

Raport științific privind implementarea proiectului

STUDIUL INFLUENȚEI ANTROPICE ASUPRA PROCESELOR DE SEDIMENTARE ÎN DELTA DUNĂRII UTILIZÂND RADIONUCLIZI

PN-II-RU-TE-2011-3-0351 Nr. contract 61/30.04.2013

În perioada noiembrie 2013 - septembrie 2016

În cadrul proiectului **PN-II-RU-TE-2011-3-0351** a fost îndeplinite obiectivele planificate, cum ar veni:

- În cadrul acestui proiect s-au selectat 8 lacuri de interes. Lacurile s-au selectat luând în considerare mai multe aspecte cu ar fi: perturbarea prin dragare a sedimentului, adâncimea minima și distanța față de brațele Dunării. Pe parcursul proiectului au avut loc trei campanii de prelevare a probelor în anii 2013, 2014 și, respectiv, 2015. Au fost prelevate în total 34 de carote de sediment din cele 8 lacuri care aparțin de Delta Dunării, lacurile și punctele de prelevare sunt:
 - Lacul Uzlina:
 - 4 carote: UZ8, UZ9 (N 45° 5' 45.7" E 23° 15' 39.6"), UZ10 (N 45° 5' 13.6" E 23° 15' 28.7"), UZII7 (N 45° 04' 43.2" E 29° 15' 46.0")
 - Lacul Isac:
 - 4 carote: IS11 (N 45° 5' 51.7" E 23° 16' 35.3"), IS12 (N 45° 5' 57.4" E 23° 16' 28.7"), ISII9 (N 45° 06' 55.9" E 29° 17' 36.7"), ISII10 (N 45° 07' 01.5" E 29° 17' 36.7")
 - Lacul Cuibida:
 - 7 carote: CU5 (68° 43' 76" N, 50° 00' 78" E), CU6 (68° 42' 93" N, 50° 00' 77.9" E), CU7 (68° 42' 93" N, 50° 00' 77.9" E), CUIII11 (45° 17' 47.7" N, 29° 20' 33.7" E), CUIII12 (45° 17' 47.7" N, 29° 20' 33.7" E), CUIII13 (45° 07' 26.7" N, 29° 20' 24.7" E), CUIII14 (45° 07' 26.7" N, 29° 20' 24.7" E).
 - Lacul Cruhlig:
 - 5 carote: CR1 (44° 53' 0.75" N, 29° 32' 1.60" E), CR2 (44° 52' 59.05" N, 29° 31' 59.75" E), CRII1 (44° 53' 3.30" N, 29° 32' 5.10" E), CRII2 (44° 52' 54.50" N, 29° 32' 0.20" E) și CRII3 (44° 52' 48.80" N, 29° 31' 53.20" E)

- Lacul Iacob:
 - 4 carote: IA3 (45° 07' 49.3" N, 29° 23' 38.8" E), IA4 (45° 07' 49.7" N, 29° 23' 43.2" E), IAII15 (45° 8' 9.50" N, 29° 24' 3.10"E) și IAII16 (45° 9' 8.70"N, 29° 24' 2.70"E)
- Lacul Matița:
 - 3 carote: MA18 (45° 17' 54.93" N, 29° 23' 0.94" E), MA20 (45° 17' 22.61" N, 29° 21' 28.73" E) și MAII17 (45° 18' 26.30" N, 29° 22' 22.40" E),
- Lacul Merhei:
 - 6 carote: ME15 (45° 19' 8.71" N, 29° 24' 26.44" E), ME16 (45° 19' 38.64" N, 29° 25' 0.93" E), MEII19 (45° 19' 3.60" N, 29° 25' 35.40" E) și MEII21 (45° 19' 27.70" N, 29° 27' 33.80" E)
- Lacul Erenciuc:
 - 2 carote cu coordonatele ER20(45° 0' 11.6238" N 29° 25' 29.7264" E), ER21 (44° 59' 16.4544" N 29° 25' 44.868")
- Din cele 8 lacuri (*Fig. 1*):
 - 2 sunt situate între brațele Sulnia și Chilia (Matița și Merhei);
 - 5 sunt situate între brațele Sfântu Gheorghe și Sulina (Erenciuc, Uzlina, Isac, Iacob și Cuibida);
 - Un lac (Cruhlig) și insula Sacalin sunt situate la sudul brațului Sfântul Gheorghe.
- Prepararea probelor și determinarea parametrilor fizici precum măsurarea radionucizilor au fost efectuate astfel:
 - Carotele de sediment au fost secționare în intervale de 1-5 cm și parametrii fizici (masa uscată, masa umedă, porozitate, conținut de apă, densitate) au fost determinate pentru calcularea ratelor de sedimentare prin metoda de datare folosind radionuclidul ^{210}Pb .
 - Probele au fost analizate radiometric folosind spectrometria gama de înaltă rezoluție (folosind un detector de germaniu hiperpur ORTEC GMX HPGe cu FWHM de 1,92KeV la 1.33MeV cu fereastră de Be 0.5 mm care permite înregistrarea și determinarea energiilor joase) în vederea determinării cantității de ^{137}Cs și ^{226}Ra ,

corectie de atenuare in proba precum si corectii de coincidenta au fost aplicate spectrelor obtinute.

- In scopul atingerii unei precizii ridicate în determinarea ^{210}Pb , pentru măsurarea sa s-a folosit urmașul său ^{210}Po cu care ajunge in echilibru secular după doi ani. Este esențială determinarea exactă a valorilor de ^{210}Pb din probe de sediment pentru a le determina vârstele. Spectrometria alfa are un număr mare de avantaje pentru măsurarea activităților mici, incluzând sensibilitatea mare, fondul scăzut al detectorului și eliminarea posibililor interferenți prin separare chimică. De asemenea, folosirea trasorilor fac ca metoda să fie mai fiabilă. O sursă adecvată de poloniu pentru spectrometria alfa trebuie să fie suficient de activă pentru a obține o statistică precisă și stratul de poloniu trebuie să fie subțire și distribuit omogen. Măsurătorile alfa spectrometrice au fost efectuate folosind spectrometrul ORTEC SOLOIST cu detector tip PIPS de Mărime 900m^2 , cu o rezoluție de 19 keV.
- Metoda de datare prin radionuclidul ^{210}Pb a fost aplicată cu succes pentru determinarea ratelor de sedimentare ale lacurilor Deltei Dunării .

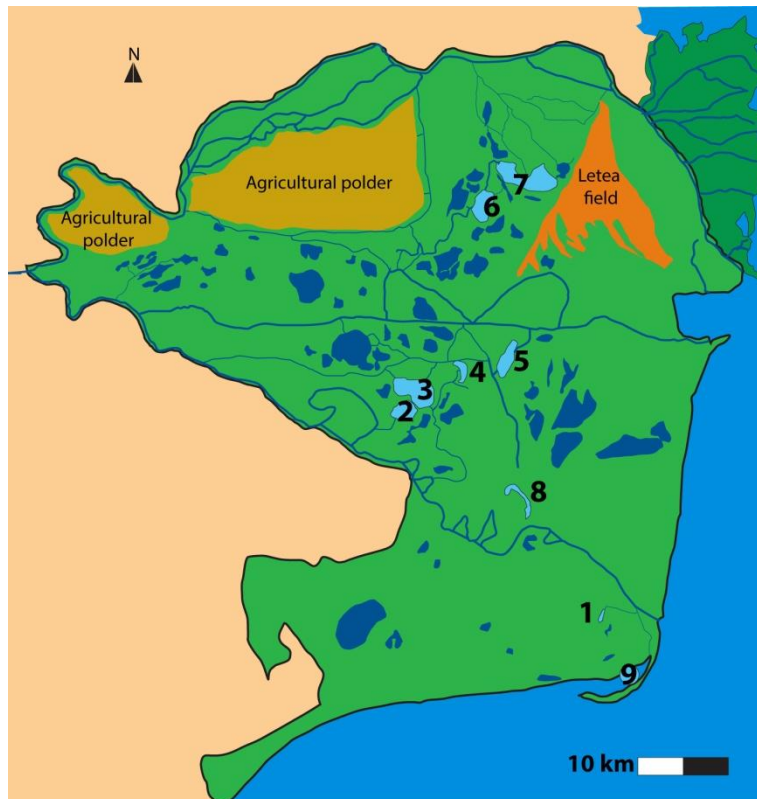


Fig. 1.-Delta Dunării și lacurile
1-Chruhlig, 2-Uzlina, 3-Isac, 4-Cuibida, 5-Iacob, 6-Matita, 7-Merhei

Metode si modele de datare care a fost implementate in cadrul proiectului

Modele teoretice aplicate la studiul proceselor de sedimentare

Determinările depunerilor de ^{210}Pb arată că fluxul poate varia semnificativ pe termen scurt (zile sau luni), însă acest flux rămâne relativ uniform pe termen lung. Notând fluxul anual de ^{210}Pb cu P și ținând cont de ecuațiile pentru transport și flux anual de mai sus, pentru sediment putem scrie:

$$P' = F_{Pb} \cdot (1 + \alpha \eta_{Pb}) P_{Pb}$$

unde η_{Pb} este parametrul de transport bazin hidrografic/lac pentru ^{210}Pb și F_{Pb} este raportul dintre ^{210}Pb din coloana de apă și din sediment (folosit la determinarea balantei masice a transportului sediment-lac).

Modelul CRS (Lacuri cu viteze de sedimentare variabile)

Având în vedere schimbările din ultimii 150 de ani, sunt evidente modificări în procesele de eroziune și în depunerile de sedimente în medii lacustre. Unde au avut loc aceste schimbări, depunerea ^{210}Pb atmosferic poate varia în funcție de adâncime în moduri complexe, iar profilul de ^{210}Pb în funcție de adâncime pe scara logaritmică devenind astfel neliniar.

Această neliniaritate poate avea următoarele cauze:

1. Dizolvarea plumbului depus din atmosfera de viteză mare de sedimentare
2. Variația gradului de concentrare a sedimentelor pe bazinul lacului
3. Întreruperea procesului normal de sedimentare
4. Amestecare prin procese fizice, chimice și biologice a sedimentului.

Pentru datări de acuratețe trebuie identificat mecanismul dominant în fiecare, iar pentru calcularea vârselor este necesară folosirea modelului adecvat.

Modelul CRS se folosește în cazuri în care rata de sedimentare s-a modificat pe parcursul procesului de sedimentare din cauza unui factor amint mai sus. În cadrul acestui model sunt presupuse următoarele:

- Rata de depunere a ^{210}Pb din atmosferă este constantă,

- ^{210}Pb ajuns în apa lacului este rapid depozitată în sediment, însemnând că ^{210}Pb care nu provine din dezintegrarea ^{226}Ra din sediment provine în totalitate din depunerile atmosferice,
 - ^{210}Pb depus în sediment nu este influențat și redistribuit de procese post-depoziționale și se dezintegrează conform legii de dezintegrare.
- **Procedura îmbunătățită pentru determinarea ^{210}Po prin spectrometrie alfa pe probe de sediment din Delta Dunării**

Determinarea de ^{210}Po prin spectrometrie alfa este laborioasă și consumă mult timp și reactivi. Pentru accelerarea procesului de mineralizare a probelor de sediment la începutul proiectului am dezvoltat o metodă îmbunătățită pentru măsurarea ^{210}Po . Metoda a fost testată pe materiale standard de referință IAEA și comparată cu procedura clasică. Repetabilitatea a fost estimată prin analiza a șapte probe de IAEA 385 sediment din Marea Irlandeză.

S-au făcut multe studii pentru investigarea procedurilor de digestie, separare chimică și depoziția ^{210}Po în analize cantitative. Cele mai multe proceduri din literatura de specialitate au la bază fie cantități mari de acizi, fie proceduri complexe care necesită mult timp. Cu toate acestea, în scopul datării, când se analizează un număr mare de probe, este nevoie de o procedură rapidă, cu o recuperare chimică mare și o rezoluție bună a spectrului. Procesele radiochimice trebuie deci optimizate, pentru a obține analize precise, în special la concentrații mici de ^{210}Pb și probe de dimensiuni mici.

Procedura folosită în lucrare se bazează pe una dezvoltată de Edgington și Robbins. Dacă se urmărește procedura aceasta, întregul proces de preparare (de la probă la sursa alfa) durează 4-5 zile, considerând evaporarea lungă a acizilor puternici. Din această cauză s-au făcut mai multe teste pentru a îmbunătăți tehnica de extragere a ^{210}Po din probele de sediment. S-a depus mult efort în scurtarea acestui pas, care este cel mai lung dintre cele care duc la prepararea sursei. Scopul a fost găsierea unei metode optime de extragere a analitului din sediment, pentru a obține surse alfa de poloniu cu proprietăți spectrale bune și un randament maxim posibil a procesului de depoziție în cel mai scurt timp posibil.

Pentru a asigura calitatea rezultatelor, s-au comparat cele două metode folosind patru materiale de referință standardizate de IAEA (*Fig. 2*)

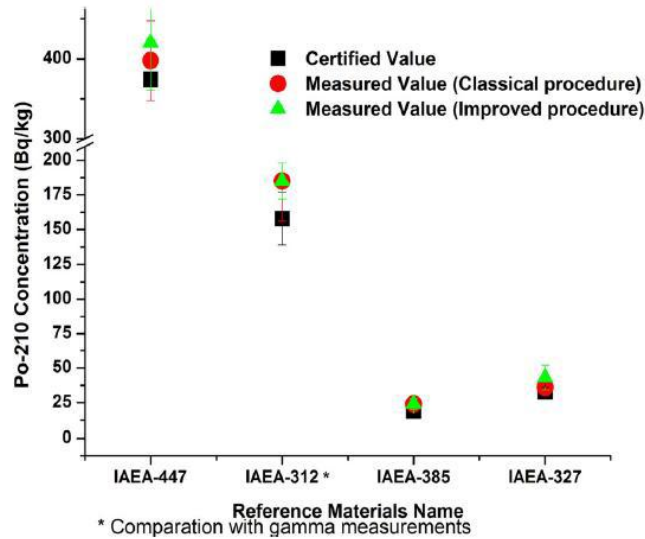


Fig.2 – Valorile măsurate pentru ambele proceduri (clasică – classical, și îmbunătățită – improved) în comparație cu valorile certificate

Rezultatele obținute s-au comparat cu valorile certificate ale acestor probe. Se poate observa faptul că ambele metode prezintă valori similare cu cele certificate. Repetabilitatea metodei îmbunătățite a fost estimată prin analizarea a șapte duplicate de IAEA 385 (sediment din Marea Irlandeză) și rezultatele sunt prezentate în Fig. 3.

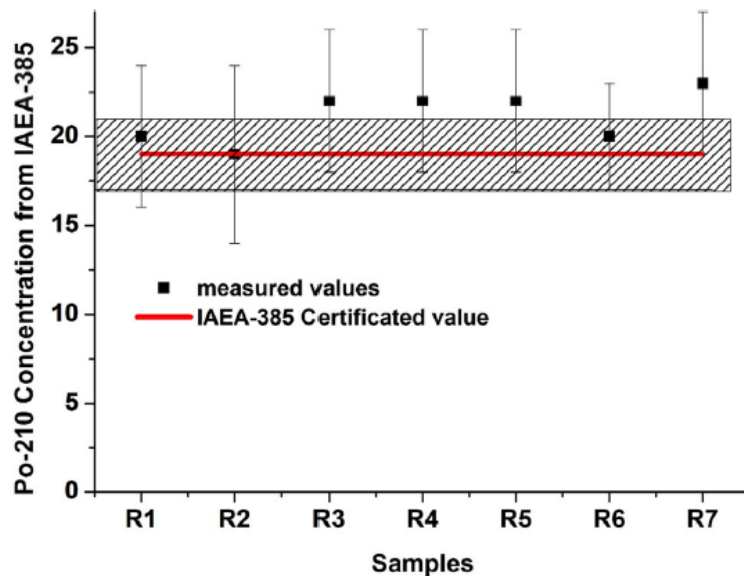


Fig. 3 – Repetabilitatea metodei folosind șapte duplicate de IAEA 385 (sediment din Marea Irlandeză)

Durata de timp necesară digestiei nu a fost singurul parametru luat în considerare la îmbunătățirea metodei, ci s-a pus accentul și pe randamentul chimic și rezoluția spectrului. Combinația unei probe preparate prin această metodă și a unui detector de stare solidă pot produce un spectru de o rezoluție foarte bună, ajungând până la 19 keV.

- **Determinarea ratelor de sedimentare într-un lac din nordul deltei Dunării folosind metoda ^{210}Pb**

Metoda radiometrică ^{210}Pb a fost aplicată în vederea determinării ratelor de sedimentare dintr-un lac din nordul Deltei Dunării (Lacul Merhei) folosind metode α și γ spectrometrice pentru evaluarea radionuclizilor de interes. Un alt scop este măsurarea geocronologiei fiecărui strat de sediment și determinarea dinamicii caracteristice proceselor de sedimentare. Delta Dunării este a doua deltă ca mărime din Europa, având o suprafață de aproximativ 4152 km². Dunărea se împarte în deltă în 3 ramuri principale: Chilia, Sulina și Sf. Gheorghe. Două carote de sediment (una din imediata apropiere a estuarului, iar cealaltă dintr-o zonă mai izolată) au fost prelevate dintr-un lac Nordic, și anume lacul Merhei, ce s-a format între ramurile Chilia și Sulina. Ratele de sedimentare au fost măsurate prin ^{210}Pb folosind progenitura sa, ^{210}Po , pentru determinarea descărcării solide a brațelor Dunării și, respectiv, variațiile spațiale și temporale; pe când ^{226}Ra (determinând atât componentele "supported" și "unsupported" ale ^{210}Pb din conținutul de sediment) a fost determinat folosind spectrometrie γ de înaltă rezoluție. Sedimentele au fost datate până la anul 1885, având media ratelor de sedimentare masice de $0,30 \pm 0,04$ g/cm²an și lineare de $0,68 \pm 0,18$ cm/an. Sedimentul este transportat prin lac în așa fel încât la unele adâncimi în partea izolată a lacului aportul de sediment este de până la douăzeci de ori mai mare decât la estuar.

- **Dinamica sedimentării și istoria poluării cu metalegrele ale Lacului Cruhlig (Delta Dunării, România)**

Acest studiu este primul care raportează rate de sedimentare recente (pe ultimii 120-150 ani) pentru lacul Cruhlig situat în Delta Dunării. Obiectivul acestui studiu este de a analiza rate

de sedimentare recente folosind metoda de datare ^{210}Pb și identificarea poluanților de metale grele și variabilitatea acestora în timp. Cinci carote de sediment au fost prelevate cu ajutorul unui carotor gravitațional, iar după uscarea probelor feliate au fost determinați parametri fizici, conținutul de material organic și de carbon inorganic. Conținutul de ^{210}Pb total a fost măsurat prin ^{210}Po folosind spectrometria alfa, iar ^{210}Pb in-situ a fost măsurat folosind ^{226}Ra (prin progeniturile cu timp de înjumătățire scurți ai ^{222}Rn) prin detectori HPGe. Metalele grele au fost determinate folosind ICP-MS pentru 64 elemente, însă doar valorile peste limitele acceptate ale Al, As, Cd, Co, Cs, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Ni, Pb și Zn sunt discutate. După aplicarea modelului CRS au fost calculate vârstele și ratele de sedimentare. Rata medie de sedimentare a lacului Cruhlig este de $0.21 \pm 0.02 \text{ g/cm}^2\text{y}$. Valorile minime ($0.05 \pm 0.003 \text{ g/cm}^2\text{y}$) sunt înregistrate pe malul estic al lacului înainte de 1913, iar maximele, cauzate de inundațiile din 2006, se pot observa în partea vestică ($1.34 \pm 0.12 \text{ g/cm}^2\text{y}$). Ratele de sedimentare recente împart lacul în trei zone: partea estică izolată de lângă mal ($0.63 \pm 0.07 \text{ g/cm}^2\text{y}$), centrul lacului ($0.92 \pm 0.05 \text{ g/cm}^2\text{y}$) și zona vestică dinamică, unde are loc cea mai mare parte a transportului de sediment ($1.13 \pm 0.01 \text{ g/cm}^2\text{y}$).

Modelul de sedimentație obținut demonstrează faptul că lacul este foarte sensibil la fluctuațiile descărcărilor fluviale. Construcția Porților de Fier (1972) a avut un impact negativ asupra sedimentației, cauzând o scădere de 58.74%, după anul 1989 aceste valori crescând de 2.25 ori. Lacul a fost supus unei cantități mari de sediment bogat în metale grele în $1992 \pm 3 \text{ y}$, ce s-a depus în mare parte în zona estică a lacului. Valorile pentru Cd, Co, Cr, Hg, Pb și Zn sunt cu până la 5 ori mai mari în $1980 \pm 5 \text{ y}$ în partea estică a lacului, pe când valorile de Cd, Co, Cr și Ni sunt de două ori mai mari decât cele ale substratului marin. Valorile de As arată o creștere de până la 150% în $2006 \pm 2 \text{ y}$ în tot bazinul lacului.

- **Fluxul atmosferic, echilibrul transport/masa a ^{210}Pb și a radiotrasorului ^{137}Cs în diferite regiuni ale României**

Acest studiu se bazează pe determinarea fluxurilor de ^{210}Pb și ^{137}Cs din diferite regiuni ale Transilvaniei (România) și pe determinarea echilibrului de transport/masa în sistemul lacustrin al lacului Roșu. Pentru efectuarea acestor obiective, au fost luate probe din șase locații diferite (județul Bihor, zona Ighiel, zona lacului Roșu, Turbăria Mulha, Turbăria Mohoș și Turbăria

Zănoaga Roșie din Munții Semenic) din România, care au fost comparate cu valorile măsurate în **Delta Dunării**. Concentrațiile radionuclizilor de $^{210}\text{Pb}_{\text{total}}$, $^{210}\text{Pb}_{\text{sup}}$ (^{226}Ra) și ^{137}Cs din probele de sol au fost măsurate folosind spectrometria gama (detectori HPGe), pe când probele de turbă au fost măsurate și prin spectrometrie alfa (^{210}Po) folosind detectori PIPS. Valoarea medie cea mai joasă pentru fluxul ^{210}Pb a fost măsurată în Delta Dunării ($48 \pm 8 \text{ Bq/m}^2\text{y}$), pe când cea mai înaltă a fost măsurată în Turbăria Semenic ($227 \pm 54 \text{ Bq/m}^2\text{y}$), media fiind de $132 \pm 8 \text{ Bq/m}^2\text{y}$. În cazul fluxului de ^{137}Cs valoarea medie a fost de $298 \pm 3 \text{ Bq/m}^2\text{y}$, maxima fiind de $1683 \pm 15 \text{ Bq/m}^2\text{y}$ în zona Ighiel și minima fiind de $32 \pm 1 \text{ Bq/m}^2\text{y}$ în cazul **reginiei Deltei Dunării**. În cazul lacului Roșu, inventarul total este de $410 \pm 23 \text{ Bq/m}^2\text{y}$ în sediment, pierderea prin scurgeri fiind de $100 \pm 12 \text{ Bq/m}^2\text{y}$, factorul de transfer de la bazin la lac fiind de 0,84%.

- **Influențe antropice pe ratele de sedimentare ale lacurilor situate în diferite zone geografice ale României**

Obiectivul acestui studiu este de a determina efectele impactelor naturale și antropice din ultimii 30 de ani din bazinele hidrografice ale patru lacuri din România (Lacul Sf. Ana, Lacul Roșu, Lacul Vârșolț și **Lacul Matia**) originare din patru zone geomorfologice diferite. Un total de 11 carote de sediment au fost procesate pentru determinarea vârstelor și a ratelor de sedimentare folosind metoda de datare ^{210}Pb . $^{210}\text{Pb}_{\text{total}}$ a fost măsurat prin spectrometrie alfa prin ^{210}Po folosind detector PIPS, pe când $^{210}\text{Pb}_{\text{in-situ}}$ a fost măsurat prin ^{226}Ra folosind detector HPGe. Vârstele și ratele de sedimentare au fost calculate folosind modelul CRS. Valorile ratelor de sedimentare au crescut multiplu în ultimele trei decenii: 2.66 ori în cazul lacului Sf. Ana (de la $0.06 \pm 0.01 \text{ g/cm}^2\text{y}$ la $0.16 \pm 0.02 \text{ g/cm}^2\text{y}$), până la 6.72 ori în cazul lacului Roșu ($0.36 \pm 0.04 \text{ g/cm}^2\text{y}$ la $2.42 \pm 0.36 \text{ g/cm}^2\text{y}$), de 4.02 ori în cazul lacului Vârșolț ($0.38 \pm 0.04 \text{ g/cm}^2\text{y}$ la $1.53 \pm 0.18 \text{ g/cm}^2\text{y}$) și până la 16.18 ori în cazul **lacului Matia** ($0.27 \pm 0.03 \text{ g/cm}^2\text{y}$ la $4.37 \pm 0.32 \text{ g/cm}^2\text{y}$).

- **Procese de sedimentare și istoria poluării cu metale grele din centrul Deltei Dunării (Romania)**

Ratele de sedimentare din Delta Dunării pot fi influențate în două moduri principale: prin scurtarea canalelor (schimbarea debitelor de apă și modificarea sedimentului transportat) și prin construirea barajelor pe Dunăre. Un studiu detaliat despre schimbările de sedimentație în Delta Dunării cu o rezoluție înaltă în timp luând în considerare concentrațiile de metale grele în concordanță cu vârstele, nu a fost făcut până în momentul de față. Obiectivul acestui studiu este de a oferi cunoștințe privind parametrii fizici, geocronologie și rate de sedimentare aferente lacurilor Iacob și Isac (Delta Dunării), dar și de a determina concentrația de metale grele a fiecărui strat de sediment din lacul Iacob. Validarea vârstelor obținute a fost făcută folosind radiomarcărul ^{137}Cs .

Valoarea medie a $^{210}\text{Pb}_{\text{in-situ}}$ în lacul Iacob este de 17 ± 3 Bq/kg, iar $^{210}\text{Pb}_{\text{total}}$ începe să scadă de la 75 ± 9 Bq/kg. În cazul lacului Isac, valoarea medie pentru $^{210}\text{Pb}_{\text{in-situ}}$ este de 24 ± 3 Bq/kg iar $^{210}\text{Pb}_{\text{total}}$ începe să scadă de la 170 ± 11 Bq/kg. Datarea s-a efectuat până la 1860 ± 10 y. Ratele de sedimentare se pot împărți în două perioade majore și anume 1995-2013 și 1974-1982, perioade în care inundațiile cu debite maxime de peste 10^4 m³/s au avut loc anual. În puls, construcția Hidrocentralei Porțile de Fier în 1972 a cauzat retenția unei cantități mari de sediment în prima perioadă, scăzând gradat, ajungând la creșteri în rate de sedimentare din anul 1982 ± 4 y. Concentrațiile de metale grele pentru As, Co, Cr și Ni arată tendințe de scădere cu până la 53%, valorile pentru Hg au crescut de 1.54 ori pe când Cd și Pb arată valori constante de 310 ± 12 ppb și, respectiv, 9 ± 1 ppm.

- **Concluzii luând în considerare datele publicate**

Ținând cont de datele prezentate în rapoartele din anii anteriori, se pot observa efectele Porților de Fier pe ratele de sedimentare a fiecărui lac analizat din Delta Dunării. Construcția Porților de Fier, ca un impact antropic, a avut efecte variabile (Tabel 1) pe lacurile enumerate mai sus (Fig. 1).

Tabel 1. Ratele de sedimentare medii ale lacurilor pe diferite perioade ($\text{g}/\text{cm}^2\text{y}$)

	Matita	Merhei	Cruhlig	Iacob	Uzlina	Isac	Cuibida	Media
1940-1972	0.156	0.266	0.238	0.418	0.264	0.446	0.181	0.281
1972-1980	0.208	0.216	0.098	0.376	0.222	0.197	0.23	0.221
	81.64%	7.79%	58.74%	27.37%	16.12%	42.35%	26.53%	-31.25%
1972-1989	0.422	0.466	0.136	0.209	0.269	0.268	0.357	0.303
1989-2013	2.082	0.846	0.307	0.677	1.002	0.715	0.674	0.901
	13.01x	2.19x	2.25x	3.19x	3.74x	2.53x	2.05x	4.14x

În perioada dinaintea construcției Porților de Fier (1940-1972) rata medie de sedimentare a lacurilor este de $0.281 \text{ g}/\text{cm}^2\text{y}$. Cea mai mare rată de sedimentare este vizibilă în cazul lacului Isac, care în perioada menționată este de $0.446 \text{ g}/\text{cm}^2\text{y}$, iar cea mai mică se înregistrează în cazul lacului Matita $0.156 \text{ g}/\text{cm}^2\text{y}$. Această diferență mare este cauzată de poziționarea diferită a lacurilor: Lacul Matita se află la o distanță mai mare de brațul Sulina decât lacul Iacob și cantitatea de sediment ajuns în lacul Matita este puternic diminuat de depunerile în lacurile intermediare dintre brațul Sulina și lacul Matita. Se poate observa că rata de sedimentare a lacurilor dintre brațele Sulina și Sfântul Gheorghe a fost mai ridicată în perioada 1940-1972 (media fiind $0.327 \text{ g}/\text{cm}^2\text{y}$). Această valoare este de $0.266 \text{ g}/\text{cm}^2\text{y}$ pentru lacurile poziționate la nord de brațul Sulina și de $0.238 \text{ g}/\text{cm}^2\text{y}$ pentru cele poziționate la sud de brațul Sfântul Gheorghe. Lacurile din delta centrală prezintă rate de sedimentare mai mari, deoarece debitele brațelor Sulina și Sfântu Gheorghe este mai mare decât cea a brațului Chilia, putând astfel transporta o cantitate mai mare de sediment în partea centrală a deltei (Fig. 4)

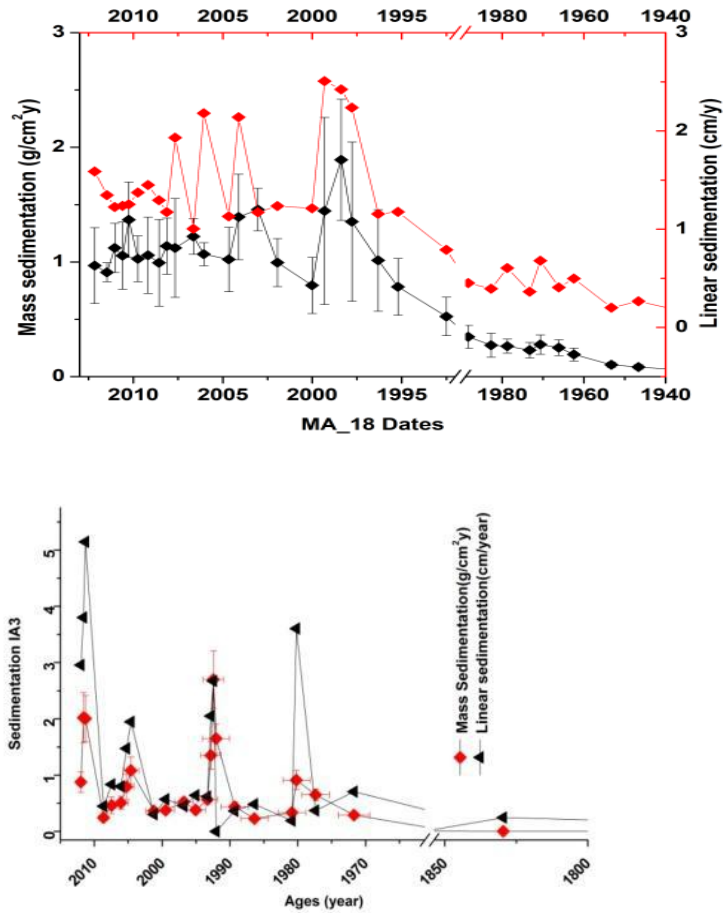


Fig.4. Rata de sedimentare a lacului Iacob (IA) situate între brațele Sulina și Sfântul Gheorghe în comparație cu rata de sedimentare a lacului Matița (MA) situate între brațele Sulina și Chilia

Comparând ratele de sedimentare ale perioadei 1972-1980 cu cele din perioada 1940-1972 se evidențiază o scădere de 31.25% în medie, implicând că Porțile de Fier au avut un impact mare asupra sedimentației deltei. Din lacurile analizate, patru prezintă scăderi și trei prezintă creșteri în perioada de după 1972. Cea mai mare scădere se evidențiază în lacurile alimentate de brațul Sfântul Gheorghe, în lacul Cruhlig (-58.74%), Isac (-42.35%) și Uzlina (-16.12%).

Creșteri ale ratelor de sedimentație în perioada menționată sunt vizibile în lacurile Matița (81.64%), Iacob (27.37%) și Cuibida (26.53%), lacuri alimentate de brațul Sulina, putând deduce că debitul de sediment transportat de brațul Sulina a crescut în perioada de după 1972.

De-a lungul perioadei proiectului s-a observat că ratele de sedimentare prezintă o creștere drastică de până la 4.14 ori după 1980-1989, comparând media ratelor de sedimentare din perioada 1972-1989 ($0.303 \text{ g/cm}^2\text{y}$) cu cele din perioada 1989-2013 ($0.901 \text{ g/cm}^2\text{y}$). Cea mai vizibilă schimbare se vede în cazul lacului Matița, unde sedimentația a crescut de 13.01 ori, pe când lacul cel mai puțin expus este Cuibida prezentând o creștere de 2.05 ori în perioada 1989-2013. Aceste schimbări drastice sunt cauzate de creșterea defrișărilor în bayinul hidrografic al Dunării, care cauzează o serie de inundații. Spre exemplu, lacurile distincte Uzlina și Cuibida arată aceleași creșteri în ratele de sedimentare (Fig. 5)

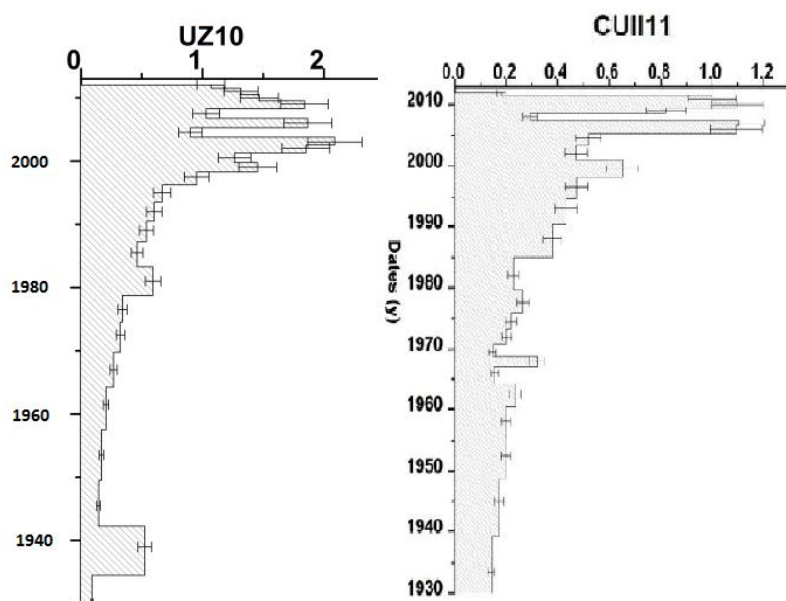


Fig.5. Compararea ratelor de sedimentate ale lacurilor Uzlina (UZ) și Cuibida (CU)

După determinarea vârstei fiecărei probe de sediment, s-au determinat ratele de sedimentare masice și lineare. Datele astfel obținute confirmă prezența inundațiilor majore în teritoriul Deltei Dunării. Exemple în lacul Merhei pe caroata ME15, se pot observa trei perioade cu rate de sedimentare relativ constante 1890 – 1933 ($0,11 \pm 0,02 \text{ cm/an}$ și $0,06 \pm 0,01 \text{ g/cm}^2\text{y}$), 1950 – 1980 ($0,37 \pm 0,05 \text{ cm/y}$ și $0,14 \pm 0,03 \text{ g/cm}^2\text{y}$) și 1990 – 2013 ($0,42 \pm 0,05 \text{ cm/y}$ and $0,23 \pm 0,03 \text{ g/cm}^2\text{y}$). Se evidențiază două depuneri majore de sediment vizibile atât în ratele de sedimentare masice, cât și în cele lineare. Una se evidențiază între 1980-1990, iar a doua

aproximativ în 1940 (Fig. 6). Aceste inundații sunt registrate în baza de date națională (ANAR Report)

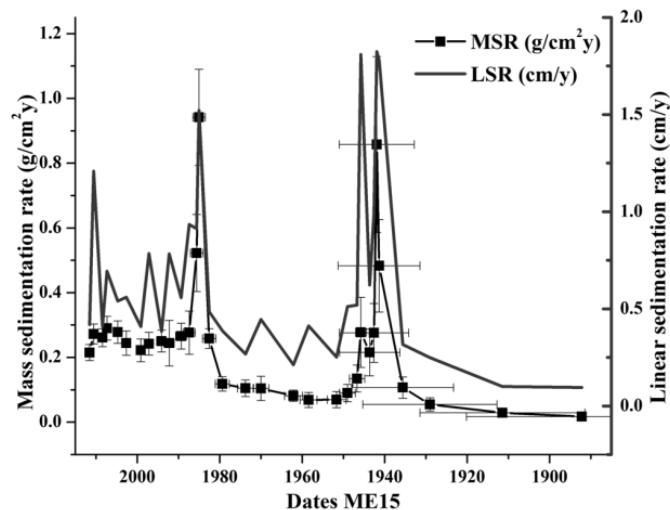


Fig6 Ratele de sedimentare ale carotei ME15

Inundațiile menționate sunt vizibile în toate carotele de sediment ai tuturol lacurilor analizate prin picuri bine definite (Raport 2014 și 2015).

Metoda de datare a ²¹⁰Pb este adecvată determinării ratelor de sedimentare ale lacurilor din Delta Dunării. Se pot urmări astfel efectele antropice la care sunt expuse lacurile, precum construcția Porților de Fier și creșterea drastică a defrișărilor în bazinul hidrografic al Dunării, precum și fenomenele naturale (inundații, furtuni etc.), care cauzează schimbări în ratele de sedimentare ale lacurilor, procedura îmbunătățită de digestie accelerând procesul de datare a sedimentelor.

- **Prezentarea rezultatelor obținute s-a realizat prin participarea la o serie de conferințe naționale și internaționale după cum urmează:**
 - Environment and progress 2013 din Cluj-Napoca, România în perioada 18-19 septembrie 2013
 - European Geosciences Union General Assembly 2014 din Viena, Austria în perioada 27 aprilie-2 mai 2014
 - IV. Terrestrial Radioisotopes in Environmental-International Conference on Environmental Protection din Veszprem, Ungria în perioada 21-23 mai 2014

- The Second International Conference on Radiation and Dosimetry in Various Fields of Research din Nis, Serbia în perioada 27-30 mai 2014
 - Environmental legislation, Safety Engineering and Disaster Management din Cluj-Napoca, România în perioada 18-19 septembrie 2014
 - The 9th International Symposium on the Natural Radiation Environment din Hirosaki, Japonia în perioada 22-26 septembrie 2014
 - Oszi Radiokemia Napok 2014 din Balatonszarszo, Ungaria în perioada 13-15 octombrie 2014
 - Third international Conference on Radiation and Applications Various Fields of Research (RAD4) din Budva, Montenegro în 07-13 iunie 2015
 - International Conference of Environmental Radioactivity (ENVIRA 2015) din Salonic, Grecia 18-27 august 2015
 - Isotope Workshop XIII, ESIR din Zadar, Croatia in perioada 19-25 septembrie 2015
 - Third International Conference of Po and Radioactive Pb isotopes din Kusadasi, Turcia 10-15 octombrie 2015
 - 12th International Conference “METHODS OF ABSOLUTE CHRONOLOGY” din Gliwice-Paniowki, Poland 14-15 mai 2016
 - V. Terrestrial Radioisotopes in Environment International Conference on Environmental Protection din Veszprem, Ungaria 17-20 mai 2016
 - Fourth International Conference on Radiation And Application in Various Fields of Research, din Nis, Serbia 23-27 mai 2016.
- **Publicarea rezultatelor obținute de specialitate cotate ISI dupa cum urmează:**
 - Begy R.Cs., Dumitru O., Simon H., Steopoaie I., 2014. An improved procedure for the determination of ²¹⁰Po by alpha spectrometry in sediments samples from Danube Delta – Articol publicat în Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, DOI: 10.1007/s10967-014-3703-z.
 - Begy R.Cs., Simon H., Kelemen Sz., Reizer E., Preoteasa L., 2015. Determination of sedimentation rates of a northern Danube Delta lake by ²¹⁰Pb method – Articol publicat în Carpathian journal of earth and environmental sciences 10(4):191-194.

- Begy R.Cs., Preoteasa L., Timar-Gabor A., Mihaaiescu R., Tanaselia C., Kelemen Sz., Simon H., 2016. Sediment dynamics and heavy metal pollution history of the Cruhlig Lake (Danube Delta, Romania) – Articol publicat în Journal of Environmental Radioactivity 153: 167-175. DOI. 10.1016/j.jenvrad.2015.12.020.
- BegyR.Cs., Kovacs T., Veres D., Simon H., 2016. Atmospheric flux, transport and mass balance of ^{210}Pb and ^{137}Cs radiotracers in different regions of Romania – Articol publicat în Applied Radiation and Isotopes 111: 31-39.DOI: 10.1016/j.apradiso.2016.02.008
- Simon H., KelemenSz.,Begy R.-Cs., 2016. Anthropic influences on the sedimentation rates of lakes situated in different geographic areas – Articol publicat la Journal of Environmental Radioactivity
- BegyR.Cs.,KelemenSz., Preoteasa L., Simon H., 2016. Sedimentation processes and heavy metal pollution history in central Danube Delta (Romania) – Articol trimis spre publicare la Geochronomeria

29.09.2016

Semnatura

