



UNIVERSITATEA  
BABEȘ-BOLYAI

## **RAPORT ȘTIINȚIFIC**

al activităților desfășurate și rezultatelor obținute în conformitate cu obiectivele propuse pe anul  
2022 (iun.-dec.)

### **ETAPA I**

**PN-III-P1-1.1-TE-2021-0213** *”Rezervor sau sursa de C: evaluarea impactului schimbărilor  
climatice și influențelor antropice asupra turbărilor din SE-Europei în ultimii 150 de ani”*

## REZUMAT EXECUTIV

Turbăriile reprezintă ecosisteme vitale în contextul actual al schimbărilor climatice globale. Prin mecanismele de sechestrare fotosintetică a dioxidului de carbon din atmosferă și incorporarea acestuia sub formă de carbon organic, turbăriile contribuie la echilibrarea concentrațiilor atmosferice ale acestui gaz în circuitul global al carbonului.

În prima etapă a proiectului **PN-III-P1-1.1-TE-2021-0213** *”Rezervor sau sursa de C: evaluarea impactului schimbărilor climatice și influențelor antropice asupra turbăriilor din SE-Europei în ultimii 150 de ani”*, obiectivele principale propuse au fost colectarea probelor; construirea cronologiilor pe baza modelului de vârstă cu adâncimea pentru ultimele două secole, prin metoda  $^{210}\text{Pb}$ ; precum și descrierea evoluției turbăriilor prin determinarea parametrilor fizici asociați cu dinamica acumulării carbonului în aceste ecosisteme. Rezultatele obținute au permis stabilirea evoluției și fluctuațiilor prezente la nivelul ratelor de acumulare a materialului organic și a carbonului, la o rezoluție înaltă, precum și evaluarea stocurilor de carbon și a echivalentului  $\text{CO}_2$ . În general, s-a observat o tendință de creștere a ratelor de acumulare pentru ultimii 40-80 de ani față de întreaga perioadă investigată. Rezultatele au variat între 47,19 % și 57,42 % pentru fracția de carbon organic și între 0,010  $\text{kg/m}^2/\text{an}$  și 0,098  $\text{kg/m}^2/\text{an}$  pentru rata de acumulare a carbonului. Cronologiile obținute prin metoda de datare cu  $^{210}\text{Pb}$  au permis plasarea pe scară temporală a variațiilor observate în dezvoltarea turbei. Modelul de vârstă cu adâncimea a fost validat și consolidat de indicatorul de vârstă alternativ,  $^{137}\text{Cs}$ .

Rezultatele, împreună cu tematica și obiectivele principale ale proiectului, au fost diseminate în cadrul conferinței internaționale *”VIII. Terrestrial Radioisotopes in Environment International Conference on Environmental Protection”*, prin participarea cu o prezentare orală și una de tip poster.

Rezultatele obținute reprezintă un prim indicator ce evidențiază rolul și importanța turbăriilor în circuitul global al carbonului, și constituie fundamentul prezentului proiect, care permite concretizarea următoarelor etape propuse. Obiectivele și activitățile asociate etapei I a proiectului **PN-III-P1-1.1-TE-2021-0213** au fost realizate, iar rezultatele obținute sunt conforme cu așteptările.

## CUPRINS

<b>1. Introducere în tema de cercetare .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Prelevarea și prepararea probelor .....</b>	<b>1</b>
<b>3. Determinarea parametrilor fizici ai probelor .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Construirea cronologiilor de înaltă rezoluție .....</b>	<b>5</b>
<b>5. Determinarea parametrilor asociați dinamicii carbonului în ecosistem .....</b>	<b>8</b>
<b>6. Activități de diseminare a rezultatelor .....</b>	<b>14</b>
<b>7. Concluzii .....</b>	<b>15</b>

## 1. Introducere în tema de cercetare

Proiectul **PN-III-P1-1.1-TE-2021-0213** ”*Rezervor sau sursa de C: evaluarea impactului schimbărilor climatice și influențelor antropice asupra turbăriilor din SE-Europei în ultimii 150 de ani*” are ca obiectiv principal evidențierea importanței turbăriilor în circuitul global al carbonului, precum și a susceptibilității acestor ecosisteme la schimbările climatice și intervenției umane, prin analiza retrospectivă a ultimilor 150 ani. Datele experimentale vizează furnizarea de informații relevante pentru o mai bună înțelegere a funcțiilor turbăriilor în procesele de sechestrare a carbonului și a necesității unor politici de management adecvate pentru conservarea lor.

Turbăriile reprezintă ecosisteme terestre distincte caracterizate prin acumularea de materie organică parțial descompusă, o particularitate a acestora fiind reprezentată de interacțiunea cu atmosfera prin absorbția și eliberarea de gaze cu efect de seră, formând rezervoare importante de carbon. Aceste rezervoare se formează prin fixarea fotosintetică a dioxidului de carbon de către vegetație, care, pe scări de timp îndelungate, a depășit eliberarea de carbon rezultată din descompunerea turbei și respirația plantelor.

Având în vedere influențele antropice și industrializarea accelerată din perioada ultimilor 150 de ani, clima a suferit schimbări rapide, iar concentrația de dioxid de carbon în atmosferă a crescut cu peste 47%. Analiza retrospectivă a ratelor recente de acumulare a carbonului și a stocurilor de carbon ale turbăriilor, precum și a variabilității acestora în ultimii 150 de ani reprezintă un instrument important în evaluarea condițiilor din trecut și din prezent a acestor ecosisteme, precum și a rolului lor viitor în contextul schimbărilor climatice.

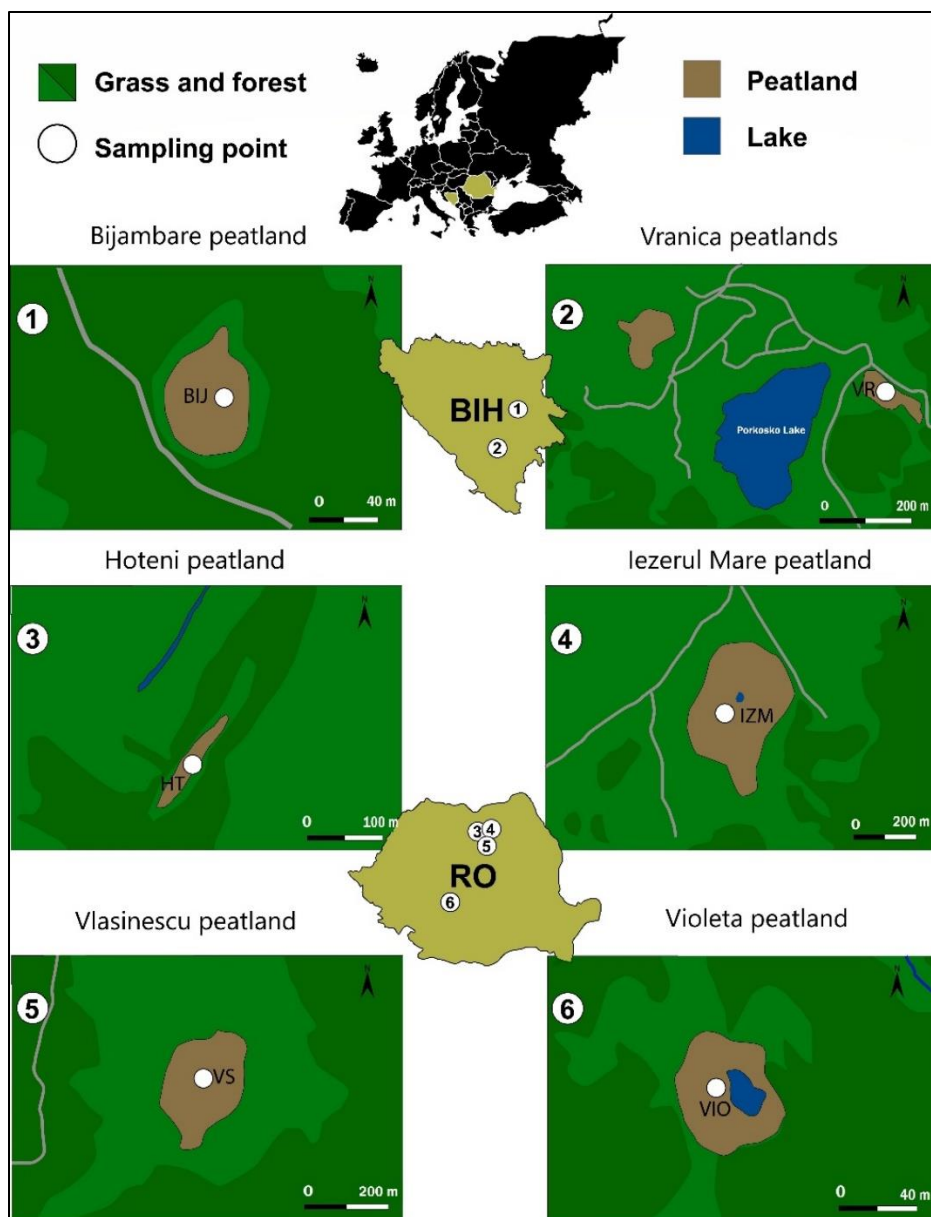
## 2. Prelevarea și prepararea probelor

În cadrul primei etape a proiectului, obiectivul principal propus a fost obținerea de informații privind variația în timp a creșterii turbăriilor prin construirea unei scări temporale de înaltă rezoluția pe baza datării cu  $^{210}\text{Pb}$ , cât și descrierea dezvoltării și evoluției turbăriilor. O primă

activitate a constat în prelevarea probelor de turbă, iar în acest sens au fost organizate deplasări pe teren în cadrul cărora au fost colectate un număr de 12 probe de pe teritoriul României (7), Serbiei (1), Poloniei (1), Bosniei-Herțegovina (2) precum și Lituaniei (1). Strategia de prelevare a avut ca scop acoperirea unei arii extinse, care să permită interpretarea și intercompararea datelor într-un context atât macro-, cât și micro- climatic. Probele au fost extrase cu ajutorul unui prelevator de tip cuboid, cu dimensiunile 100cm x 12cm x 12cm, iar lungimea coloanelor de turbă prelevate a variat între 50 și 70 cm (Fig. 1).



**Fig. 1** Prelevatorul cuboid utilizat pentru colectarea probelor și coloane de turbă extrase cu ajutorul acestuia



**Fig. 2** Reprezentare grafică a arealului studiat pentru turbării din România și Bosnia-Herțegovina

În urma prelevării, probele au fost împachetate și înghețate la  $-15^{\circ}\text{C}$ , iar ulterior secționare pentru a obține straturi cu o grosime de 1 cm, care să permită analiza la o rezoluție înaltă. Probele au fost cântărite, uscate în etuvă la o temperatură de  $105^{\circ}\text{C}$  până la atingerea unei greutate constante, iar apoi mărunțite mecanic.

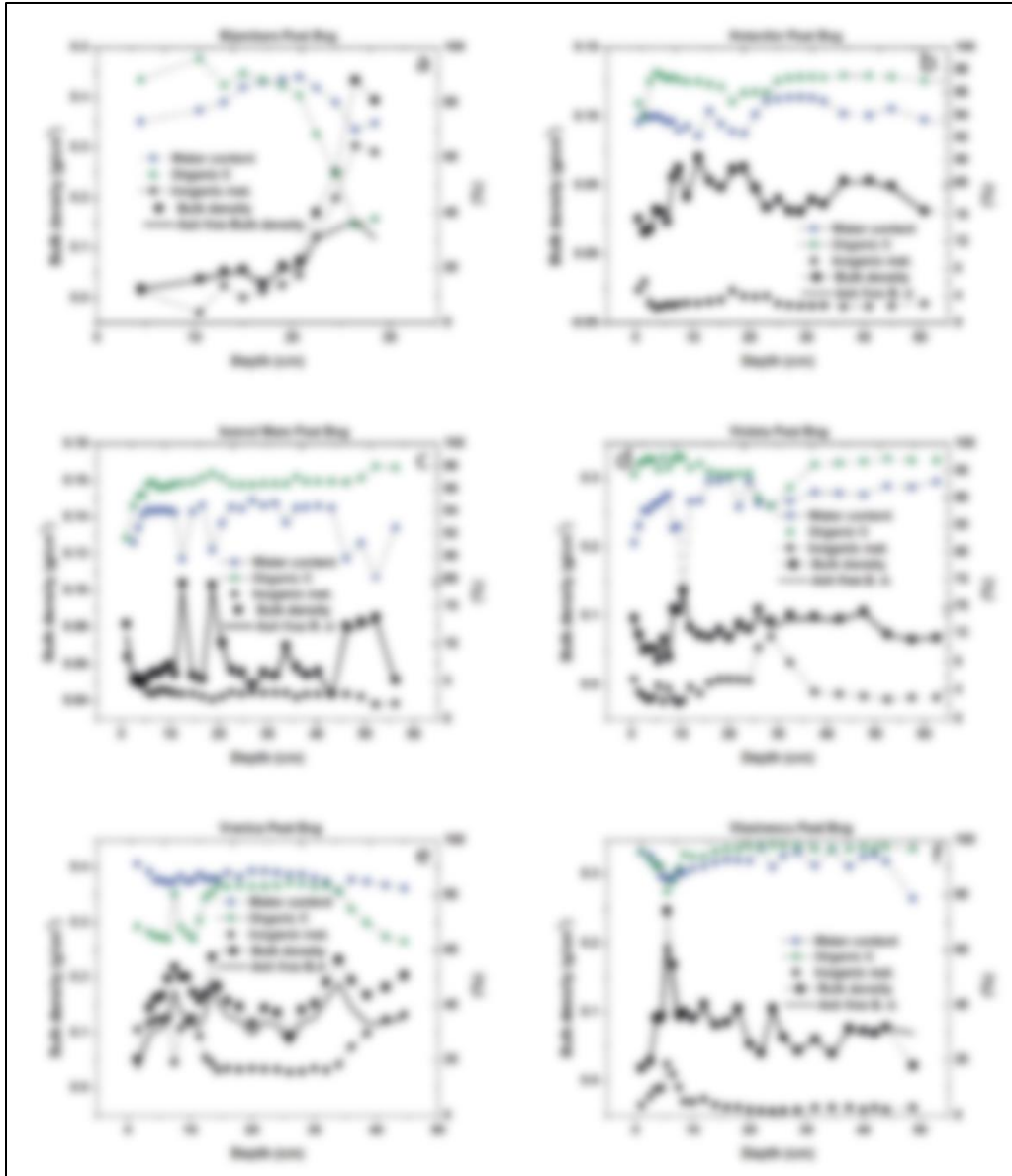
### **3. Determinarea parametrilor fizici ai probelor**

O primă activitate a constat în determinarea parametrilor fizici ai probelor prelevate, în vederea obținerii datelor necesare atât pentru construcția cronologiilor de înaltă rezoluție, cât și pentru evaluarea dinamicii și stocurilor de carbon pentru turbăriile investigate.

Astfel, după prepararea probelor prin uscare, cântărire și mărunțire, acestea au fost supuse arderii prin metoda LOI "Loss on Ignition" la o temperatură de 750 °C. Masa materiei anorganice a fost măsurată gravimetric în urma arderii, iar masa organică a fost dedusă din diferența între cea anorganică și masa totală a probei.

Densitatea aparentă a probelor a fost determinată utilizând suprafața prelevatorului și înălțimea stratului de turbă pentru a calcula volumul. Densitatea aparentă "fără cenușă" a fost, de asemenea, determinată utilizând doar masa materiei organice pentru calcul. Conținutul de apă a fost derivat din diferența între masa probei înainte și după uscarea în etuvă la 105 °C pentru 48 de ore, iar raportul între materialul organic și carbonul organic a fost determinat cu ajutorul factorului de conversie Van Bemmelen. Se pot observa similarități între parametrii fizici ai probelor investigate, fără diferențe semnificative în valorile obținute. Conținutul de carbon organic, cât și cel de apă au prezentat valori ridicate în toate cazurile, specifice acestui tip de ecosistem.

Rezultatele obținute în urma aplicării acestor metode de analiză pot fi vizualizate în Fig. 3.



**Fig. 3** Parametrii fizici măsurați pentru coloanele de turbă investigate (*conținut de apă, carbon organic, material inorganic, densitate aparentă și densitate aparentă "fără cenușă"*), în raport cu adâncimea

#### 4. Construirea cronologiilor de înaltă rezoluție

Un al doilea obiectiv al etapei I a proiectului constă în realizarea cronologiilor de înaltă rezoluție prin metoda datării cu  $^{210}\text{Pb}$ , în acest sens au fost determinate activitățile radionuclizilor

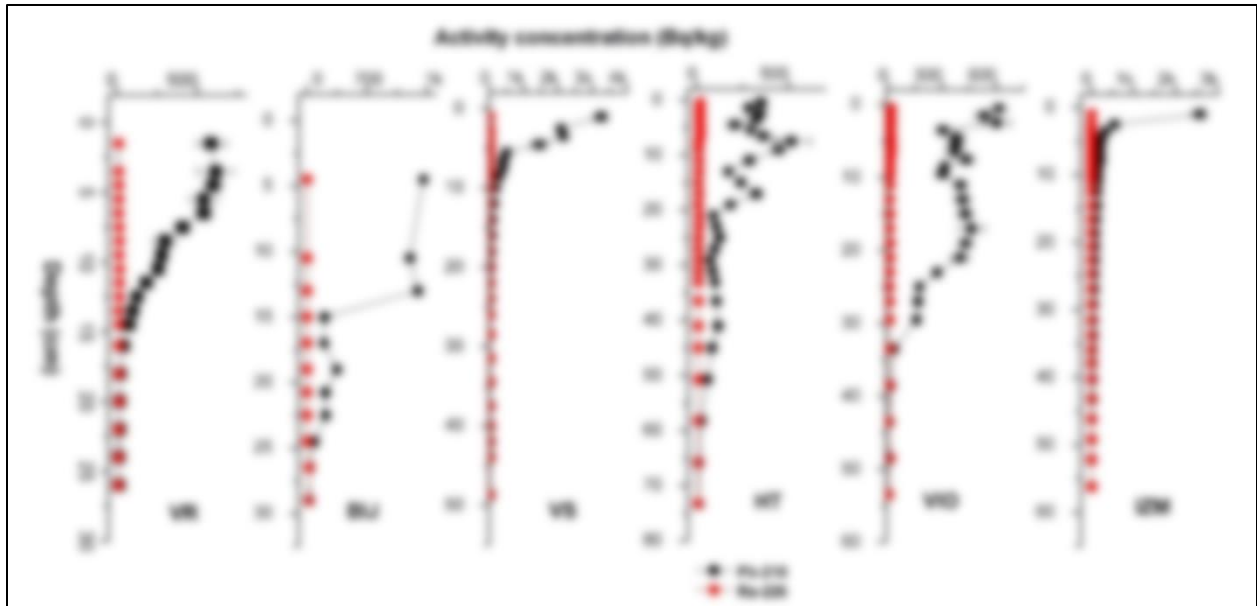


de  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  și  $^{137}\text{Cs}$ , și a fost construit modelul de vârstă cu adâncimea prin metoda Constant Initial Concentration (CIC). Datele obținute în cadrul acestei activități reprezintă fundamentul pentru investigarea la scară temporală a dinamicii carbonului, proceselor de degradare, de acumulare și a variațiilor asociate cu acestea.

Prin stabilirea vârstei straturilor de turbă, perioadele de creștere și de acumulare de carbon pot fi distinse de perioadele de degradare a materialului. În această privință, cronologiile bazate pe modelul de vârstă cu adâncimea prin  $^{210}\text{Pb}$  permit investigarea cu precizie și la o rezoluție temporală înaltă a apariției unor astfel de schimbări și/sau anomalii în acumularea materialului pentru perioada ultimilor 150 de ani.

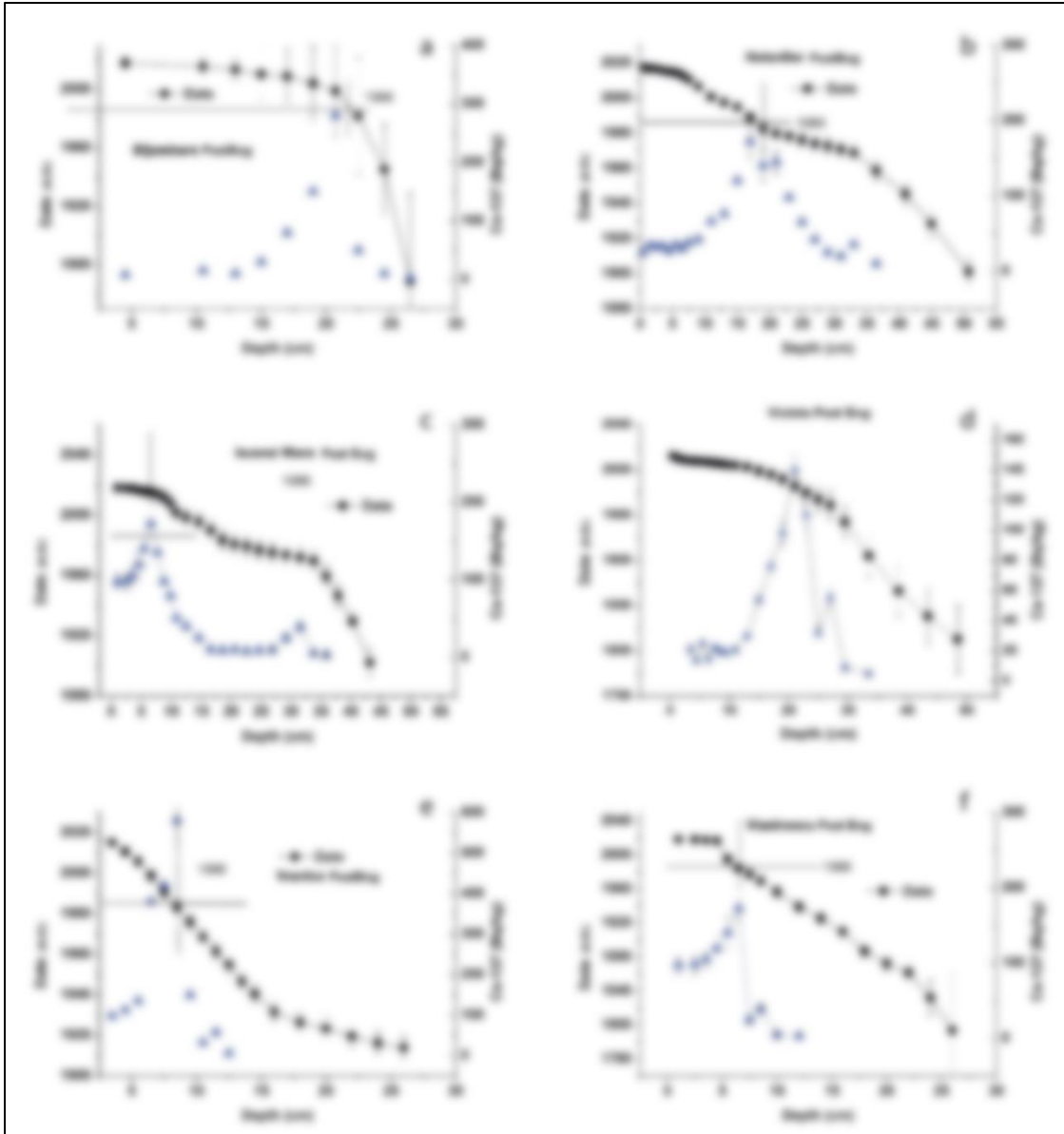
În vederea construirii modelului, a fost aplicată metoda datării cu  $^{210}\text{Pb}$ . Rezoluția adoptată a fost de 1 cm adâncime, iar metoda de preparare a probelor a constat în mărunțirea mecanică a materialului, în urma uscării până la atingerea unei greutate constante. Ulterior preparării probelor, au fost necesare 28 de zile pentru atingerea echilibrului secular între  $^{226}\text{Ra}$  și  $^{222}\text{Rn}$ , ce a permis măsurarea indirectă a radiului din materialul de turbă. Importanța măsurării radionuclidului  $^{226}\text{Ra}$  provine din nevoia de separare a concentrațiilor de  $^{210}\text{Pb}$  provenit atmosferic și cel generat in-situ de către  $^{226}\text{Ra}$  deja existent în turbă, cu care va fi în echilibru. Măsurătorile radionuclizilor de  $^{210}\text{Pb}$  și  $^{226}\text{Ra}$  au fost realizate prin spectrometrie gamma, utilizând un sistem spectrometric HPGe (Germaniu de puritate înaltă) de tip Well (detector ORTEC GWL-120-15 cu o rezoluție de 2,08 keV pentru liniile gamma de 1,33 MeV ale  $^{60}\text{Co}$  și de 1,1 keV pentru liniile gamma de 122 keV ale  $^{57}\text{Co}$ ). Timpul de măsurare a fost de peste 48 de ore, pentru a obține o incertitudine mai mică de 10 % (interval de încredere de 95 %).  $^{137}\text{Cs}$  a fost măsurat simultan și determinat prin linia gamma de 661 keV. Pentru calculul activității, s-a utilizat metoda relativă (comparația cu un standard certificat). S-a folosit aceeași geometrie și matrice atât pentru probe și pentru standardul certificat (IAEA-312; 327; 385). Nu s-a impus necesitatea măsurării probelor prin metode alfa spectrometrice, deoarece concentrația radionuclizilor a fost peste limitele de detecție ale sistemului spectrometric gamma, iar atenuarea în probă a fost redusă pentru materialul investigat.

Rezultatele privind valorile activităților măsurate de  $^{210}\text{Pb}$  și  $^{226}\text{Ra}$  în raport cu adâncimea straturilor de turbă pot fi observate în Fig. 4. De asemenea, în urma aplicării modelului de datare cu  $^{210}\text{Pb}$ , s-au obținut vârstele pentru stratele coloanelor de turbă, aplicând modelul CIC (Concentrație Inițială Constantă), cronologiile pot fi observate în Fig. 5.



**Fig. 4** Concentrațiile activităților de  $^{210}\text{Pb}$  și  $^{226}\text{Ra}$  în raport cu adâncimea stratelor de turbă

Pentru validarea rezultatelor obținute, s-au utilizat măsurătorile radionuclidului  $^{137}\text{Cs}$ , ca și indicator alternativ ai vârstei, prin identificarea concentrațiilor maxime în coloană, ce corespund anului 1986 (explozia centralei nucleare de la Cernobîl), respectiv anilor 1950 (testele nucleare). Utilizarea  $^{137}\text{Cs}$  este posibilă datorită mobilității post-depoziționale reduse a radionuclidului, ce oferă o precizie ridicată și o corelație bună între adâncime și vârstă. După cum se observă în Fig. 5, atât modelul de datare cât și concentrațiile maxime ale  $^{137}\text{Cs}$  sunt în concordanță și se suprapun aceluiași interval temporal, fapt ce validează corectitudinea datelor și consolidează modelul obținut.



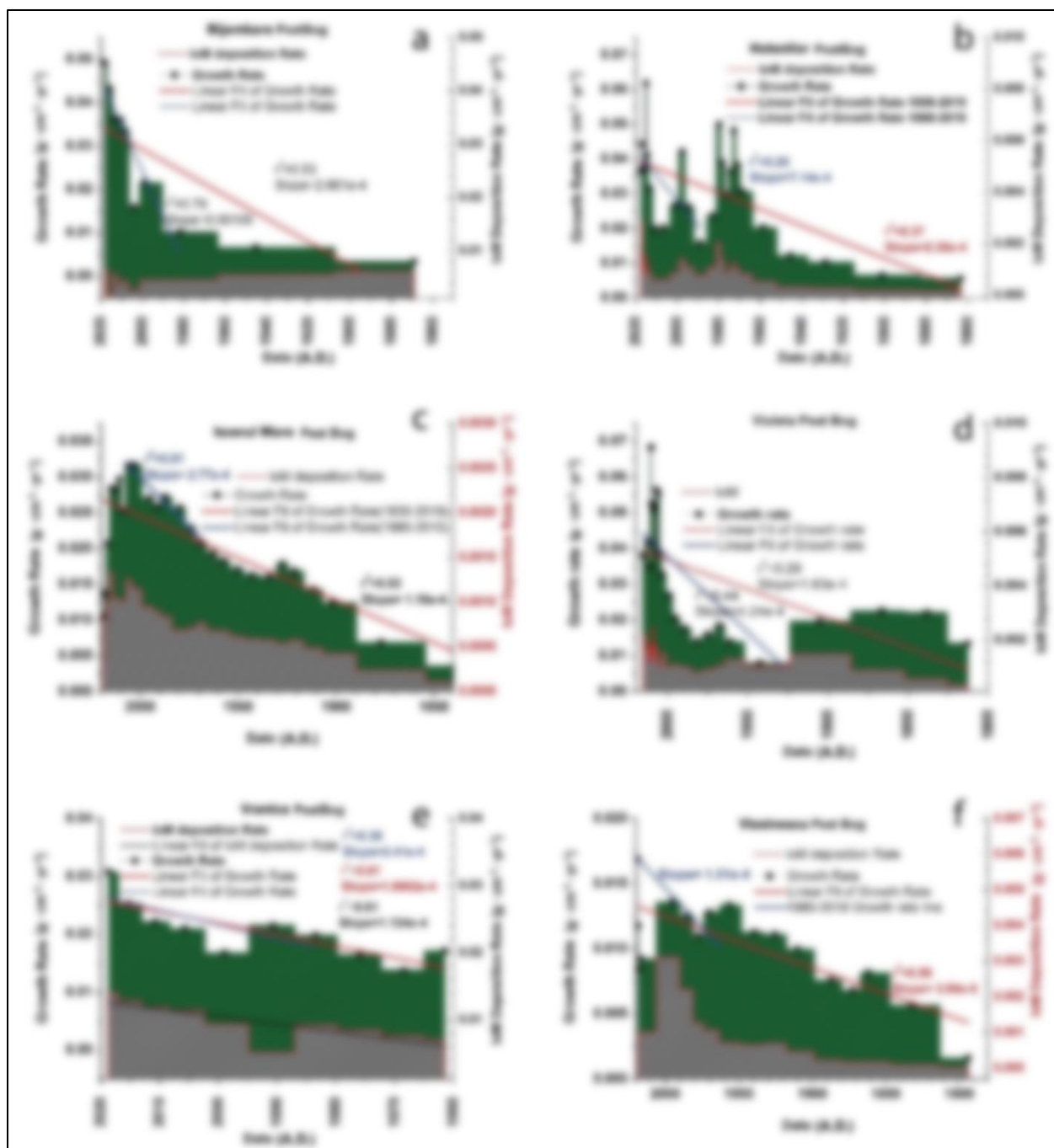
**Fig. 5** Modelul de vârstă cu adâncimea obținut prin datarea cu  $^{210}\text{Pb}$  a coloanelor de turbă, validat de suprapunerea cu indicatorul alternativ al vârstei,  $^{137}\text{Cs}$

## 5. Determinarea parametrilor asociați dinamicii carbonului în ecosistem

Dinamica ratei de acumulare a carbonului în stratele de turbă este un indicator important al stării trecute și prezente a acestor ecosisteme, și un prim pas în identificarea anomaliilor la

nivelul proceselor de sechestrare a carbonului. Prin identificarea fluctuațiilor acestor parametri, pot fi determinate perioade de creștere și degradare a turbei, ce pot fi asociate ulterior cu evenimente și/sau condiții climatice specifice, locale sau regionale, și plasate pe o scară temporală. Stocurile de carbon acumulate în perioada ultimilor 150 de ani, cât și echivalentul CO<sub>2</sub> al acestora, demonstrează importanța și magnitudinea acestor ecosisteme în circuitul global al carbonului. Această evaluare a evoluției turbăriilor reprezintă ultimul obiectiv ce încheie etapa I a prezentului proiect.

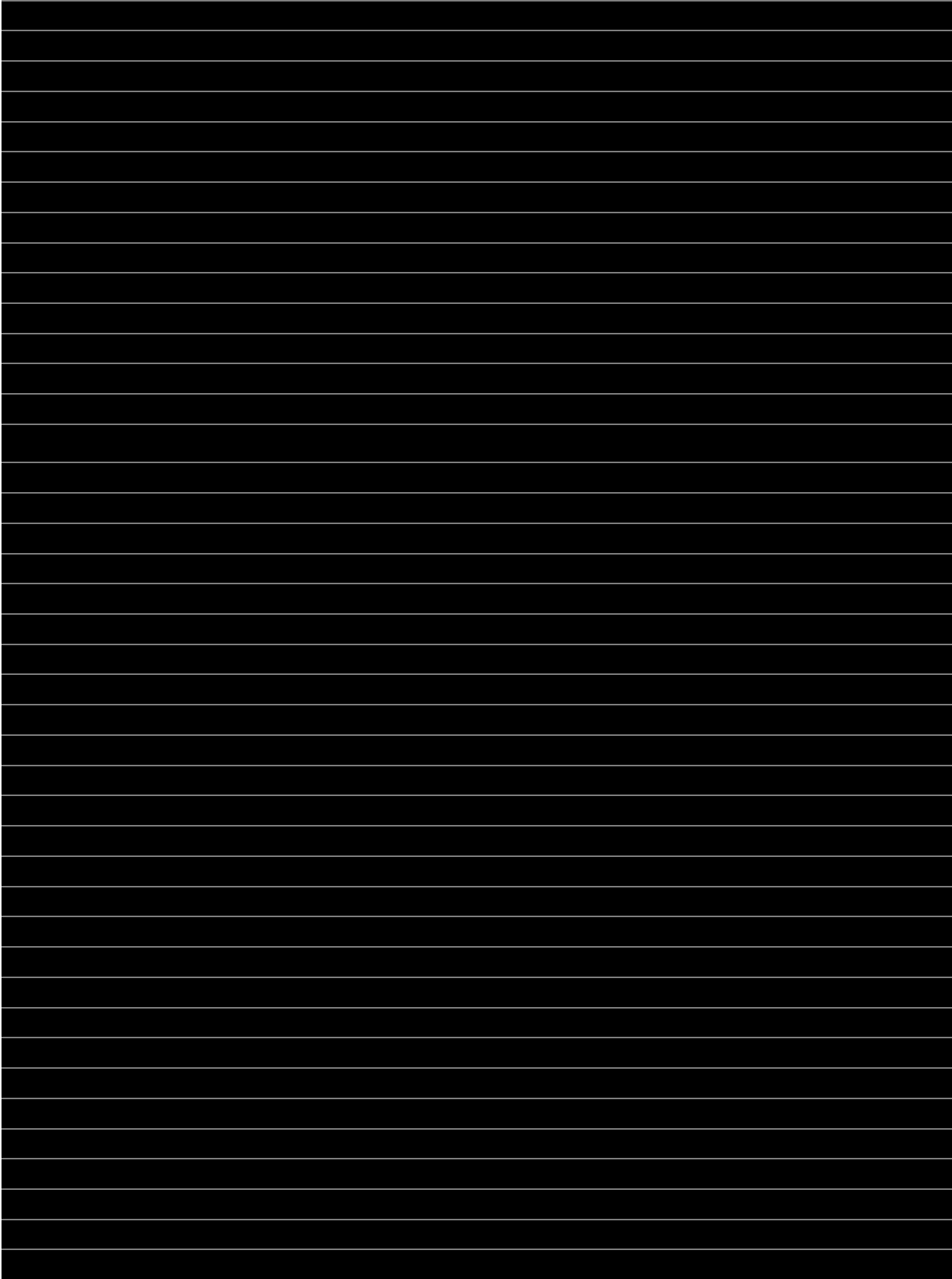
În urma construirii modelelor de vârstă a stratelor de turbă, și a determinării conținutului de materie organică și anorganică, a fost calculată rata anuală de creștere a materialului în turbă, pe parcursul ultimelor două secole (Fig. 6). Prin trasarea regresiiilor lineare, odată pentru o perioadă mai recentă (ultimii 40-100 ani), cât și pentru toată perioada investigată, observăm o creștere a ratei de acumulare anuală medie pentru primul caz. Acest fapt poate coincide cu o creștere abruptă și a concentrației de dioxid de carbon în atmosferă, specifică aceleiași perioade, care ar putea crea condiții favorabile sechestrării carbonului prin procese de fotosinteză de către vegetația de la suprafața turbăriilor. Frația materiei inorganice este minimă, și reprezintă 1-2% din totalul materialului stratelor de turbă.

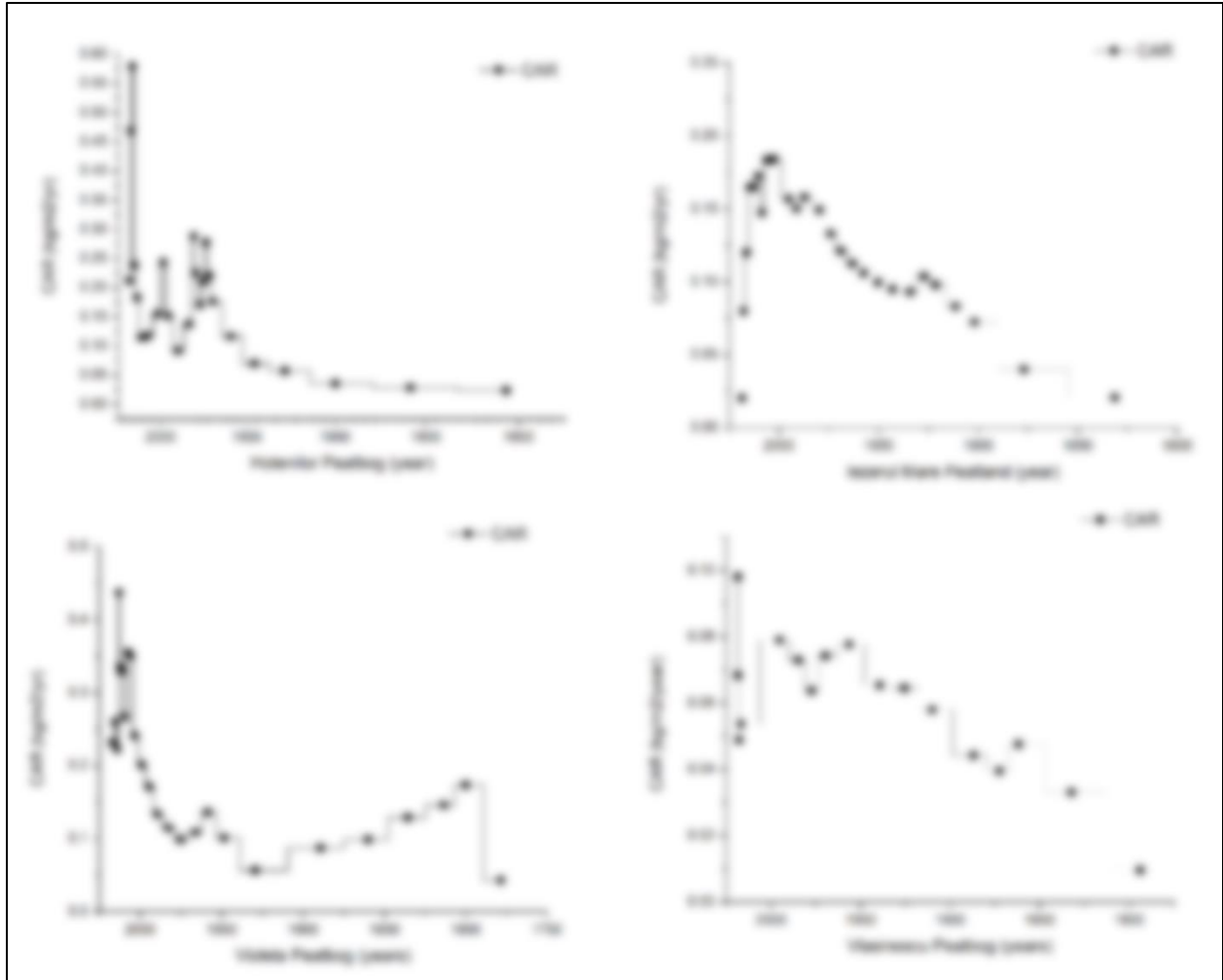


**Fig. 6** Rata de creștere a materiei organice și anorganice (IoM) în turbăriile investigate, pentru perioada ultimilor 150 de ani.

Deoarece turba se dezvoltă în cea mai mare proporție prin sechestrarea dioxidului de carbon din atmosferă și integrarea acestuia sub formă solidă, rata de acumulare a carbonului specifică fiecărei turbării poate fi dedusă din rezultatele obținute pentru materia organică. Pentru







**Fig. 7** Rata de acumulare a carbonului în turbăriile investigate, pentru perioada ultimilor aproximativ 150 de ani.

Stocurile de carbon conținute în turbăriile investigate au fost estimate cu ajutorul ratelor de acumulare ale carbonului, suprafeței totale și adâncimii până la care s-a realizat datarea cu  $^{210}\text{Pb}$ , după formula:

$$(2) \text{CSt.} = \sum_{i=0}^n \frac{\text{CAR} \times \alpha \times S}{1000} \text{ (tone/suprafață totală)}$$

Unde:

*CSt.* este stocul de carbon al turbăriei (tone/suprafață totală)

*CAR* este rata de acumulare a carbonului (kg/m<sup>2</sup>/an)

$\alpha$  – numărul de ani ce corespunde *CAR*

*S* – suprafața totală a turbăriei (m<sup>2</sup>)



Echivalentul CO<sub>2</sub> atmosferic pentru stocurile de carbon a fost estimat cu ajutorul unui factor de conversie de 3.66. Rezultatele obținute pot fi vizualizate în Tabelul 2.

**Tabelul 2** Stocurile de carbon și echivalentul CO<sub>2</sub>, calculate pentru întreaga suprafață a turbăriilor investigate pentru perioada ultimelor două secole



## 6. Activități de diseminare a rezultatelor

Rezultatele obținute în această etapă, cât și direcțiile de viitor urmărite de prezentul proiect au fost prezentate în cadrul conferinței ”VIII. Terrestrial Radioisotopes in Environment International Conference on Environmental Protection” (TREICEP) organizată în perioada 4-7 octombrie 2022 în Vonyarcvashegy, Ungaria (website oficial <http://www.treicep.com/>). În cadrul conferinței, rezultatele au fost diseminate prin o prezentare orală intitulată ”<sup>210</sup>Pb chronology applications in retrospective analysis of recent carbon accumulation rates in Romanian peatlands”, iar tematica, obiectivele și activitățile proiectului au fost prezentate prin intermediul unui participări cu poster. Abstractele ambelor prezentări pot fi consultate în cartea de abstracte a conferinței, publicată de ”Social Organization for Radioecological Cleanliness”, DOI 10.18428/TREICEP-2022, ISBN 978-615-81632-2-4.

Rezultatele obținute până în acest punct, și prezentate în cadrul acestui raport, reprezintă fundamentul unui viitor articol științific, ce urmează a fi trimis spre publicare către un jurnal internațional de prestigiu în luna ianuarie a anului 2023.

## 7. Concluzii

Rezultatele științifice obținute până în prezent în cadrul proiectului **PN-III-P1-1.1-TE-2021-0213** aduc informații concrete asupra dinamicii carbonului în ecosistemele studiate, și contribuie la o mai bună înțelegere a inventarului de carbon specific fiecărei turbării investigate, precum și asupra variațiilor ratei de acumulare cu care acesta s-a format pe de-a lungul ultimelor două decenii. Datele prezentate constituie fundamentul prezentului proiect, care permite concretizarea următoarelor etape, precum și îndeplinirea obiectivelor și activităților aferente acestora. Prin măsurarea parametrilor fizici și calcularea carbonului organic, ratei de acumulare a carbonului, stocurilor de carbon, cât și prin stabilirea cronologiilor pentru coloanele de turbă, s-a realizat o primă evaluare a rolului acestor ecosisteme în circuitul global al carbonului. Prezentarea rezultatelor obținute în cadrul conferinței ”*VIII. Terrestrial Radioisotopes in Environment International Conference on Environmental Protection*” (TREICEP) reprezintă o primă activitate de diseminare, ce va fi urmată de trimiterea spre publicare a primului articol științific.

Activitățile aferente etapei I a proiectului **PN-III-P1-1.1-TE-2021-0213**, anume: colectarea probelor de turbă; măsurarea radionuclizilor  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  și  $^{137}\text{Cs}$ ; precum și obținerea modelelor de vârstă cu adâncimea, au fost pe deplin realizate, rezultatele fiind diseminate și urmând a fi valorificate științific.

AVIZAT Director proiect,

Conf. Dr. CS I. Robert-Csaba Begy