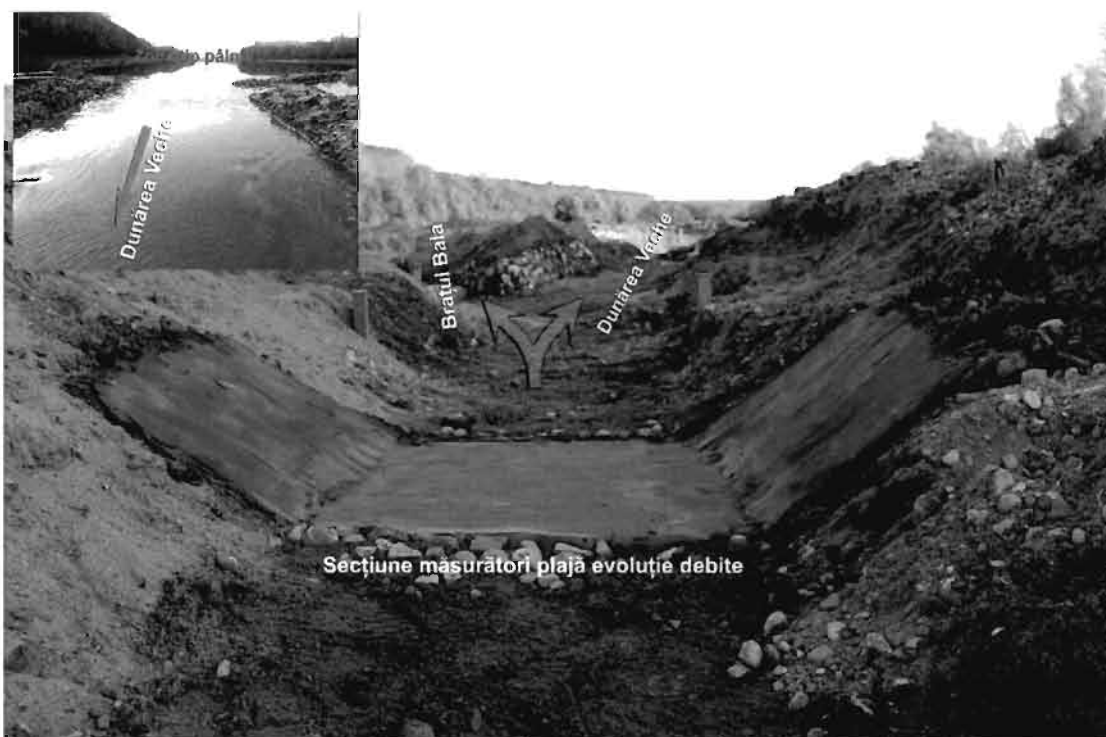


Fig.11

Experimentări model fizic in-situ - secțiuni control

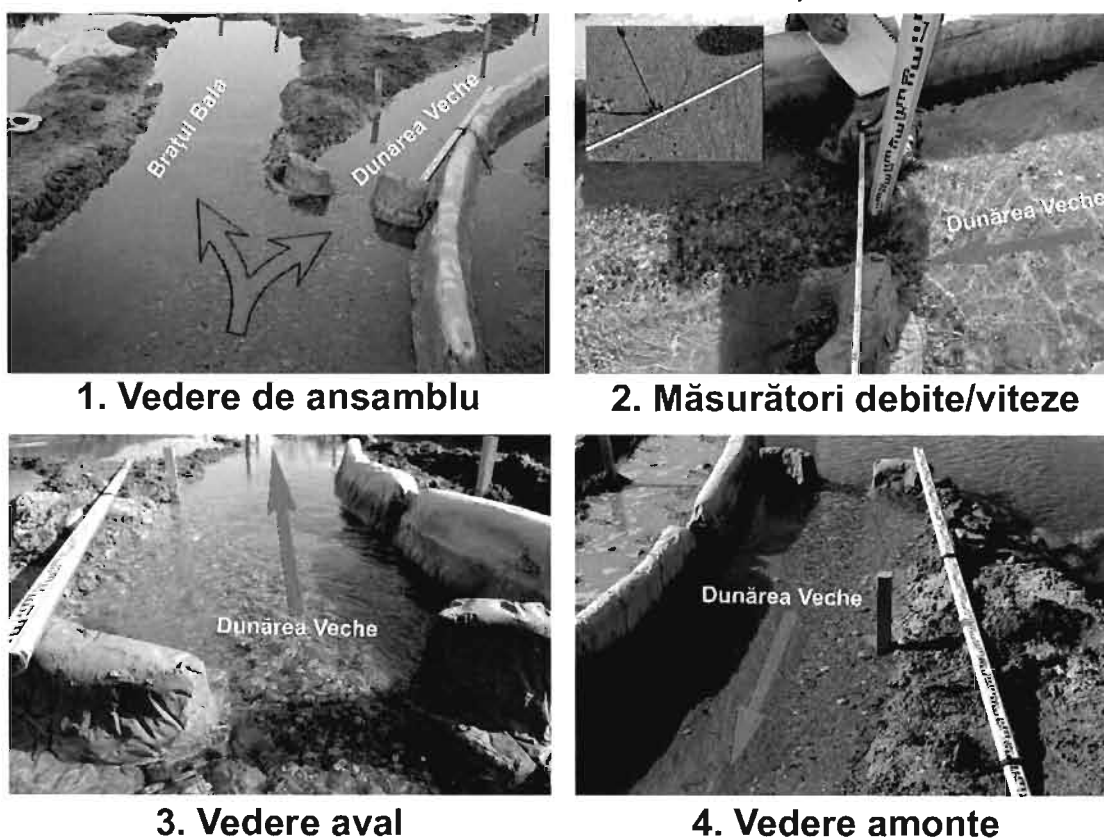


Fig.12