

Contractor : INCD în domeniul Geologiei, Geofizicii, Geochimiei și
Teledetecției - Institutul Geologic al României IGR
Cod fiscal : RO1581793

RAPORT FINAL DE ACTIVITATE privind desfășurarea programului-nucleu Geologie pentru Societate, GEOSOC, PN18 47

Durata programului: 2018

Data începerii: martie 2018

Data finalizării: decembrie 2018

- 1. Scopul programului:** Susținerea activității de cercetare din cadrul Institutului Geologic al României, menținerea specializărilor de bază în cadrul IGR, creșterea nivelului de cunoaștere a geologiei teritoriului României pentru asigurarea unei fundamentări științifice a deciziilor la nivel național sau local; creșterea capacității institutului de a participa în proiecte de cercetare naționale și internaționale; creșterea vizibilității institutului; punerea în valoare a capacităților analitice existente în institut; facilitarea acțiunilor de diseminare a rezultatelor cercetării; susținerea obligațiilor internaționale ale IGR; transferul de cunoștințe între generații, prin implicarea tinerilor cercetători în realizarea unor studii împreună cu cercetătorii experimentați și prin antrenarea lor în conducerea activităților de cercetare.
- 2. Modul de derulare al programului:** Programul a fost structurat pe cinci obiective generale și anume: (1) *Hărți geotematice naționale* (PN 18 47 01), (2) Studii privind resursele minerale ale României (PN 18 47 02), (3) *Mediu-Geohazard* (PN 18 47 03), (4) Cercetări multidisciplinare (PN18 47 04 și (5) Informatizarea datelor geologice (PN 18 47 05, fiecare obiectiv realizându-se prin mai multe proiecte. Dintre acestea, au fost finanțate numai patru proiecte:
PN18 47 01 01 - Contribuții la Harta geologică a României la scara 1:50.000, cartare geologică, vectorizarea hărților parțiale și tipărirea hărților definitive;
PN18 47 02 01 - Metalogenia ariilor carpatice din Romania: modele metalogenetice si potential metalogen;
PN18 47 02 02 - Studii geochimice și radiometrice pentru îmbunătățirea prognozei privind potențialul de lantanide și elemente radioactive în perimetrele vechi considerate epuizate în contextul actualei strategii europene privind materiile prime critice;
PN18 47 03 01 - Geomagnetism și metode geofizice conexe pentru atingerea standardelor europene de securitate a traficului aerian și maritim și deservirea societății.

2.1. Descrierea activităților (utilizând și informațiile din rapoartele anuale)

PN 18 47 01 01. Contribuții la Harta geologică a României la scara 1:50 000: cartare geologică, vectorizarea hărților parțiale și publicarea hărților definitive

Faza I. Publicare hărți I.

În cadrul fazei I s-au pregătit pentru tipar și au fost tipărite 5 foi din Harta geologică a României la scara 1: 50 000:

1. Foaia Meziad (L-34-45-D), ediția a II-a. Autori: Bordea S., Bordea J., Marinescu F., Ștefănescu M., Ionescu G., Popescu A. Cod ISBN 978-606-94601-2-2;
2. Tureni (Cheile Turzii) (L-34-60-A), din nord-vestul Munților Apuseni. Autori: Rusu A., Lupu M., Nicolae I., Pană D., Popescu G., Szasz L., Tatu M. Cod ISBN 978-606-94601-7-7;
3. Foaia Călățele (L-34-47-C), ediția a II-a. Autori: Rusu A., Dimitrescu R., Dimitrescu M., Ștefan A., Boștinescu S., Săbău G. Cod ISBN 978-606-94601-8-4;
4. Foaia Gilău (L-34-47-D). Autori: Andreescu I., Bandrabur T., Țicleanu N.

Cod ISBN 978-606-94601-6-0;

5. Foaia Hațeg (L-34-94-B). Autori: Lupu M., Popescu G., Munteanu T., Pop G., Bindea G., Stelea I., Munteanu E. Cod ISBN 978-606-94601-4-6.

Faza II. Publicare hărți II.

În timpul de lucru alocat fazei II s-au pregătit pentru tipar și s-au tipărit următoarele 5 foi din Harta geologică a României la scara 1: 50 000:

1. Foaia Hărlăgia (L-35-28-C). Autori: Gheuca I., Bandrabur T., Săndulescu M., Bădescu D. Cod ISBN 978-606-94601-1-5;

2. Foaia Brețcu (L-35-65-D). Autori: Săndulescu M., Bădescu D. Cod ISBN 978-606-94601-9-1;

3. Foaia Mânăstirea Cașin (L-35-66-C). Autori: Săndulescu M., Bădescu D., Mărunțeanu M., Băceanu I. Cod ISBN 978-606-94601-5-3;

4. Foaia Nehoiu (L-35-89-D), ediția a II-a. Autori: Ștefănescu M., Popescu I., Melinte M., Ivan V., Ștefănescu M., Papaianopol I., Popescu G., Dumitrică P. Cod ISBN 978-606-94601-0-8;

5. Foaia Zizin (L-35-88-A). Autori: Avram E. Cod ISBN 978-606-94601-3-9.

În paralel cu activitatea de tipărirea hărților menționate, au fost făcute și cercetări de teren, constând în cartare geologică la scara 1:25 000 pentru definitivarea foii Șureanu și actualizarea foii Vârful lui Pătru. Se are în vedere aducerea celor două foi în stadiul de machete electronice definitive. La aceste cercetări de teren a participat și un doctorand membru al echipei proiectului.

Faza III. Vectorizare hărți I.

Activitatea de vectorizare a fost dedicată pregătirii pentru tipar a patru foi de hartă, două din Carpații Orientali (foile Sândominic și Gheorgheni) și două din Platoul Mehedinți (foile Bala și Bâlvănești). De asemenea, sunt în curs de pregătire pentru tipar două foi de hartă din Dobrogea (foile Adamclisi și Băneasa).

În paralel cu activitatea de vectorizare, s-au făcut cartări geologice la scara 1:25.000 pentru foile Șureanu și Vârful lui Pătru, ambele din zona central-sudică a Masivului Sebeș-Cibin (Carpații Meridionali). Punctele de observație acoperă 75% din foaia Șureanu și 70% din foaia Vârful lui Pătru, structura geologică regională a teritoriului aferent celor două foi fiind relevantă și corelată în ansamblu. Majoritatea datelor geologice de teren au fost raportate pe baza topografică 1:25.000 și urmează a fi transferate pe machetele preliminare. Rocile cu dezvoltare areală pe teritoriul celor două foi aparțin complexului metamorfic de la partea superioară a Cristalinului Getic, fiind reprezentate prin micașturi, situate la partea superioară a complexului, și gnaise cuarțo-feldspatice, situate la partea sa inferioară. Pe limita dintre cele două formațiuni metamorfice apar și tipuri petrografice de tranziție, micașturi feldspatizate sau gnaise relativ bogate în mice, de regulă biotit.

Faza IV. Hărți în lucru I, vectorizare II.

Principalele activități desfășurate în timpul fazei IV au constat în cartări geologice la scara 1:25000 în perimetrul hărților aflate în lucru (foile Șureanu și Vârful lui Pătru) și vectorizarea corecturilor și a anexelor grafice la hărțile în pregătire pentru tipar. Totodată, s-a efectuat și examenul microscopic al probelor petrografice prelevate în faza anterioară a proiectului.

Cartările geologice relevă faptul că gnaisele cuarțo-feldspatice cu magnetit reprezintă un subtip petrografic cu dezvoltare areală mare. Ocurențe noi de magnetit au fost identificate în bazinele văilor Grădiștea, Taia și Frumoasa, în șaua dintre Vârful Aușelu și Vârful Clăbucet și pe Culmea Balele. La scară macroscopică, magnetitul apare de regulă dispersat în masa rocii, sub formă de cristale milimetrice, sau în segregatii pegmatitice, când se dezvoltă în cristale centimetrice. Foarte rar, magnetitul se concentrează pe foliația rocii sub formă de șlire subțiri. Pe Culmea Balele au fost întâlnite șlire groase (1,2 cm) de magnetit asociat cu hematit desprinse din roca gazdă. Activitatea de vectorizare a avut ca obiectiv finalizarea a zece foi de hartă, patru din Carpații Orientali (Sândominic, Putna, Tulgheș și Brateș), cinci din Dobrogea (Adamclisi, Băneasa, Cataloi, Cernavodă și Ostrov) și una din Banat (Surduc).

Faza V. Hărți în lucru II, vectorizare III

În cursul fazei V a proiectului, activitatea de vectorizare a urmărit pregătirea pentru tipar a hărților aflate în stadii avansate de redactare și corectura finală a drafturilor pentru cinci foi din Harta geologică a României la scara 1:50 000. Hărțile tipărite în faza V sunt următoarele:

1. Foaia Putna (L-35-4-A). Autori: Micu M.. ISBN 978-606-94669-6-4;

2. Foaia Adamclisi (L-35-140-D). Autori: Avram E., Andreescu I., Bombiță G., Szasz L., Drăgănescu A., Pop G., Ghenea C., Baltres A.. ISBN 978-606-94669-0-2;

3. Foaia Băneasa (L-35-140-A, L-35-140-C). Autori: Avram E., Andreescu I., Munteanu E., Platon R., Stoian I., Baltres A. ISBN 978-606-94669-1-9;

4. Foaia Cernavodă (L-35-129-C). Autori: Avram E., Andreescu I., Baltres A., Drăgănescu A., Mihăilescu N., E. Munteanu, Szasz L., Seghedi A., Vaida M. ISBN 978-606-94669-4-0;
5. Foaia Ostrov (L-35-139-D). Autori: Avram E., Andreescu I., Baltres A., Mihăilescu N., Munteanu E. ISBN 978-606-94669-5-7.

Activitatea de teren s-a concentrat pe finalizarea cartării geologice la scara 1:25 000 pentru foile de hartă Șureanu și Vârful lui Pătru, prin îndeșirea profilelor existente. În acest moment, gradul de acoperire cu puncte de observații geologice este de ca. 90%, distribuit relativ omogen pe teritoriul celor două foi de hartă (800 kmp). Dintre tipurile petrografice fără dezvoltare areală, prezente în complexul metamorfic superior al Cristalinelor Getic, se evidențiază corpurile de metaperidotite, cu dimensiuni de ordinul zecilor de metri. Șapte corpuri noi au fost identificate în următoarele zone: izvoarele văii Tițianu-Vârful Tițianu, stâna Grușoara Mare, versantul stâng al văii Groșoarei, Dl. Comărnicești și șaua dintre Dl. Negru și Dl. Comanului.

Faza VI. Publicare hărți III

În cursul fazei VI a proiectului, activitatea de vectorizare a vizat pregătirea pentru tipar a hărților aflate în stadii avansate de redactare și corectura finală a drafturilor pentru șapte foi din Harta geologică a României la scara 1:50 000. Hărțile tipărite în această fază sunt următoarele:

1. Foaia Brateș (L-35-41-C). Autori: Săndulescu M., Bădescu D., Constantin P. ISBN 978-606-94-669-2-6;
2. Foaia Tulgheș (L-35-40-B). Autori: Săndulescu M., Mureșan M., Mureșan G., Russo-Săndulescu D., Alexandrescu G. ISBN 978-606-94669-9-5;
3. Foaia Sândominic (L-35-52-B). Autori: Săndulescu M., Mureșan M., Mureșan G., Bandrabur T. ISBN 978-606-94669-7-1;
4. Foaia Surduc (L-34-104-A). Autori: Iancu V., Russo-Săndulescu D., Rogge-Țăranu E., Ghenea C., Olteanu R., Mihăilă N. ISBN 978-606-94669-8-8;
5. Foaia Cataloi (L-35-106-C), ed. I. Autori: Mirăuță E., Ghenea C., Ghenea A., Mantea G., Baltres A., Seghedi A., Seghedi I., Szakacs A. ISBN 978-606-94669-3-3;
6. Foaia Novaci (L-34-108-A). Autori: Savu H., Hann H.P., Marinescu F. ISBN 978-606-94718-7-6;
7. Foaia Cataloi + Somova (L-35-106-C + A), ed. a II-a. Autori: Baltres A., Mirăuță E., Panin N., Ghenea C., Ghenea A. ISBN 978-606-94718-0-7.

În total, în cadrul proiectului s-au publicat 22 de hărți geologice la scara 1:50 000.

În această fază, a fost vectorizată macheta la ediția a doua a foii Borsec și au fost finalizate și cartările geologice la scara 1:25 000 pentru foile Șureanu și Vârful lui Pătru. Gradul de acoperire cu observații geologice a teritoriului celor două foi de hartă este suficient de mare (ca. 95%) ca să permită interpretarea datelor și vectorizarea machetelor definitive. La lucrările de teren a participat și un doctorand membru al echipei proiectului.

PN18 47 02 01 - Metalogenia ariilor carpatice din Romania: modele metalogenetice si potential metalogen

Proiectul a demarat cu o activitate de documentare asupra evoluției cunoașterii în domeniul de studiu al proiectului, atât pe plan intern cât și pe plan internațional. O atenție deosebită li s-a dat metodelor utilizate în studiul ocurențelor de mineralizații și a zăcămintelor de minereuri, respectiv a rocilor în care acestea cantonate (microscopie optică și electronică, studii geochemice, studii izotopice, studiul incluziunilor fluide și de topituri din minerale, metode geofizice, etc.).

Pe parcursul documentării efectuate, s-a demarat și procesul de sistematizare a informațiilor adunate și de structurare a datelor în vederea realizării unei baze de plecare pentru elaborarea unor lucrări cu care să se participe la manifestări științifice.

S-a trecut apoi la selectarea ariilor de interes pentru activitățile de teren, activitate urmată de efectuarea de deplasări interne pentru efectuarea de observații și măsurători în teren și prelevări de probe de roci și minerale..

Activitățile de teren au fost urmate de activități de laborator. Probele prelevate au fost triate și pregătite pentru a fi studiate microscopic și supuse analizelor fizico-chimice de laborator.

Pe parcursul acestui proiect au fost efectuate studii mineralogice, petrologice, geochimice, studiul incluziunilor fluide și de topituri din minerale. Datele obținute pe parcursul derulării proiectului au fost interpretate, integrate și sintetizate.

Ca rezultat al cercetărilor efectuate au fost obținute date privind: mineralogia și petrologia rocilor gazdă a mineralizațiilor, procesele de mineralizare și caracteristicile asociațiilor de minerale, relațiile dintre mineralizații și mineralele de gangă etc. De asemenea, au fost obținute date privitoare la conținuturile unor zăcăminte în elemente majore și minore, respectiv în minerale și elemente critice și s-au efectuat estimări asupra potențialului metalogen al arealelor studiate.

Acest proiect a constituit suportul participării responsabilului de proiect la întrunirea din Budapesta (Ungaria) a Mineral Resources Expert Group of Geological Surveys of Europe – EuroGeoSurveys. Multe dintre subiectele abordate au fost legate de proiectele europene de cercetare (în principal din Programul Orizont 2020) din domeniul resurselor minerale primare și secundare. În cadrul reuniunii au avut loc discuții și au fost luate decizii privind viitoarele programe și proiecte de cercetare în domeniul amintit și modul în care Serviciile Geologice din Europa se pot implica în aceste proiecte.

Este de menționat că unul din obiectivele proiectului nostru a fost acela de a susține participarea și a constitui suportul pentru implicarea specialiștilor din Institutul Geologic al României în proiecte de cercetare la nivel internațional. În acest sens, subliniem faptul că proiectul a constituit și suportul participării la un proiect de colaborare științifică internațională, proiect în care sunt implicați specialiști din institute de cercetare și universități.

Datele de cercetare obținute pe parcursul derulării acestui proiect au constituit baza realizării unor lucrări cu care s-a participat la manifestări științifice. Astfel, diseminarea rezultatelor cercetărilor a fost efectuată prin:

- a) Prezentarea unei lucrări științifice la al 11-lea Simpozion Internațional de Geologie Economică (SGER 2018) desfășurat sub titulatura „Resurse Minerale în secolul al XXI-lea” (septembrie 2018, Iași; România) și publicarea articolului în „Romanian Journal of Mineral Deposits”; ISSN 1220-5648;
- b) Participarea cu două lucrări științifice la al XXI International Congress of Carpathian Balkan Geological Association – CBGA 2018) (septembrie 2018; Salzburg; Austria). Rezumatele au fost publicate în vol. „Advances of Geology in southeast European mountain belts”; Editors: Neubauer F., Brendel U. & Friedl G.; Geologica Balcanica; ISBN 978-954-90223-7-7 (print); ; ISBN 978-954-90223-8-4 (eBook);
- c) Prezentarea unei lucrări în cadrul Simpozionului Științific „Mircea Savul” (octombrie 2018; Iași; România).

PN18 47 02 02 - Studii geochimice și radiometrice pentru îmbunătățirea prognozei privind potențialul de lantanide și elemente radioactive în perimetrele vechi considerate epuizate în contextul actualei strategii europene privind materiile prime critice

Activitățile derulate în decursul anului 2018 au vizat reevaluarea fondului geochimic de lantanide (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Yb, Lu Y) și elemente radioactive asociate (U și Th) în unele perimetre istorice din aria Carpaților Orientali, contribuind astfel la posibilitatea delimitării mai precise a unor arii de prognoză ce pot constitui surse potențiale de elemente utile în concordanță cu caracteristicile geochimice și mineralogice ale principalelor tipuri petrografice asociate.

Principala zonă supusă studiului în cele două faze de execuție a proiectului, a fost Masivul alcalin Ditrău și ariile limitrofe ale acestuia, caracterizate de prezența rocilor metamorfice. Masivul alcalin Ditrău, unic în România prin mărime și varietate petrografică, ocupă partea sudică și sud-vestică a Munților Giurgeului (Carpații Orientali), având o suprafață (incluzând și zonele de contact cu formațiunile adiacente) de aproximativ 225 km².

Masivul are o formă eliptică și o structură concentrică fiind amplasat în apropierea arcului vulcanic Călimani-Gurghiu-Harghita (figura 1).

Masivul alcalin de la Ditrău este considerat intrus în formațiunile metamorfice Precambriene și Cambriene ale părții mediane a Carpaților Orientali, cea mai mare parte aparținând Seriei de Tulgheș, împreună cu care a fost antrenat în tectonica alpină. În ansamblu, masivul alcalin are un aspect de masiv intrusiv prezentând cu șisturile cristaline contacte în general nete, tranșante. Uneori prezintă îndințări complicate, formând o coroană de roci cornificate în jur, cu lățimi de la ordinul metrilor la al sutelor de metri (Jakab, 1998).

Dacă în partea vestică masivul are o limită netă, situația este diferită în partea estică, nord – estică și sudică, unde rocile masivului au înclinări exterioare evidente și în multe zone sunt însoțite de o gamă largă de roci filoniene. În zonele estice, nord-estice și sudice, fenomenele legate de masivul Ditrău pot apare până la distanțe de câțiva kilometri. Elementul tectonic principal, în zona Ditrău este reprezentat de falia majoră cu implicații crustale Sărmaș-Joseni (G8), care traversează bazinul Gheorgheni de la nord la sud, fiind considerată o linie de hotar între zona cristalino-mezozoică în est, respectiv zona vulcanitelor neogene în vest (Pál Molnár, 2010).

Din punct de vedere petrografic, masivul este caracterizat de prezența unei mari varietăți de roci, de lipsa constanței compoziționale, precum și de trecerile graduale de la un tip petrografic la altul.

În cadrul masivului, ce prezintă o structură inelară excentrică rocile bazice tind să se grupeze în vestul masivului, unde se presupune existența, dincolo de limita vestică de aflorare a masivului a unui complex bazic și ultrabazic, care aflurează doar în zona Jolotca.

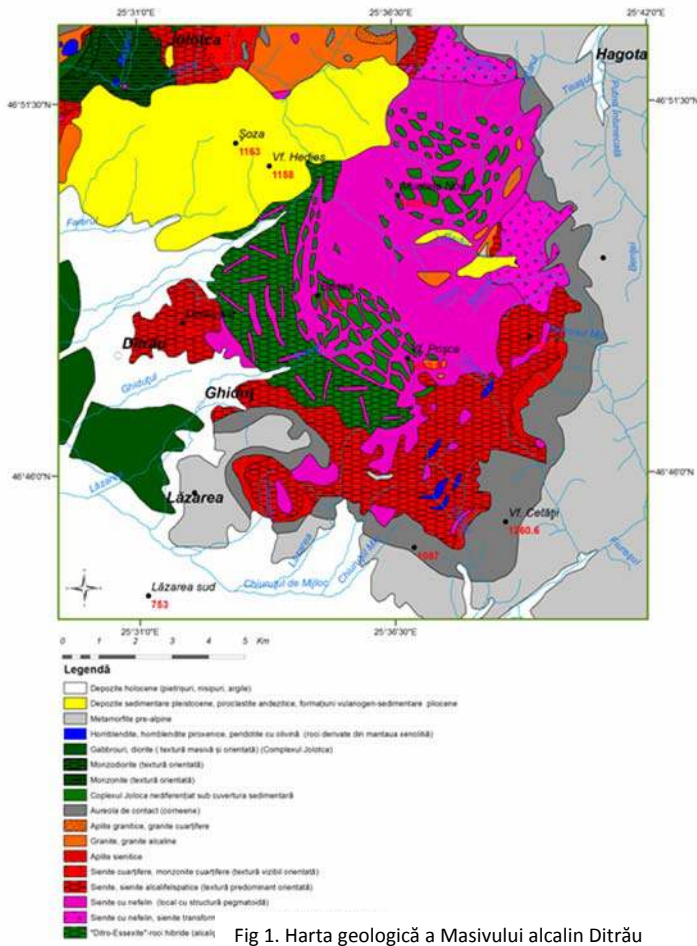
Complexul Jolotca (Anastasiu și Constantinescu, 1981) este alcătuit în principal din hornblendite și diorite care prezintă o impregnație generală cu magnetit. De asemenea, pe lângă rocile bazice în această zonă, datele din foraj au evidențiat corpuri ultimafice mici și discontinuie (peridotite cu kersutite, olivină, piroxeni) și alcali-gabbrouri (Morogan, 2000). Hornblenditele, gabro-hornblenditele și dioritele de la Jolotca sunt considerate faze intruzive timpurii încorporate în sienite și granite mai tinere (Dallmeyer și al., 1997; Morgan și al., 2000). La est de acestea, uneori mergând până la contactele estice ale masivului cu cristalinelul, apare *complexul rocilor metasomatice*, care este posibil să fie format pe fondul șisturilor cristaline vechi, dar afectează în totalitate și rocile bazice și ultrabazice și în parte rocile sienitice (Jakab, 1998). În zona Jolotca, masivul prezintă o structură asimetrică în care alcali-dioritele și alcali-gabbrouriile sunt concentrate în vest, în timp ce în zona estică domină sienitele, sienitele cuarțifere și alcali-granitele cu treceri graduale între ele.

La sud-vest de localitatea Ditrău, în zona central – vestică a masivului, se află o zonă arcuită (aprox. 2 Km pe direcția NV-SE) în care apar roci bazice și ultrabazice (diorite, gabbro-diorite, hornblendite) asociate intim cu sienitele în același fel ca în zona Jolotca, constituind *complexul Ghiduț*. În acest complex există toate trecerile posibile între petrotipurile menționate, evidențiindu-se caracterul hibrid al acestora. Streckeisen (1952, 1954, 1960) folosește termenul de „Ditro Essexite” pentru întreg blocul heterogen mezocratic (zona mixtă gabbro-sienitică) ce constituie complexul Ghiduț. Potrivit autorului, aceste roci sunt diferite de dioritele și gabbrouriile normale datorită chimismului Essexitic și theralitic, *reprezentând alcali-diorite, alcali-gabbrouri* (îmbogățite în alcali, în mod special potasiu). Heterogenitatea petrografică în această zonă este sporită de străpungerile de sienite nefelinice (filoane și dykuri), considerate ca fiind cele mai noi produse magmatice, care iau un aspect de complex breccios, fiind însoțite de transformări metasomatice ale rocilor bazice și ultrabazice (complexul Ghiduț), transformări ce apar ca efecte ale unor reacții dintre produsele mai vechi deja consolidate și ascensiunile magmatice ulterioare (Kräutner și Bindea, 1998).

Sienitele nefelinice ocupă suprafețe importante în jumătatea estică a masivului, în zona centrală și spre cea exterioară nord-estică.

În zona marginal estică, nord-estică și sud-vestică, în parte fără să prezinte o continuitate perfectă, apar sienitele transformate (biotitizate, muscovitizate ± liebeneritizate), în general roșii, cu caracter magmatic, care nu ajung la suprafața actuală de eroziune în toate zonele și care sunt înconjurate de o coroană de roci hibride cu caracter monzonitic sau granitic (Jakab, 1998). De asemenea, sienitele și granitele aplitice se dezvoltă aproape continuu la rama masivului. La contactul cu rocile metamorfice, fiind localizat în totalitate în epimetamorfitele Seriei de Tulgheș, masivul formează o coroană de roci cornificate, cornificările fiind mai intense în zonele estice, nord-estice și sud-estice și slabe în celelalte zone. În marea majoritate a acestor roci se resimte influența retromorfismului atât de natură tectonică cât și de natură hidrotermală.

În zonele adiacente masivului apar influențe ale acestuia care constau în feldspatizări, biotitzări, muscovitizări sau depuneri de mineralizații. Se remarcă zona nord-estică a masivului (N-NE de obârșia văii Belcina și văii Ditrău) - zona sienitelor (roșii) cataclazate și hidrotermalizate; zona estică (est de Muntele Hereb) unde apar filoane de microsienite mineralizate (depuneri de fluorină și molibdenit), localizate atât în corneene cât și în



formațiunile cristaline (Balea, 1998). Fenomenul cel mai des întâlnit și cel mai caracteristic este biotitizarea rocilor cristaline.

Aureola de contact termic este caracterizată de prezența mineralelor tipomorfe (andaluzit, cordierit, corindon, grosular, wollastonit, spinel, etc.) (Anastasiu și Constantinescu, 1979, 1982; Jakab, 1998).

Din punct de vedere petrografic, seria epimetamorfică de Tulgheș este alcătuită din șisturi de diverse compoziții (cloritoase, sercitoase, grafitoase) cu treceri multiple între acestea sau varietăți. Pe lângă acestea, apar metatufuri și metatufite bazice sau acide, roci porfiroide, tip Mîndra. Pe toată aria masivului, toate aceste roci sunt secționare de intruziuni filoaniene târzii cu o varietate compozițională largă, incluzând tinguaite, fonolite, sienite cu nefelin, microsienite, apлите, și lamprofire târzii. Filoanele depășesc, rar, un metru în lungime și au orientări multiple (Morgan și al., 2000).

Părți ale masivului sunt acoperite de: i) formațiuni piroclastice andezitice aparținînd vulcanismului neogen, localizate în zona contactului vestic și nord vestic al masivului, dar și sub formă de intruziuni bazalto-andezitice de dimensiuni mici chiar în interiorul masivului; ii) depozite lacustre purtătoare de lignit (Pliocen-Pleistocen) (Rădulescu și al. 1973); iii) depozite sedimentare holocene (pietrișuri, nisipuri, argile);

Mediile de probare cartate geochimic au fost rocile, solurile și sedimentele de râu. Probarea s-a făcut în armonie cu caracteristicile petrografice ale masivului - prezența unei mari varietăți de roci, lipsa constanței compoziționale, precum și trecerile graduale de la un tip petrografic la altul. Colectarea probelor de rocă și sediment s-a făcut, în cea mai mare parte, în punctele de recoltare a probei de sol (figura 2). În cazurile în care, în punct, nu exista rocă în afloriment, recoltarea s-a făcut aleatoriu, locul de probare fiind ales în vecinătatea punctului de probare, astfel încît să fie cât mai reprezentativ pentru formațiunile geologice care apar în zonă. Recoltarea probelor de rocă a fost necesară atît pentru identificarea, ulterioară, cât mai corectă a tipurilor de roci în vederea corelării cu tipurile de sol pe care le dezvoltă, dar și pentru analiza unor eșantioane de rocă (secțiuni subțiri, șlifuri) din zonele cu aureole geochimice secundare marcante, în vederea identificării surselor geogene de lantanide, uraniu și thoriu.

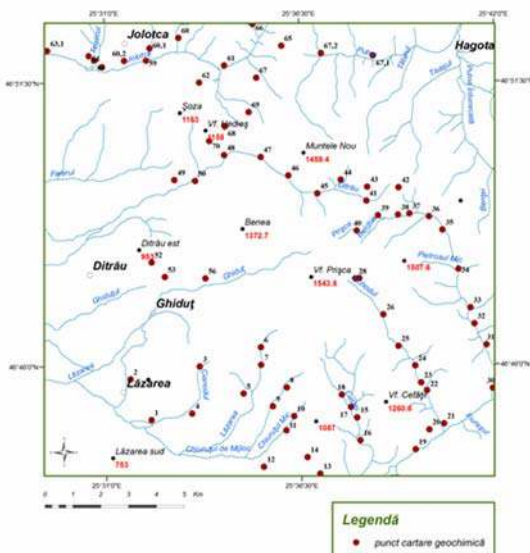
Pentru a obține unele date informative asupra gradului de radioactivitate a rocilor din Masivul Ditrău, în punctele de probare au fost executate măsurători ale debitului de doză gamma ($\mu\text{Sv/h}$). Debitul de doză gamma este o mărime operațională caracteristică fluxului gamma natural.

În laborator, probele de sol au fost uscate inițial la temperatura camerei, ulterior în etuvă la o temperatură de 100 – 1050C, mojarate și apoi sitate pentru obținerea fracțiilor de 2 mm și respectiv, 0.063 mm. Probele de rocă au fost examinate macroscopic pe baza proprietăților fizice (culoare, duritate, mod de prezentare) în scopul identificării cât mai corecte a tipului de rocă, iar din unele eșantioane, reprezentative, au fost realizate secțiuni subțiri și șlifuri.

În vederea stabilirii conținutului de lantanide din probele de sol, din fracția de 0,063 mm s-au efectuat analize chimice cantitative prin metoda fluorescenței de raze X.

Determinarea fazelor minerale din probele de sol și rocă s-a făcut cu ajutorul microscopiei optice și a microscopiei electronice.

Analiza exploratorie statistică și geostatistică a datelor experimentale s-a făcut cu ajutorul software SPSS.17 și ArcMap.10.2. Modelarea distribuției spațiale a concentrațiilor determinate pentru soluri s-a



făcut cu ajutorul funcției "IDW" (Inverse Distance Weighted = Ponderea Distanței Inverse).

Pentru toate lantanidele determinate în această etapă s-au întocmit hărți de distribuție, facilitând astfel evidențierea unor caracteristici geochemice ale lantanidelor prin prisma anomaliilor geochemice.

Geochemia lantanidelor în solurile masivului trebuie privită atât sub raportul gradului de concentrare al acestora în diferitele tipuri de roci parentale și relației lor cu alte elemente rare (U și Th), cât și a capacității lor de migrare în timpul proceselor exogene de formare a solurilor. Prezența mineralizațiilor cantonate în rocile masivului imprimă solurilor particularitățile geochemice individuale în distribuția lantanidelor.

Concentrațiile totale ale lantanidelor Σ REE obținută prin însumarea concentrațiilor individuale ale lantanidelor în solurile masivului Ditrău arată valori ce variază în limite largi: 52.59 – 579.20 μ g/g, iar media sumei lantanidelor în soluri este de 235.76 μ g/g. Aceste concentrații indică pe zona masivului un aport general de lantanide.

Lantanidele ușoare (Σ LREE) reprezentate de La, Ce, Pr, Nd, Eu și Sm prezintă concentrații totale în probele de sol cu valori ce oscilează între 48.29 – 530.4 μ g/g, și o concentrație medie de 215.49 μ g/g. Subgrupa lantanidelor grele (Σ HREE), compusă din elementele Gd, Dy, Tb, Ho, Er, Tm, Yb și Lu este caracterizată de o concentrație totală medie de 20.23 μ g/g, de o valoare minimă de 4.30 μ g/g și un maxim de 53.20 μ g/g. Datele statistice obținute pentru lantanide arată o distribuție lognormală pentru toate elementele analizate.

Analiza valorilor de concentrație a lantanidelor arată îmbogățire excesivă în lantanide ușoare a solurilor masivului și de sărăcire în lantanide grele. Concentrarea preferențială în soluri a lantanidelor ușoare în detrimentul celor grele este exprimată și de variațiile largi (3.7 μ g/g – 28.4 μ g/g) ale raportului lantanide ușoare/grele (LREE/HREE)

În funcție de concentrația medie individuală a lantanidelor, se remarcă următoarea schemă generală de abundență, caracteristică solurilor masivului Ditrău:

Ce > La > Nd > Pr > Sm > Gd > Dy > Yb > Er > Eu > Ho > Tb > Tm > Lu.

În ceea ce privește abundența lantanidelor în cadrul subgroupelor, clasificate în funcție de numărul lor atomic și de masa lor (Henderson, 1984), în solurile investigate, se observă următoarea ordine de abundență a elementelor:

- pentru lantanidele ușoare (LREE): **Ce > La > Nd > Pr > Sm > Eu;**
- pentru lantanidele grele (HREE): **Gd > Dy > Yb > Er > Tb > Ho > Tm > Lu;**

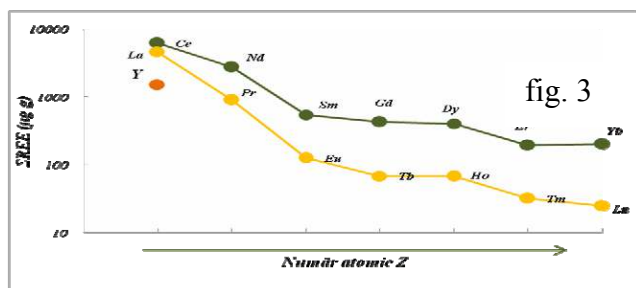
Dacă în cazul lantanidelor ușoare, solurile investigate sunt caracterizate de aceeași relație mutuală între elementele subgroupelor, nu același lucru se poate spune despre relațiile selective între elementele subgroupelor lantanidelor grele, care în unele soluri se schimbă, respectând următoarea schemă: Dy > Gd > Yb > Er > Tm > Tb > Ho > Lu. Această schimbare de comportament a lantanidelor grele poate fi pusă pe seama modului diferit de asociere ale acestora în rocile mamă, dar și pe seama asociațiilor geochemice selective caracteristice mineralizațiilor masivului. Totodată, capacitatea lor de a se complexa mai ușor, imprimată de mobilitatea lor mai mare, comparativ cu cea a lantanidelor ușoare, poate explica comportamentul diferit al lantanidelor grele.

Deși lantanidele formează o grupă coerentă din punct de vedere geochemic, abundența lor în solurile masivului Ditrău variază considerabil observându-se că numai termenii extremi ai seriei lantanidelor se pot concentra foarte mult (Ce, La,) sau pot deveni deficitari (Lu, Yb). În centrul grupei fenomenul de îmbogățire sau sărăcire afectează doar unele elemente și în măsură mai mică (ex. Gd, Dy, Ho).

Din reprezentarea grafică (fig.3) a concentrației totale a lantanidelor (Σ REE) din sol în funcție de numărul atomic Z, (în abscisă sunt trecute perechile de elemente în ordinea crescândă a numerelor atomice) se constată că abundența relativă a elementelor din grupa lantanidelor în solurile masivului urmează cele două reguli generale stabilite de legea Oddo – Harkins. O primă regulă ar fi aceea că abundența lantanidelor scade odată cu creșterea numărului atomic, iar cea de-a doua regulă este confirmată de faptul că lantanidele cu număr atomic impar, sunt mai puțin abundente decât vecinele lor cu număr atomic par.

Comparând graficul de distribuție al lantanidelor realizat pe baza concentrațiilor medii de lantanide pentru solurile masivului Ditrău (fig.4.1.) cu cel obținut pe baza valorilor medii ale lantanidelor în sol, date de Kabata și Pendias (2001) ca valori de referință (fig.4.2.), se remarcă valori medii de conținut aproape duble ale lantanidelor

ușoare, în timp ce valorile lantanidelor grele sunt comparabile cu cele de referință, abundența lantanidelor ușoare în solurile cercetate fiind pusă exclusiv pe seama abundenței lor în rocile parentale, concentrațiile de lantanide din sol fiind, în esență, medii ponderate ale concentrațiilor de lantanide din rocă.



Imaginea spațială a distribuției lantanidelor totale (Σ REE), prezentată în figura 5, indică un aport de lantanide aproape în toate solurile masivului pus pe seama nivelului de concentrare crescut în roca mamă, respectiv a gradului ridicat de acumulare a mineralelor principale și accesorii concentratoare de lantanide.

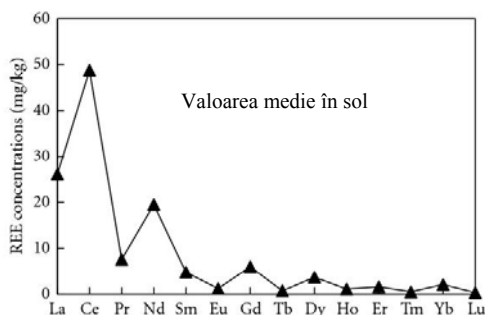


Fig.4.1. Distribuția conținutului mediu de lantanide în sol (Kabata și Pendias, 2001);

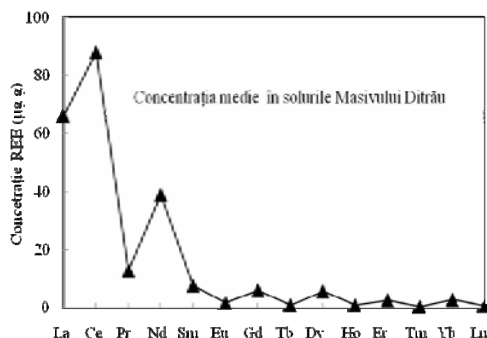


Fig.4.2. Distribuția conținutului mediu de lantanide în solurile masivului Ditrău

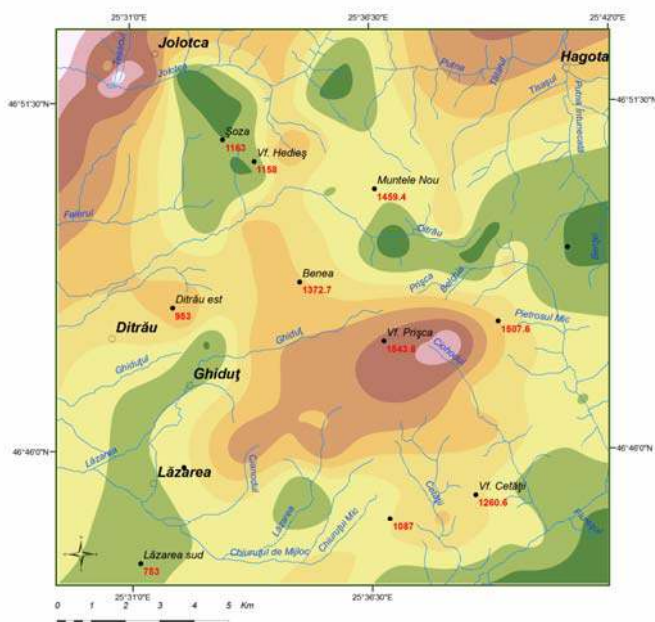
Corelarea imaginilor spațiale ilustrate de hărțile geochimice multielement cu cele reliefate de hărțile monoelement și cu baza geologică a condus la delimitarea unor zone de interes în care s-au individualizat anomalii geochimice de intensități diferite, după cum urmează:

1. Zona nord - vestică a Masivului Ditrău

Aureola geochimică identificată, deși acoperă o arie relativ mică de dezvoltare, marcată prin benzi înguste de intensități diferite, descrie maximele de concentrație a lantanidelor în solurile masivului. Aici au fost evidențiate cele mai mari concentrații de lantanide (513.44 – 570.73 μ g/g), în mod special de lantanide ușoare (466.09 - 518.19 μ g/g), dar și cele mai mari concentrații de lantanide grele (48.68 – 54.19 μ g/g). Anomaliile sunt asociate genetic mineralizațiilor filoniene de Mo+ REE, cantonate în rocile ultrabazice și bazice (peridotite, hornblendite, diorite, etc), care alcătuiesc complexul ditro-hornblenditic Jolotca.

Din analiza microscopică (fig. 6) a unei secțiuni subțiri realizată din umplutura filoniană principală a mineralizației se observă prezența monazitului, care apare sub formă de cristale tabulare sau prismatice, mult alungite, cu tendința de formare a unor agregate cu structură radiară în asociație cu calcitul. Uneori, monazitul apare sub formă de filonașe, deosebindu-se prin culoarea lui brun - roșcată caracteristică.

Hartă Σ REE în solurile Masivului Ditrău



De asemenea, se remarcă prezența allanitului sub formă de cristale tabulare cu pleocroism puternic, asociindu-se cu monazitul, pe care îl substituie uneori. Imaginile microscopice certifică faptul că asociația monazit – allanit – carbonați - pirită, așa cum este descrisă de diverși autori (Ianovici și Ionescu, 1964, 1965, 1969, 1970; Anastasiu, 1981; Jakab, 1998) reprezintă principala parageneză a mineralizațiilor de la Jolotca.

2. Zona central - sud - estică a Masivului Ditrău

Anomaliile prezente în această zonă prezintă un maxim de intensitate în zona vârfului Prișica (izvoarele pâraului Ciohodu) și cu o direcție de propagare NE-SV, cu o intensitate ceva mai mică, delimitând un sector anomal larg, caracterizat de concentrații totale de lantanide ce variază în intervalul 513.44– 169.71 μ g/g, dintre care: lantanidele ușoare au oscilații

între 518.19- 205.63 $\mu\text{g/g}$, cu ponderea cea mai mare (peste 95%) în stabilirea conținutului de lantanide totale, în timp ce lantanidele grele, sunt prezente în concentrații, extrem de scăzute, cu variații între 32.14 – 15.60 $\mu\text{g/g}$. Maximul de intensitate al anomaliilor geochemice din zona Vârfului Prișica este corelabil din punct de vedere petrografic cu prezența sienitelor albe metasomatice ce adăpostesc formațiunile albitice, aceste albitice fiind descrise ca formațiuni îmbogățite în lantanide, U, Th, Zr, Nb. Comparativ cu zona Jolotca, aici se observă natura preponderent cerică a anomaliilor, sugerând faptul că monazitul ar reprezenta principalul mineral concentrator lantanide.



Fig. 6 Imagine microscopică: monazit tabular și prismatic, galenă, pirită, allanit – mineralizația filoniană Jolotca

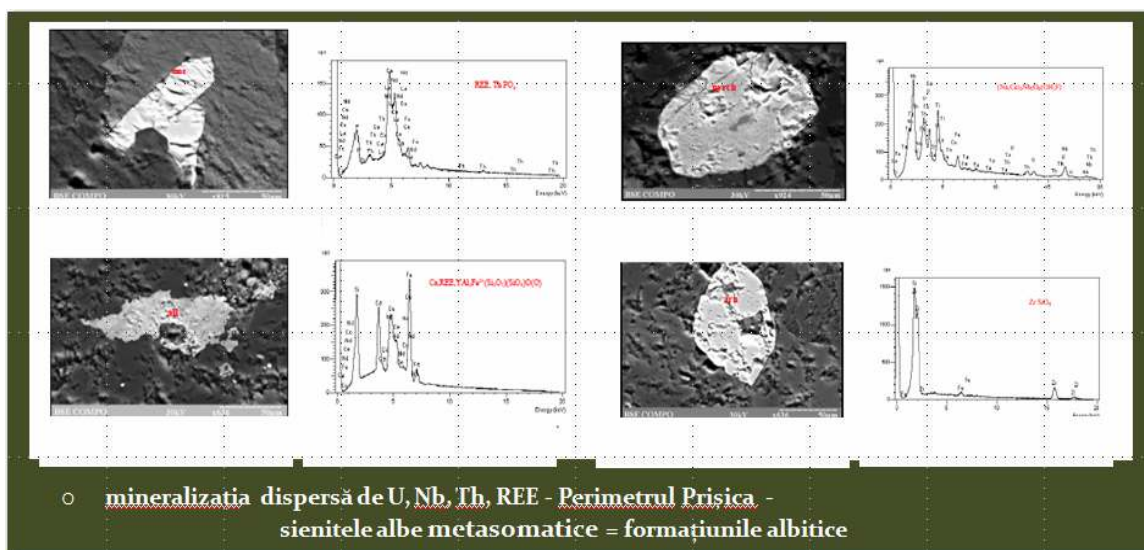


Fig. 7 Imagine la microscopul electronic cu baleiaj a pyroclorului, monazitului și zirconului - sienit alb metasomatic - zona (vf. Prișica)

Analiza chimică elementală semicantitativă prin spectroscopie energodispersivă de raze X (EDS) și analiza morfologiei cu ajutorul microscopiei electronice cu baleiaj (SEM) a unei probe de rocă (sienit alb) prelevată din zona punctelor de probare 27, 28 (Vf. Prișica) a permis identificarea mineralelor sursă, evidențiindu-se abundența monazitului, dar (fig. 7) dar și prezența allanitului, pyroclorului, și zirconului ca minerale accesorii.

Anomaliile geochemice configurate aici sunt înscrise într-un aliniament larg, ce prezintă un maxim în zona vârfului Prișica, corelabil petrografic cu prezența sienitelor albe metasomatice ce adăpostesc albiticele îmbogățite în lantanide, U, Zr, Nb, iar pe măsură ce se urmărește sensul de deplasare al anomaliilor dinspre NE spre SV se observă asocierea treptată a aureolelor geochemice ale lantanidelor din sol cu mineralizațiile disperse de REE, Th, Ta, Nb afiliate sienitelor roșii marginale ± liebenerizate radioactive, dar și cu injecțiile de sienite în corneene, prezente sub formă de filoane însoțite de impregnații de Mo + REE, Th.

Asemeni lantanidelor, analiza gradului și modului de concentrare al elementelor radioactive (U și Th) în solurile din aria masivului s-a făcut în raport cu tipul de rocă parentală. Determinarea cantitativă a uraniului și

thoriului în probele de sol a fost făcută prin două metode: analiza prin spectrometrie de masă cu plasmă cuplată inductiv, respectiv analiza radiometrică prin spectrometrie gamma de fond scăzut cu detector.

Uraniu

Solurile din masivul Ditrău au un conținut mediu de uraniu de 2.9 $\mu\text{g/g}$, iar valorile de concentrație pentru uraniu variază între 0.5 $\mu\text{g/g}$ și 9.3 $\mu\text{g/g}$. Concentrațiile medii de uraniu în solurile masivului sunt vizibil mai mari decât cele raportate ca valori medii globale pentru sol, aproximativ 2.0 mgKg-1 (NCRP, 1984; Kabata și Pendias, 2001; Reiman și al., 2003), precum și față de conținutul mediu caracteristic crustei superioare de în valoare 2.7 mg Kg-1 (Rudnick și Gao, 2004).

Abundența uraniului în solurile masivului depinde în cea mai mare măsură de prezența clastelor asociate rocilor alcaline parentale, limitele largi de variație ale conținutului de uraniu în sol reflectând gradul de concentrare diferențiat al acestuia în rocile parentale (0.2 – 26.5 ppm) (Ion, 2012) încadrat în domeniul de concentrație 3 - 20 mg/Kg, caracteristic rocilor alcaline intruzive din Rusia (De Vivo și al., 1984).

Distribuția spațială a uraniului în solurile masivului Ditrău, ilustrată grafic prin intermediul hărții geochemice (fig.1.) evidențiază concentrarea preferențială a uraniului în zona centrală a masivului, cu o tendință de creștere a conținutului de uraniu în sol de la nord la sud. Morfologia anomaliilor evocă una din caracteristicile geochemice generale ale uraniului, aceea de a avea ocurențe disperse, generate de mobilitatea crescută a acestui element, atât în timpul proceselor endogene cât și a celor exogene.

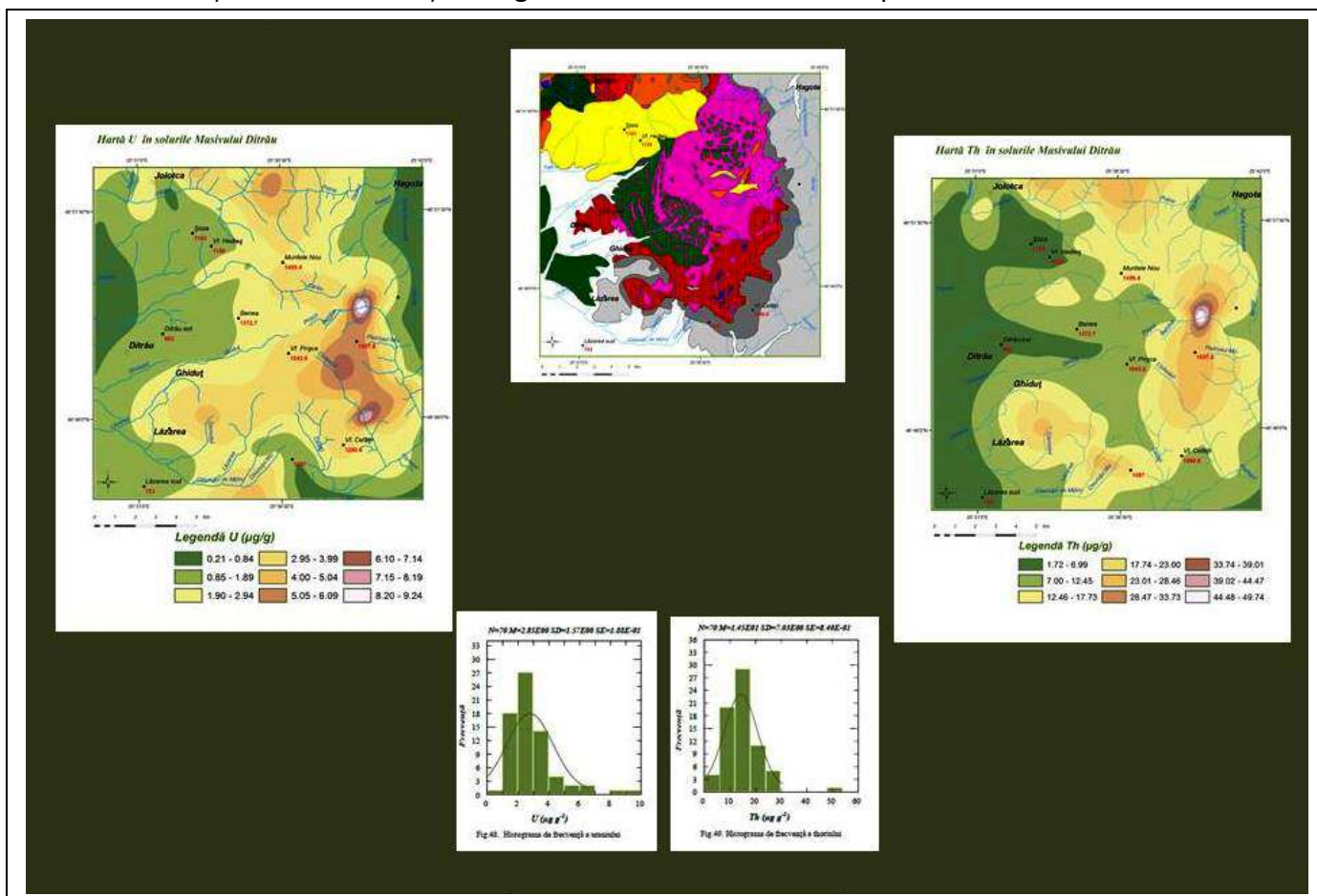
Harta uraniului evidențiază un câmp larg, caracterizat de concentrații cuprinse între 1.8 și 2.9 $\mu\text{g/g}$, care acoperă cea mai mare suprafață din aria masivului, având o dezvoltare longitudinală pe direcția nord-sud. Din corelația distribuției uraniului în sol cu rocile substratului geologic, în cadrul câmpului amintit, se observă că acest domeniu de concentrație acoperă, în totalitate, aria de aflorare a sienitelor și a corneenelor în aria masivului, și parțial, în zona central-sud-estică, anomalia uranică din sol se asociază genetic cu prezența sienitelor cu nefelin în amestec cu rocile relicte (mai mult sau mai puțin transformate) aparținând complexului sienitic (Ditro-essexite cu biotit), dar și cu prezența rocilor mafice și ultramafice constituente ale complexului Ghiduț.

De asemenea, harta semnalează faptul că zona centrală a masivului este preponderent uraniferă și concordă cu aria de aflorare a sienitelor cu nefelin, anomaliile uranice din sol fiind grupate în zona corpului central sienitic al masivului. Se observă tendința de îmbogățire în uraniu spre partea externă estică a masivului. În această zonă sunt înscrise anomaliile de maxim ale uraniului, iar principalul element anomal, reliefat de imaginea distribuției uraniului în sol îl reprezintă perimetrul cuprins între muntele Ciohod - muntele Aurora și muntele Hereb. Morfologic, anomaliile uranice evidențiate, caracterizate de conținuturi ce acoperă domeniul 9.24-5.0 $\mu\text{g/g}$, se prezintă sub forma unui triunghi, cu punctele maxime dispuse în colțurile acestuia. Aici, conținutul de uraniu din sol este corelabil cu cel din rocile mamă. Petrografic, zona reprezintă un nod de interferență al sienitelor, sienitelor cu nefelin, sienitelor albe metasomatice, sienitelor roșii transformate (muscovizate \pm liebenerizate) și al rocilor metamorfice. Apexul anomaliilor uranice exprimat printr-un maxim al conținutului de uraniu de aprox. 9 $\mu\text{g/g}$ este genetic atribuit prezenței sienitelor marginale (sienite roșii \pm liebenerit) mineralizate, înscrise în perimetrul Aurora. Această maxim pentru uraniu se corelează cu maximum pentru thoriu, dar și cu unele anomalii ale lantanidelor, ilustrate de hărțile de distribuție ale acestora. Întreaga zonă se caracterizează printr-un volum mare de roci îmbogățite în lantanide, thoriu și uraniu, niobiu, zirconiu. Asociația caracteristică a mineralizației este REE-Th-Zr-Ti-Nb, iar principalele minerale care concentrează aceste elemente sunt monazitul, allanitul, titanitul, xenotimul, illmenitul care apar dispers în masa sienitelor alterate.

Cel de al doilea punct de maxim, subordonat primului ca amplitudine, reprezentând colțul sudic al triunghiului anomal, este poziționat geografic în zona muntelui Hereb, zona cursului mediu al pârâului Ciohodu, corelabil geologic, de asemenea, cu prezența sienitelor roșii marginale, caracterizate prin prezența mineralizațiilor disperse asemănătoare celor descrise în zona Aurora și Lăzarea, dar și cu mineralizațiile din zona de contact situate pe culmea Cetății (filoane cu mineralizații radioactive alterate și injecții de sienite aplitice în corneene, slab mineralizate) (Heredea, 1985). Această punct anomal este semnat și de hărțile de distribuție ale thoriului, ytriului, lantanidelor ușoare, disprosiului și gadoliniului, iar această corelație indică asocierea anomaliilor cu abundența zirconului și pyroclorului.

Al treilea colț al triunghiului anomal este amplasat în zona estică a vârfului Prișica, caracterizată de concentrații de uraniu mai mici de 6 $\mu\text{g/g}$. După distribuția spațială a lantanidelor și a elementelor radioactive în sol, zona se remarcă prin anomalii mixte cerico-lantanice importante, dar și urano-thorice, fiind generate de prezența albititelor purtătoare de pyroclor și zircon cantonate în sienitele albe metasomatice. Imaginea distribuției uraniului în sol sugerează încadrarea ariei triunghiulare anormale într-un aliniament cu dezvoltare amplă pe

direcția nord est – sud vest, care la vest de vârfului Prișica continuă într-un domeniu de valori ceva mai mici de natură uranică (5 – 2.9 $\mu\text{g/g}$) până în zona localității Lăzarea, indicând prezența sienitelor nefelinice, dar și zona de influență a sienitelor roșii marginale. În zona de izvoare a pârului Ciohodu este semnalată o



anomalie uraniferă corelabilă cu mineralizațiile diseminate de lantanide și Th, caracterizate de abundența zirconului

Fig. 8 Distribuția geochimică a uraniului (fig 8.a.) și toriului (fig. 8.b) în aria masivului

Acumulări preferențiale de uraniu în sol sunt evidențiate și în zona nordică a perimetrului de studiu, la nord de izvoarele pârului Putna. Anomalia uranică dezvoltată aici are o formă circulară, cu un punct de maxim central corespunzător intervalului de concentrație (7.1 – 6 $\mu\text{g/g}$), cicumscriș unor benzi anormale de intensitate mai slabă definind domeniul de conținut (5-2.9 $\mu\text{g/g}$). Morfologia anomaliei indică o direcție de propagare spre nord. Pedologic, zona este atribuită andosolurilor formate pe seama granitelor, aplitelor granitice, corneenelor, sienitelor cu nefelin și sienitelor. De asemenea, ocurențele de cuarț-sienite și cuarț-monzonite generează anomalii uranice în sol.

În zona sudică a perimetrului de studiu, la sud de valea Chiuruțul de Mijloc, în Depresiunea Gheorgheni, harta uraniului conturează o anomalie care sugerează o dezvoltare mult mai sudică, pe direcția sud-vest ce corespunde domeniului de concentrație 5-2.9 $\mu\text{g/g}$ și pare a fi corelabilă petrografic cu andezitele cu amfiboli (mai bogate în uraniu).

De asemenea, harta uraniului evidențiază lipsa anomaliilor uranifere în solurile formate pe seama formațiunilor holocene (nisipuri, argile), a formațiunilor vulcanogen sedimentare, dar și în cele asociate genetic formațiunilor cristaline din zona de contact estică și sud-vestică a masivului.

Distribuția uraniului în solurile legate genetic de petrotipurile ultrabazice și bazice constitutive ale complexului Jolotca și parțial ale celor ce compun complexul Ghiduț nu conturează anomalii pentru uraniu.

Plecând de la această ultimă remarcă, imaginea de ansamblu a distribuției uraniului în solurile masivului indică asocierea anomaliilor uranice din sol cu zonele de ocurență a rocilor acide, precum și sensul de creștere a conținutului de uraniu în sol, de la solurile genetic asociate rocilor bazice la cele generate de rocile acide. Acest

aspect se manifestă în sens invers decât cel sugerat de corelația dintre distribuția lantanidelor și tipurile de roci prezente în aria masivului (de la roci acide la roci bazice).

Thoriu

Concentrația de thoriu în solurile masivului Ditrău variază în limite extrem de largi, acoperând intervalul 2.0 – 51.3 $\mu\text{g/g}$, cu un conținut mediu determinat de 14.5 $\mu\text{g/g}$, iar prin comparație cu concentrațiile de uraniu se constată natura preponderent thorică a solurilor cercetate. Dacă în cazul uraniului valorile de concentrație erau ușor mai mari decât cele raportate în literatura de specialitate, în cazul thoriului se observă creșteri semnificative față de valorile medii de thoriu raportate de aceiași autori pentru soluri: 9.4 $\mu\text{g/g}$ (Kabata și Pendias, 2001), 5.5 (Reiman și al. 2003), dar și față de cea raportată ca valoare medii pentru crusta superioară, de 10.54 $\mu\text{g/g}$ (Rudnick și Gao, 2004).

Corelația puternică (0.5) realizată de U și Th aproape în toate probele de sol analizate, arată că abundența thoriului în sol este strâns legată de cea a uraniului, în cele mai multe cazuri reflectând ocurențele comune ale celor două elemente în rocile parentale, caracterizate de aceleași fluctuații semnificative ale conținutului de thoriu (1.2 – 129 ppm) (Ion, 2012), dar și de mobilitatea diferită a acestor radioelemente, atât în timpul proceselor formatoare de roci cât și în pedogenează.

Distribuția spațială a thoriului în solurile masivului (fig. 1.b.) indică asemănări, dar și diferențe, în raport cu cea uranică, acestea fiind induse de modul preferențial și diferențiat al unor roci parentale de a concentra aceste radioelemente. Spre deosebire de uraniu, care se concentrează preferențial în arii amplastate în zona centrală, dominată de prezența sienitelor cu nefelin și a sienitelor, thoriul este predilect în solurile din extremitatea estică, sudică și nordică a masivului, marcând contactul dintre sienite și formațiunile înconjurătoare.

Morfologic, aureola thorică are formă semiinelară fiind dispusă concentric nucleului central, preponderent uranifer. Apare evidentă tendința de concentrare a thoriului pe rama masivului, atât pe rocile masivului cât și pe rocile cristaline. Corelarea distribuției spațiale a thoriului în sol cu baza geologică profilează o bandă semiinelară lată, corespunzătoare domeniului de conținut 17.72 – 12.39 $\mu\text{g/g}$, care acoperă aria de aflorare a sienitelor roșii marginale liebenerizate, a rocilor granitoide și corneenelor, dar și a formațiunilor cristaline înconjurătoare. Practic, acest inel thorifer desenează aureola de contact a masivului cu formațiunile cristaline adiacente constituente ale seriei de Tulgheș.

În cadrul acestui inel de conținut se remarcă concentrări locale frecvente de thoriu, iar unele dintre aceste locații sunt indicate și de hărțile geochemice ale uraniului și lantanidelor, sugerând natura mixtă a aureolelor.

În acest context se remarcă anomalia de maxim pentru thoriu, ce se suprapune cu apexul uraniului, dar și cu anomaliile generate de unele lantanide (La, Ce) conturată pe cursul superior al văii Belcina, în perimetrul radioactiv Aurora, dar și în zona de influență a mineralizației filoniene de la Belcina, situată în afara limitei de aflorare a masivului, dar inclusă în zona structurii Ditrău datorită afiliației genetice a mineralizației, cu masivul.

Această anomalie, cu aspect alungit spre sud, indică o îmbogățire preferențială în thoriu a solurilor, cu concentrații mari atribuite intervalului (49.74 – 17.71 $\mu\text{g/g}$), asociate mineralizațiilor disperse de REE, Zr, Th, puternic thorifere, cantonate în sienitele marginale (sienite roșii \pm liebenerit) alterate.

În partea sudică a masivului, thoriul conturează o aureolă de dimensiuni mici pe interfluviul dintre pâraiele Chirușul Mic și Chirușul de Mijloc, în zona de contact a masivului, genetic asociată injecțiilor de sienite slab mineralizate în corneene, iar concentrațiile de thoriu determinate aici se înscriu în limitele 28.06 - 17.72 $\mu\text{g/g}$.

Maximele pregnante ale anomaliilor înscrise în acest interval de concentrație se întâlnesc de obicei în zonele cu neregularități ale contactului sienite/cristalin, marcând întreruperi ale celor două formațiuni.

În zona de izvoare a pâ râului Ciohodu, thoriul conturează o aureolă corelabilă cu cea uranică, cerică și lantanică, fiind atribuită mineralizațiilor disperse de REE, Th, Zr din zona Lăzarea, asociate sienitelor roșii alcalifeldspatice descrise în capitolul privind distribuția lantanidelor în sol.

În extremitatea nordică a masivului, la nord de izvoarele pâ râului Putna, thoriul reliefează o anomalie cu o direcție de propagare nordică, corelabilă cu cea uranică, aparținând domeniului de concentrație 28.06-17.72 $\mu\text{g/g}$, care marchează zona de interferență a sienitelor, granitelor alcaline, granitelor aplitice și corneenelor.

La vest de această anomalie, în zona pâ râului Cibi Iakob – creasta Holoșag harta thoriului configurează o aureolă de mici dimensiuni, similară cu cea uranică asociată sienitelor mărunț cristalizate, caracterizată prin concentrații medii de thoriu (28.39 – 17.72 $\mu\text{g/g}$) în raport cu anomalia maximă de thoriu din zona Aurora.

Exceptând zona mineralizației de la Jolotca, unde thoriul și uraniul profilează anomalii slabe în sol generate de abundența mineralelor lantanidice, caracteristice mineralizației monazit-allanitică, solurile din zonele de aflorare a rocilor bazice și ultrabazice din întreg masivul Ditrău sunt caracterizate de valori mici ale conținutului de thoriu,

înscrise în valorile de Clark ale solurilor. Asemeni uraniului și uneori împreună cu acesta, thoriul se asociază la nivelul întregului masiv cu rocile acide, granitoide, în mod special, cele din extremitatea estică și sud estică.

De asemenea, zonele cu valori mici ale conținutului de thoriu din soluri se suprapun cu aria de răspândire a sienitelor nefelinice din corpul central al masivului. Aceleași valori mici de thoriu sunt caracteristice și solurilor atribuite calcarelor și dolomitelor cristaline din zona Lăzarea, dar și formațiunilor mai noi, vulcanogen-sedimentare și holocene din aria masivului Ditrău.

Prin activitățile desfășurate în decursul acestei proiect s-au adus noi contribuții cu privire la distribuția geochemică a lantanidelor, uraniului și thoriului în aria Masivului Ditrău și zonele adiacente, contribuind la suplimentarea informațiilor privind identificarea și conturarea unor arii de prognoză ce pot constitui surse potențiale de substanțe minerale utile.

Prin intermediul hărților geochemice de distribuție, au fost puse în evidență zonele din aria masivului, îmbogățite excesiv în lantanide ușoare (LREE) și lantanide grele (HREE).

În ceea ce privește distribuția geochemică a uraniului și thoriului în solurile Masivului Ditrău se observă că solurile cercetate prezintă un aport de elemente radioactive remarcându-se îmbogățirea puternică în thoriu a acestora în concordanță cu specificitate masivului.

Contrar lantanidelor, care prezintă o afinitate mai mare în solurile asociate rocilor bazice și ultrabazice, uraniul și thoriul prezintă un trend de îmbogățire în soluri, de la cele dezvoltate pe roci bazice la cele formate pe roci acide.

PN18 47 03 01 Geomagnetism și metode geofizice conexe pentru atingerea standardelor europene de securitate a traficului aerian și maritim și deservirea societății

Obiectivul proiectului a avut ca scop utilizarea performanței instituționale unice, la nivel național, în domeniul metrologiei și monitorizării câmpului geomagnetic, în contextul oferirii unor servicii specifice și necesare alinierii României la standardele europene privind eliminarea riscurilor și monitorizarea geohazardelor cu consecințe în securitatea traficului aerian și maritim – obiectiv strategic național.

Proiectul s-a derulat în 4 faze și a avut următorul conținut tematic:

- selectarea și utilizarea stațiilor din apropierea zonelor cu facilități aero-portuare pentru măsurători test cu echipamentele existente, punând accent pe procedura de selecție a amplasamentului stației, pe tehnicile de monitorizare în observator și în situ, cât și pe modul de procesare a valorilor absolute de referință, raportate la stația națională de referință, și la o anumită epocă;
- validarea instrumentației specifice metrologiei câmpului geomagnetic prin teste în observator și măsurători de comparație inter-observatoare;
- obținerea de valori absolute de câmp magnetic, în special declinație în stații din apropierea zonelor cu facilități aero-portuare prin măsurători test cu echipamentele validate pentru acest tip de investigații, punând accent pe tehnicile de măsură in situ (în special determinarea nordului geografic-True North) și cele de monitorizare în observator pentru calcularea valorilor absolute de referință, la o anumită epocă;
- noi tehnici de monitorizare în observator pentru evaluarea stării magnetice cu implicații în securitatea sistemelor de navigație și transport;
- testarea și validarea metodologiilor și tehnicilor aplicate prin compararea rezultatelor obținute din măsurători cu datele din modele geomagnetice de referință, modele magnetice globale și cu date din rețeaua națională de variație seculară.

Obiectivul fazei I a urmărit selectarea și utilizarea stațiilor din apropierea zonelor cu facilități aero-portuare pentru măsurători test cu echipamentele existente, punând accent pe procedura de selecție a amplasamentului stației, pe tehnicile de monitorizare în observator și în situ, cât și pe calcularea valorilor absolute de referință. Astfel s-au stabilit proceduri standard de selecție a poziției stațiilor de măsură și a determinărilor azimutale necesare determinărilor de valori absolute de declinație în proximitatea câtorva aeroporturi în care s-au executat

măsurători aleatorii de declinație în ultimii 10 ani, pentru compararea ulterioară a rezultatelor finale în vederea determinării ratei variației seculare și a periodicității măsurătorilor de declinație conform AIRAC (Aeronautical Information and Regulation and Control). În această fază au fost realizate în întregime toate activitățile propuse:

- validarea aparaturii necesare măsurătorilor în observator și în teren;
- selectarea stațiilor de măsurare și măsurători în teren în proximitatea a 4 aeroporturi;
- testarea a 3 proceduri experimentale de selecție, măsurare și prelucrare a datelor obținute.

Metodele de cercetare și variantele selectate s-au testat și în fazele următoare în baza unor fișe experimentale.

Declinația magnetică poate fi simplist definită ca diferența unghiulară dintre polii magnetici și polii geografici ai pământului. Dacă nordul geografic este plasat pe axa de rotație a pământului, nordul magnetic, cel indicat de busole, nu este fix, și de aceea nu este localizat în același loc cu nordul geografic. În 1492, pe când traversa Atlanticul, Columb a observat că atunci când folosea busola, nordul indicat de aceasta era diferit de ceea ce rezulta din calculele ce țineau cont de poziția stelelor. A mai remarcat că busola își schimba clar orientarea pe măsură ce corăbiile sale se depărtau de continentul european, apropiindu-se de cel american, exprimând caracterul local al declinației magnetice. Pentru prima dată, în 1831, polul nord magnetic a fost localizat lângă Capul Adelaide, în peninsula Boothia de către James Clark Ross. În 1903, Ronald Amundsen a observat că polul nord magnetic s-a deplasat față de locația determinată în 1831. Au urmat în secolul al XX-lea observațiile efectuate de oamenii de știință angajați de guvernul canadian, care au stabilit că nordul magnetic s-a deplasat în această perioadă pe direcția nord-vest cu aproximativ 1100 de kilometri, din zona lacului Allen de pe insula Prințul de Wales spre Siberia. În ultimele 5 decenii rata de deplasare a crescut de la 9 km/an la 50 km/an. Astăzi este o certitudine că declinația magnetică are o dinamică spațio-temporală importantă și este un factor de risc în traficul aero-portuar.

Câmpul magnetic terestru variază permanent la toate scările, atât în timp cât și în spațiu. În timp, spectrul său de perioade ocupă o bandă cuprinsă între fracțiuni de secundă și câteva sute de ani, cu amplitudini de fracțiuni de nT (nano Tesla) până la câteva zeci de mii de nT. În general, circa 95-97% din câmpul măsurat la suprafața pământului își are sursele în interiorul acestuia (câmpul principal, produs printr-un mecanism de tip dinam în nucleul extern, câmpul crustal, legat de distribuția rocilor cu proprietăți magnetice din crustă, câmpul indus în crustă și manta de variațiile câmpului magnetic extern și ale celui principal). Diferența de 3-5% față de câmpul măsurat la suprafața pământului își are originea în exteriorul globului terestru, fiind produs de sistemele de curenți din magnetosferă și ionosferă, controlate de emisia electromagnetică, corpusculară și magnetică a soarelui.

Câmpul geomagnetic principal prezintă o variație lentă în timp, numită variație seculară, în timp ce câmpul extern are o variabilitate ridicată, corelată cu procesele ce se petrec în soare și în heliosferă, și interacționează cu magnetosfera și ionosfera. La scara globului terestru, variația seculară a câmpului geomagnetic se determină prin prelucrarea înregistrărilor continue ale variației acestuia efectuate în observatoarele geomagnetice. Informația furnizată de un observator geomagnetic (în general o țară de mărimea României dispune de un singur observator) se suplimentează la nivel regional prin măsurători repetate efectuate într-o rețea de puncte, numită rețea de variație seculară.

Urmărirea variației în timp și în spațiu a câmpului geomagnetic se bucură în prezent de un interes sporit din partea comunității științifice internaționale și a agențiilor spațiale, care desfășoară programe de măsurători prin intermediul sateliților pentru caracterizarea cât mai complexă a distribuției spațiale și temporale la scara globului terestru. Măsurătorile repetate în ani succesivi în așa numitele „rețele de stații geomagnetice repetate” se dovedesc în acest context a fi o sursă de informații complementară în efortul care se face în prezent pentru caracterizarea cât mai exactă a contribuției diferitelor surse care produc câmpul geomagnetic. În România, acest tip de măsurători se efectuează în mod sistematic din 1964, obținându-se rezultate notabile în caracterizarea magnetică a crustei, în stabilirea nivelului de referință necesar în prospecțiunea magnetică pentru substanțe minerale utile și în evidențierea unor componente de variație temporală la nivelul decadal și secular ale evoluției câmpului geomagnetic.

Un prim rezultat concret, cu posibilități de utilizare imediată și potențial la valorificări ulterioare în diferite direcții, este constituit chiar de baza de date geomagnetice de declinație, sistematizate omogen și unitar pe suport digital, comparabilă cu bazele de date similare existente în alte stații fundamentale din țări dezvoltate.

Baza de date, permite sortarea rapidă a informațiilor privitoare la aspectele variaționale ale declinației, ce pot produce efecte cu impact major în orientarea și navigația aeriană pe teritoriul național.

Tehnica de selecție și măsurare Experiența dobândită în trecut, coroborată cu evoluția aparaturii de determinare geomagnetică și topometrice, dar și cu dezvoltarea zonelor cu perturbații industriale, au condus la o metodologie de selecție a stațiilor de măsură, care se sprijină pe criteriile de amplasare de natură geomorfologică și tehnologică a stației fundamentale reprezentată de Observatorul Geomagnetic Național Surlari. Urmând aceleași reguli, stațiile de măsură din proximitatea aeroporturilor Bacău, Iași, Suceava și Ghimbav au fost selectate în zone de câmp magnetic fără anomalii, la o distanță suficient de mare de surse de perturbații industriale majore, linii de înaltă tensiune, drumuri, spații urbanistice, etc.

a) **Selecția stației:** s-a procedat la o succesiune de operații constând în :

- măsurarea câmpului magnetic total într-o rețea cu intervalele între puncte și între profile de 5 m pentru amplasamentul ales;
- verificarea întrunirii condițiilor normale de măsurare, aceasta presupunând o prospecțiune magnetică rapidă în jurul punctului de măsură cu ajutorul magnetometrului protonic și stabilirea zonei propice acolo unde gradientul orizontal este sub 1 nT/m;
- determinarea gradientului vertical al câmpului total deasupra bornei/punctului de măsură;
- identificarea punctelor de măsură în coordonate WGS 84;
- executarea unor schițe complete, care să precizeze toate caracteristicile instalării aparatelor de înregistrare și măsurare în stații și efectuarea de fotografii care să cuprindă reperele de azimut din punctul de stație.

b) **Tehnica de măsurare:** pentru determinarea valorilor absolute ale elementelor vectorului care definește la un moment dat câmpul geomagnetic într-un punct, s-a propus o schemă de operațiuni, detaliată mai jos (măsurătorile propriu-zise presupun cel puțin două serii de determinări (D, I, F), repartizate în cursul zilei, astfel încât să limiteze la minim erorile antrenate de reducerea datelor de observație: se efectuează o serie de măsurători dimineața devreme și o alta după-amiază târziu).

Fiecare serie de măsurători a constat în:

- determinări cu un magnetometru protonic, având sonda amplasată deasupra bornei stației, la aceeași înălțime cu a celorlalte aparate utilizate și apoi într-un punct situat la 10 – 15 m de bornă – măsurători (din 5 în 5 secunde) pe toată durata efectuării celorlalte măsurători în stație;
- două – trei determinări ale declinației D, alternate cu două-trei determinări ale înclinației, executate cu magnetometrul DIFlux;
- viză cu teodolitul către astru pentru determinarea azimutului (aflarea nordului geografic sau nord adevărat) - cel puțin 10 citiri;
- vize către reperele azimutale;
- 10 măsurători finale cu un magnetometru protonic pe amplasamentul de la începutul operațiilor;
- măsurători continue ale componentelor câmpului magnetic (X,Y,Z) cu un magnetometru vectorial, la aprox. 15 m de stație, timp de 5-6 ore.

La începutul și la sfârșitul campaniei de teren s-au executat măsurători de comparație cu teodolitul DI-Flux, pe pilonul de măsurători amagnetice de referință, din incinta observatorului. În acest fel s-au validat măsurătorile absolute executate în teren și s-au evaluat eventualele erori de colimație sau erori cauzate de lipsa de experiență a operatorilor.

Valorificarea datelor de observație astfel obținute este în mod obligatoriu bazată pe ipoteza că, într-o anumită stație, ecartul dintre valoarea instantanee a unui element geomagnetic E și valoarea sa medie anuală, centrată pe momentul măsurătorii, poate fi aproximat ca fiind egal cu același ecart măsurat la un observator fundamental O, nu foarte îndepărtat în spațiu de stația S (500 – 600 km) și dispunând de seria continuă de înregistrări ale elementului geomagnetic E, controlată prin măsurători absolute periodice de mare precizie.

Astfel, dacă E este unul din elementele D, I și F, atunci E_s^t este valoarea elementului observat (sau determinat) în stația S și la timpul t; E_0^t este valoarea lui E determinată în același moment t, la Observator; $E_0^{17,5}$ este valoarea lui E la epoca 2017,5 determinată din măsurătorile de observator; atunci valoarea lui E la stația S, redusă la 2017,5, adică $E_s^{17,5}$ este dată de:

$$E_s^{17,5} = E_0^{17,5} + (E_s^t - E_0^t)$$

Mai precis $E_0^{17,5}$ este valoarea medie a lui E determinată la Observatorul Geomagnetic Surlari pe baza mediilor orare zilnice ale intervalului de timp 1 ianuarie 2017 – 31 decembrie 2017. $(E_s^t - E_0^t)$ este diferența instantanee dintre valoarea măsurată în stație și valoarea corespunzătoare la Observator, în timp universal UT.

Aparatura utilizată Practica de observator se ghidează după manualul IAGA editat de Jerzy și Sucksdorff (1996). Pentru a menține actualele standarde INTERMAGNET (www.intermagnet.org), sistemul de achiziție continuă a variațiilor de câmp magnetic este conform cu rutina de observator respectată de toate observatoarele geomagnetice planetare. Acesta este format din:

- Magnetometru fluxgate triaxial FGE;
- Magnetometru protonic scalar Overhauser GEM Systems GSM90;
- Data logger MAGDALOG;

Magnetometrul vectorial FGE este construit de Danish Meteorological Institute folosindu-se trei senzori fluxgate comerciali, montați într-un cub de marmura de 12x12x12 cm³ prin intermediul unor tuburi de cuarț în care se află bobine de compensare ce asigură o stabilitate sau un drift maxim până în 3 nT/an. Coeficientul de variație cu temperatura al senzorului este sub 0.2 nT/°C iar al părții electronice, sub 0.1 nT/°C.

Pentru o bună stabilitate a liniei de bază, versiunea suspendată a cubului de marmură, prin intermediul unei suspensii de tip cardanic, este adoptată de cele mai multe observatoare geomagnetice. În acest fel, driftul liniei de bază este sub 2-3 nT/an, rezultat obținut chiar acolo unde un fluxgate clasic ar avea un drift de peste 100 nT/an. Eroarea de aliniere a celor trei componente vectoriale este de maxim 2 mrad (7 min. de arc), iar cea a suspensiei cardanice este de +/- 0.5°. Sensibilitatea instrumentului este de 400 nT/V.

Magnetometrul protonic Overhauser GSM90 este un magnetometru scalar proiectat pentru observatoare magnetice sau alte aplicații (vulcanologie), unde stabilitatea și acuratețea sunt strict necesare. Cu o rezoluție de 0.01 nT, acuratețe absolută de 0.2 nT și un drift de 0.05 nT/an, poate fi folosit cu succes în calculul valorilor de bază pentru un observator magnetic.

Data loggerul MAGDALOG a fost creat la observatorul Adolf Schmidt, Niemegek, special pentru achiziția de date geomagnetice, de observator, începând cu anii 1994, fiind un precursor al G-DAS 2002 dezvoltat de British Geological Survey, tot pentru același scop, dar MAGDALOG fiind perfecționat ulterior, în 2001. Rata de eșantionare a sistemului: 2 Hz vectorial FGE, 0.2 Hz scalar GSM. Baza de timp a data loggerului este dată de un GPS încorporat.

Sistemele de înregistrare vectorial (FGE) și scalar (GSM) sunt considerate clasice și sunt utilizate în numeroase observatoare geomagnetice cu tradiție din țări ca Japonia, Germania, Danemarca, Norvegia, Finlanda, Spania, Marea Britanie, Africa de Sud, Ungaria, Bulgaria, Indonezia, Noua Zeelanda, Namibia, stațiile internaționale din Antarctica, etc.

În teren, conform Guide for Magnetic Repeat Station Surveys (Newitt et al., 1996) componentele câmpului geomagnetic au fost determinate cu ajutorul magnetometrului fluxgate vectorial cu o precizie de ± 1 nT, la care se adaugă o variație de 0,08 nT/°C reprezentând variația cu temperatura a valorii înregistrate pe fiecare componentă a câmpului geomagnetic, iar câmpul total a fost determinat cu ajutorul magnetometrelor protonice Geometrics G856 și GemSys GSM 19 cu o precizie de 0,01 nT, constatând că în suprafața aleasă pentru determinarea declinației valorile câmpului geomagnetic total nu variază cu mai mult de 10 nT. Determinările au fost corectate de efectele părții tranzitorii a câmpului și raportate la mijlocul anului în care s-au făcut determinările de declinație, pe baza înregistrărilor continue de la Observatorul Geomagnetic Național Surlari. Magnetometrele au fost etalonate cu regularitate cu instrumentele pentru măsurători în valori absolute de la observatorul Surlari, precum și, în câteva împrejurări, cu cele ale observatorului Niemegek, urmărindu-se eliminarea driftului constantelor aparatelor utilizate în condiții de lucru în teren timp de mai mulți ani.

Determinarea declinației s-a făcut cu ajutorul unui magnetometru fluxgate unidirecțional marca Bartington montat pe un teodolit amagnetic. Pentru determinarea declinației s-au efectuat pentru fiecare punct câte un set de 4 determinări ale direcției vectorului câmp magnetic și câte unul de 10 măsurători ale poziției soarelui la meridian. În urma acestor determinări se poate stabili poziția meridianelor geografic și magnetic pentru stația amplasată (azimutul soarelui $G(i)$) pe baza unei formule de calcul de forma:

$$G(i) = H(i) - \arctg \frac{\sin TT(i) \cos D(i)}{\sin F \cos TT(i) - \cos F \sin D(i)}$$

unde $H(i)$ reprezintă unghiul citit pe cercul orizontal al teodolitului la momentul $TT(i)$ în care cercul solar a fost perfect încadrat în colimatorul teodolitului, F reprezintă latitudinea în grade de arc, iar $D(i)$ reprezintă declinația medie a soarelui pentru intervalul în care se fac măsurătorile.

Precizia de determinare a valorii instantanee a declinației magnetice a fost de ± 2 secunde de grad sexagesimal, iar cea a câmpului geomagnetic total T este de ± 1 nT (nano Tesla – unitate de măsură în SI pentru câmpul magnetic = 10^{-9} T).

Aparatura utilizată în teren pentru determinări de valori de declinație (DI Flux Bartington, magnetometru protonic GemSys GSM 19, stație totală GPS GNSS Trimble). Pentru poziționarea punctelor de măsură și a reperelor azimutale s-a folosit atât un echipament GPS Trimble GeoXH cu o acuratețe la nivelul decimetrilor (220 channel GNSS receiver with real-time H-Star technology) cu posibilitate de prelucrare în teren și cu facilități de re-poziționare ulterioară prin ghidarea utilizatorului printr-o reprezentare grafică, cât și un GPS Garmin pentru verificare.

Obiectivul fazei II a urmărit obținerea de valori absolute de câmp magnetic, în special declinație în stații din apropierea zonelor cu facilități aero-portuare prin măsurători test cu echipamentele validate pentru acest tip de investigații, punând accent pe tehnicile de măsură in situ (în special determinarea nordului geografic-True North) și cele de monitorizare în observator pentru calcularea valorilor absolute de referință, la o anumită epocă. Rezultatele livrate au constat în stabilirea unor proceduri standard de măsurare și determinarea a azimutului soarelui (SunShots) și a nordului geografic (True North), necesare determinărilor de declinație în proximitatea aeroporturilor în care s-au executat măsurători aleatorii de declinație în ultimii 10 ani. Se urmărește până la final obținerea de valori de declinație pentru toate aeroporturile naționale în vederea comparării ulterioare a rezultatelor cu modelele globale în vederea determinării ratei reale a variației seculare a câmpului geomagnetic și a stabilirii periodicității măsurătorilor de declinație pentru creșterea gradului de securitate al traficului aerian pe teritoriul național.

Studii privind tehnica de măsurare

a) Tehnica de achiziție și măsurare în observator Este de la sine înțeles că procedurile și rutina de achiziție și procesare a datelor de câmp magnetic în observatoare necesită sisteme de achiziție speciale, fără componente metalice, cu consumuri foarte mici pentru a nu influența stabilitatea liniilor de bază ale variometrelor. Ele trebuie să dovedească și să garanteze fiabilitate, acces la date în timp real, operare continuă. Datele logerelor comerciale, de uz industrial nu sunt potrivite să lucreze în observatoare geomagnetice întrucât nu întrunesc aceste cerințe. În același timp, producătorii de serie tradiționali, nu sunt interesați să producă astfel de dispozitive, datorită numărului redus de clienți. De aceea multe observatoare geomagnetice ce furnizează date de achiziție de bună calitate își proiectează propriile lor dataloggere, funcție de sistemele de achiziție folosite, biasul observatorului și mai ales datorită abilităților personalului de specialitate, ce poate controla aceste dispozitive, sau folosesc logere proiectate de alte observatoare și care și-au dovedit performanțele în timp.

Începând cu 1 martie 2009, observatorul Surlari operează cu un sistem de achiziție, similar celui de la observatorul Niemegek - sistemul MAGDALOG (figura nr. 2, sus) care operează în acest moment în observatoarele Niemegek, Wingst, Furstenfeldbruck, Panagjuriste, Magadam, Azore, Tristan da Cunha, Vassouras, Novosibirsk, Yakutsk și Sfânta Elena. Orice actualizări sau noi rutine cerute de modificarea standardelor IAGA și INTERMAGNET sunt operate simultan în toate observatoarele menționate.

Sistemul de achiziție este format din: 2 magnetometre fluxgate triaxial FGE, 2 magnetometre protonic scalar Overhauser GEM Systems GSM90, 2 GPS - uri și 2 data loggere MAGDALOG, conectate la 2 procesoare raspberry pi și un server de date Linux. Valorile momentane, eșantionate la 0.5 sec. pentru componentele HDZ și la 5 sec. pentru câmpul total F sunt transformate în valori absolute de câmp magnetic prin raportarea la linia de bază preliminară și ulterior (luna următoare) determinate ca valori de câmp absolute prin raportarea la linia de bază definitivă (determinată prin aproximarea măsurătorilor absolute executate manual în observator cu o funcție

polinomială de gradul 2). Media valorilor orare dintr-un an pentru fiecare componentă măsurată a câmpului, reprezintă referința națională pentru epoca (anul) respectiv. Media trebuie calculată cu cel puțin 90% din totalul valorilor orare dintr-un an pentru a putea fi referință națională, conform standardelor IAGA. Pentru aceasta, continuitatea achiziției de date de observator este esențială.

b) Tehnica de măsurare in situ Metodologia de măsură a respectat aceiași pași stabiliți în faza anterioară, și în cazul stațiilor de măsură din proximitatea aeroporturilor Satu Mare, Baia Mare, Sibiu, Timișoara, Craiova, Cluj și Târgu Mureș: măsurarea câmpului magnetic total într-o rețea cu intervalele între puncte și între profile de 5 m pentru amplasamentul ale, pe o rază de cel puțin 20 metri și stabilirea zonei propice acolo unde gradientul orizontal este sub 1 nT/m, determinarea gradientului vertical al câmpului total deasupra bornei/punctului de măsură, identificarea punctelor de măsură în coordonate WGS 84 și executarea unor schițe complete, care să precizeze toate caracteristicile instalării aparatelor de înregistrare și măsurare în stații și efectuarea de fotografii care să cuprindă reperele de azimut din punctul de stație (figura nr. 3).

De asemenea, pentru determinarea valorilor absolute ale vectorului care definește la un moment dat câmpul geomagnetic într-un punct, s-a utilizat aceeași schemă de operațiuni propusă în faza anterioară: cel puțin două serii de determinări (D, I, F), repartizate în cursul zilei, astfel încât să limiteze la minim erorile antrenate de reducerea datelor de observație (o serie de măsurători dimineața devreme și o alta după-amiază târziu).

Pentru determinarea nordului geografic și a azimutului soarelui la momentul măsurătorilor s-au folosit două tehnici de determinare a timpului celor 8 măsurători ale soarelui, alegându-se pentru acuratețe cea în care soarele este centrat în cercul telescopului, momentul fiind stabilit în timp universal pe ceasul GPS. Poziția soarelui este astfel definită de latitudine, longitudine și timp.

Azimutul solar necesar în determinarea declinației a fost calculat utilizând softurile ASTRO83 și AZMSOLE, MIDC SPA Calculator (<https://midcdmz.nrel.gov/solpos/spa.html>), Solar Position Calculator (<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/grad/solcalc/azel.html>). Am ales să utilizăm softul Departamentului de Comerț american – NOAA Research, care are o acuratețe de 1 minut de arc pentru locațiile situate între +/- 72 grade latitudine.

Pentru poziționarea punctelor de măsură și a reperelor azimutale s-a folosit atât un echipament GPS Trimble GeoXH cu o acuratețe la nivelul decimetrilor (220 channel GNSS receiver with real-time H-Star technology) cu posibilitate de prelucrare în teren și cu facilități de re-poziționare ulterioară prin ghidarea utilizatorului printr-o reprezentare grafică, cât și un GPS Garmin pentru verificare. S-a stabilit că GPS Garmin, mai ușor de utilizat, îndeplinește toate condițiile de acuratețe.

Astfel, în această fază au fost realizate în întregime toate activitățile:

- validarea aparatului necesare măsurătorilor în observator și în teren prin participarea a 2 membri ai echipei de proiect la măsurători de comparație cu alte instrumente din aproximativ 20 de observatoare planetare în cadrul The XVIIIth IAGA Workshop and Summer School, Conrad Observatory, Vienna, Austria on 21-29 June 2018;
 - selectarea stațiilor de măsurare și măsurători în teren în proximitatea a 7 aeroporturi;
 - testarea a 2 proceduri experimentale de măsurare și prelucrare a datelor obținute.
- Metodele de cercetare și tehnicile selectate s-au testat și definitivat în fazele următoare.

Obiectivul fazei III a constat în stabilirea de stații din apropierea zonelor cu facilități aero-portuare pentru măsurători test cu echipamentele existente, cu o atenție deosebită la tehnicile de monitorizare în observator pentru evaluarea stării magnetice cu implicații în securitatea sistemelor de navigație și transport. S-a urmărit stabilirea unor proceduri standard de măsură, necesare determinărilor de valori absolute de declinație test în proximitatea câtorva aeroporturi și dar și elaborarea unor studii despre conexiunile solar-terestre, și anume activitatea solară cu evenimente eruptive și efectele lor asupra câmpului geomagnetic în vederea stabilirii unor metodologii de monitorizare și evaluare a stării magnetice ce vor răspunde nevoii de informare în timp util a evenimentelor cu evoluție rapidă, cum ar fi furtunile geomagnetice majore.

Creșterea numărului de accidente și catastrofe naturale, situațiile de urgență umanitară și a pericolelor civile, creșterea nevoii de informare în timp util a devenit un punct critic pentru asigurarea unei reacții adecvate la

astfel de evenimente, pentru asigurarea unei cooperări adecvate și imediate între diverși actori și primii-responsabili implicați în gestionarea dezastrelor naturale. Una dintre problemele critice este asigurarea unui schimb de informații rapid. În acest context, observatorul Surlari a construit o platformă informațională, care va urmări monitorizarea stării magnetice în strânsă corelare cu vremea spațială și evaluarea stării magnetice în timp real pentru stimularea schimbului de informații, în special în domenii strategice. Monitorizarea și evaluarea stării magnetice a presupus:

- a. Crearea unui serviciu on line de monitorizare continuă a componentelor câmpului geomagnetic, cu eșantionarea semnalelor la 2 Hz.
- b. Calculul automat în timp real (la fiecare trei ore) și caracterizarea stării magnetice cu ajutorul indicilor triorari K.
- c. Evaluarea în timp real a perturbațiilor geomagnetice majore și detectarea fenomenelor asociate acestora.

Astfel, la fel ca în meteorologie, de exemplu, pentru evaluarea vremii în spațiu există, de asemenea, indicatori care ne ajută să judecăm și să monitorizăm starea mediului spațial. Includem aici numărul petelor solare (W), indicii geomagnetici (Kp, Ap, aa, Dst, etc.), densitatea și viteza vântului solar, fluxul de radiații solare (F10.7) și multe altele. Pe măsură ce cunoștințele noastre despre vremea spațială progresează, noi indici vor apărea fără îndoială și indici vechi vor fi consolidați. Atât W, cât și F10.7 oferă o indicație a nivelului global al energiei solare. W variază de la zero la peste 300. Deși această valoare indică activitate solară, aceasta nu înseamnă întotdeauna activitate în ceea ce privește erupțiile și ejecții de masă coronară (CME). Însă indicele Ap și componenta sa logaritmică Kp, oferă o măsură a furtunii din câmpul magnetic al Pământului. Deși frecvența de apariție a furtunilor magnetice înregistrate de rețeaua mondială a observatoarelor poate fi corelată cu frecvența de apariție a petelor solare, doar activitatea geomagnetică reprezintă o măsură cuantificabilă a efectelor la suprafața planetei, manifestând o periodicitate undecenală - legată de ciclurile de activitate solară, o periodicitate sezonieră - legată de poziția axei dipolului magnetic terestru în raport cu planul eliptic și o periodicitate de 27 de zile - asociată perioadei de rotație proprie a Soarelui.

Condițiile fizice ale câmpului perturbat și ale particulelor care ajung de la Soare la Pământ nu sunt încă lămurite complet. Fiecare an și fiecare nou ciclu solar ne dezvăluie câte ceva din complexitatea relației Soare-Pământ și noi direcții de aplicare ale geomagnetismului la problemele activităților antropice. O atenție deosebită este dată furtunilor geomagnetice-fenomene tranzitorii ale câmpului geomagnetic generate de procesele dinamice din Soare ce pot debuta brusc printr-un șoc de tip ssc (storm sudden commencement) sau progresiv. Ele sunt urmate de o fază de scădere accentuată a componentei orizontale ce poate dura câteva ore, apoi de o fază de paroxism, cu o morfologie spectaculoasă, caracterizată prin fluctuații rapide și de mare amplitudine în toate componentele câmpului magnetic și în final, de o fază de revenire la starea de calm magnetic, numită convalescență. Începutul brusc al furtunilor (ssc) este înregistrat de toate observatoarele geomagnetice în același moment. Este generat de efectul fluxului de vânt solar asupra magnetosferei. Simultan are loc și o intensificare a fluxului radiațiilor solare electromagnetice în spectrul luminos. Aceste radiații ajung la Pământ în aproximativ 8 minute și pătrund în magnetosferă și în păturile superioare ionizante ale ionosferei, contribuind la creșterea conductivității acesteia și deci la intensificarea sistemelor de curenți care prin efect de dinam atmosferic produc variația diurnă solară Sq. Acest efect poate fi înregistrat doar la observatoarele situate în emisfera luminată de Soare și precede cu mai multe ore începutul brusc al furtunii asociate. Ssc-urile sunt inventariate continuu în observatorul Surlari unde vor primi un index asociat caracteristicilor de bază, ce pot prognoștica amploarea furtunii geomagnetice ce va avea loc în curând: 3 -eveniment intens, cu o schimbare accentuată de ritm al perturbației, amplitudine mare și morfologie remarcabilă; 2 -eveniment identificat cu certitudine ca ssc; 1 - posibil ssc dar nu atât de clar încât trebuie verificat cu înregistrări de la alte alte observatoare și alte longitudini; 0 -eveniment neinventariat de multe observatoare sau nu poate fi identificat ca ssc;

Pentru a evidenția calitatea înregistrărilor și a prelucrărilor efectuate în cadrul observatorului, s-a efectuat o comparație pentru anul 2017 între indicele planetar Kp și indicele K calculat din înregistrările zilnice din cadrul Observatorului Geomagnetic Național Surlari (figura nr. 1, dreapta). Procedul de calcul automat al indicilor a fost aplicat la seria magnetogramelor digitale înregistrate cu un pas de eșantionare de 0.5 secunde, raportându-se la o variație diurnă solară calmă (Sq), adoptată prin medierea celor mai calme 5 zile din lună, pentru fiecare lună analizată. După cum reiese și din figura 4 indicele K calculat din datele de la observatorul Surlari din anul

2017, este aproape identic cu Kp, indice ce se face public lunar, spre deosebire de K, calculat și publicat de observatorul Surlari la fiecare 3 ore.

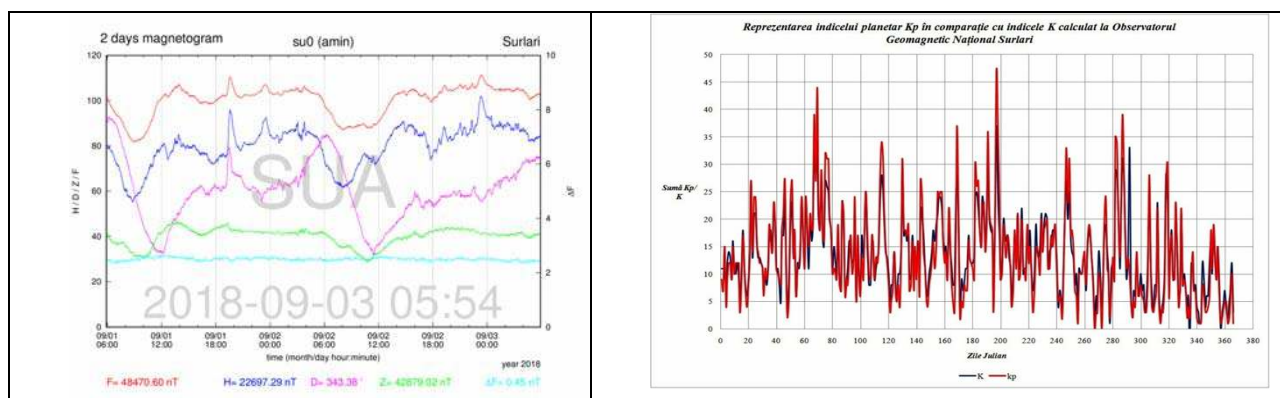


Fig. 1 Magnetograma ultimelor 24 de ore înregistrate în observatorul Surlari, în timp real (stânga) și reprezentarea grafică a indicelui planetar Kp comparativ cu indicele K calculat din înregistrările zilnice din cadrul Observatorului Geomagnetic Național Surlari K pentru anul 2017 (dreapta).

În cadrul observatorului, magnetograma ultimelor 24 de ore (figura nr.1, stânga) este vizualizată pe intranetul observatorului în timp real și actualizată la fiecare 10 minute, putând fi accesată din exterior în această fază prin intermediul VPN, pe bază de user și parolă. În același mod se pot afla și indicii de activitate geomagnetică K.

Aceste metodologii de prognoză a vremii spațiale, vor fi implementate permanent (inclusiv după terminarea proiectului) pe platforma web a observatorului (<http://surlari-observatory.ad.ro/>), cu acces public sau privat, funcție de tipul de date și de scopul utilizării lor (în curs de implementare anul viitor). Astfel, pentru latitudinile corespunzătoare teritoriului României efectul vremii spațiale asupra rețelelor de comunicații, navigație și transport al energiei electrice va putea fi cuantificat în timp real. Iar studiile efectuate asupra activității geomagnetice în corelație cu sursele de pe heliosferă vor contribui fără îndoială la avansarea cunoașterii în domeniu și la îmbunătățirea posibilității de estimare și/sau prognoză a unor efecte dăunătoare asupra vieții pe planeta noastră. Trebuie menționat și că echipamentele geofizice aflate în cadrul Observatorului Geomagnetic Național Surlari sunt agreate și recomandate de comunitatea științifică internațională.

În această fază au fost realizate în întregime toate activitățile: măsurători în teren în proximitatea a 2 aeroporturi și testarea a 2 proceduri experimentale de măsură (metode reziduală și metoda de nul). Metodologiile de selectate se vor testa și în faza următoare pentru ultimele 2 aeroporturi naționale.

Rezultatele obținute în acest proiect atestă faptul că în cadrul observatorului Surlari se pot elabora studii de analiză a diferitelor aspecte ale activității din domeniul aeronautic în scopul controlării și regularizării modificărilor semnificativ operaționale (în acest caz valorile de declinație de referință la o anumită epocă) respectându-se reglementările din AIP (Publicația de Informare Aeronautică) România. Testarea metodologiei de măsură se va continua și în viitor, pentru definitivarea unei metodologii complete, inclusiv a unor metode de monitorizare, evaluare și diseminare în timp real a stării magnetice pentru diversificarea produselor și serviciilor oferite unor utilizatori strategici. Platforma on-line în timp real va include și părțile cu atribuții pe linia situațiilor de urgență, cum ar fi diverși utilizatori economici, factori de decizie politică, autorități publice, comunitățile de afaceri, etc. Crearea unei rețele puternice, cu pagini publice, va conduce la crearea unei comunități largi pentru exploatarea eficientă a rezultatelor proiectului.

Obiectivul fazei IV/V.1 are în vedere o reconsiderare a unei importante baze de date, privind monitorizarea sistematică a câmpului magnetic terestru, în special a declinației, în stațiile de repetiție și în stația fundamentală națională de la Observatorul Geomagnetic Național Surlari, urmând să comparăm cu diferite modele globale (CM4, WDMAM, IGRF-12, Rețeaua de Variație Seculară) și cu măsurătorile executate în 2018, în cadrul acestui proiect. Analiza acestor modele, majoritatea utilizând date satelitare, ne vor ajuta să evidențiem posibile aspecte

locale ale dinamicii și configurației câmpului magnetic pe teritoriul național, aspecte pe care va trebui să le considerăm atunci când actualizarea declinației la capătul pistelor de aterizare-decolare va fi necesară.

Preocuparea pentru lucrări, privind întreg teritoriul român după constituirea Statului unitar în 1918, a fost lansată în 1931 de către St. Procopiu care în decursul unui deceniu a făcut măsurători în 85 stații. Adăugând cele 50 stații ale lui Hepites și Murat, precum și cele 4 stații din rețeaua Linzar, el a adus toate datele de observație la epoca 1940.5 (Procopiu, 1931; Procopiu, 1933; Procopiu, 1941). În 1935, G. Atanasiu începe o serie de determinări sistematice într-o rețea mai densă de stații în Transilvania și în Banat. Repetarea periodică a măsurătorilor a permis realizarea unei hărți regionale de distribuție a elementelor geomagnetice și a variației seculare cu o densitate suficientă pentru a putea pune în evidență nu numai tendința generală, ci și câteva anomalii (Atanasiu, 1937).

Un moment marcant pentru istoria cercetărilor magnetice în România a fost punerea în funcțiune, în 1943, a Observatorului Magnetic Național Surlari (O. G. N. Surlari), situat la 40 km NE de București, stație fundamentală capabilă să furnizeze nivele absolute și diverse tipuri de reduceri. L. Constantinescu și G. Atanasiu, împreună cu colaboratorii, au format două grupe de lucru care, din 1950, au reevaluat periodic distribuția valorilor normale ale elementelor geomagnetice pentru România sau pentru Transilvania și Banat la epoci succesive (Constantinescu et al., 1961; Atanasiu et al., 1959; Atanasiu et al., 1965; Demetrescu și Neșțianu, 1984). Variația seculară a câmpului geomagnetic pe teritoriul României a fost sintetizată în câteva lucrări publicate (Atanasiu, 1971; Constantinescu et al., 1979; Anghel et al., 1980; Demetrescu et al., 1985; Soare et al., 1998).

Din anul 1966 se face remarcabil caracterul sistematic al studiului câmpului geomagnetic și al variațiilor sale. Astfel s-a constituit o rețea națională de repetiție compusă din 21 stații (Atanasiu et al., 1970) sprijinite pe stația de bază de la O. G. N. Surlari, ale căror nivele absolute au fost comparate periodic prin măsurători directe cu alte observatoare europene, sau prin schimburi permanente de valori momentane.

Pentru o lungă perioadă, legislația epocii a impus restricții severe asupra publicării valorilor absolute ale declinației magnetice, și ca urmare, determinarea acestui element a fost posibilă numai la Observatorul Surlari.

În 1989 au fost reluate măsurători ale declinației magnetice de către D. Gilbert (Franța), M. Ene (Centrul de Fizica Pământului) și M. Alexandrescu (Institutul Geologic) în câteva dintre stațiile de repetiție, cu un dispozitiv DI-Flux de la Observatorul Magnetic Național al Franței, Chambon-la Foret. Trebuie menționat că din 1966 până în prezent, au fost efectuate măsurători ale elementelor geomagnetice H, Z, F, la interval de 2 ani până în 1980 și pe cât posibil în fiecare an după aceea, de către specialiști de la Centrul de Fizica Pământului (în prezent Institutul de Geodinamică al Academiei Române) și Institutul Geologic. Începând cu 2001, Institutul de Geodinamică a reluat măsurătorile elementelor D și I în cea mai mare parte din stațiile rețelei naționale cu aparate de ultima generație (teodolit DI-Flux pus la dispoziție de către O.G.N-Surlari). Observatorul Surlari a fost stație națională de referință pentru aceste măsurători.

În perioada 1996-1998, Direcția Topografică Militară (DTM) din cadrul Ministerului Apărării Naționale împreună cu Institutul Geologic al României și Institutul de Geodinamică al Academiei Române au reproiectat rețeaua națională de stații de repetiție.

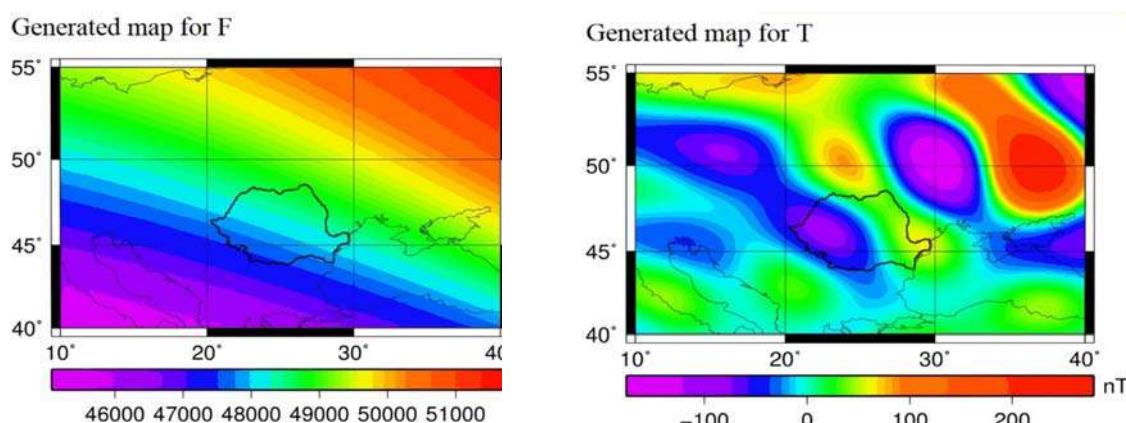


Figura nr. 2 Câmpul normal (gradele 1-15 ale armonicelor sferice luate în considerare), stânga, și cel crustal (armonice sferice de grad 16-65), dreapta, separate din modelul CM4 (Purucker, 2012)

Până în prezent s-au obținut 17 seturi de date de câmp geomagnetic și topografice validate, din proximitatea tuturor aeroporturilor internaționale românești, constituind o bază de date și o viitoare serie de timp a Rețelei de Variație Seculară Aero-Portuară (RVSAP).

În figura nr. 2 (stânga) se observă că valoarea câmpului normal (câmp intern principal) are o distribuție relativ uniformă deasupra teritoriului României, cu valori medii în jur de 48.000 nT. Câmpul crustal are o distribuție spațială mai neomogenă, cu valori de +/- 100 nT, evidențiindu-se anomalii regionale în zona internă a arcului Carpatic și Dobrogea de Nord.

Măsurătorile executate de câteva decade de Institutul de Geodinamică al Academiei Române au pus în evidență un bias anomal (-1—0.6 nT) în stațiile de repetiție, considerat inițial o contribuție a câmpului crustal, asumat ca fiind constant în timp, iar ulterior, ca o contribuție a câmpului extern (figura nr. 3, stânga sus). Zonele anormale se situează în Transilvania și Banat.

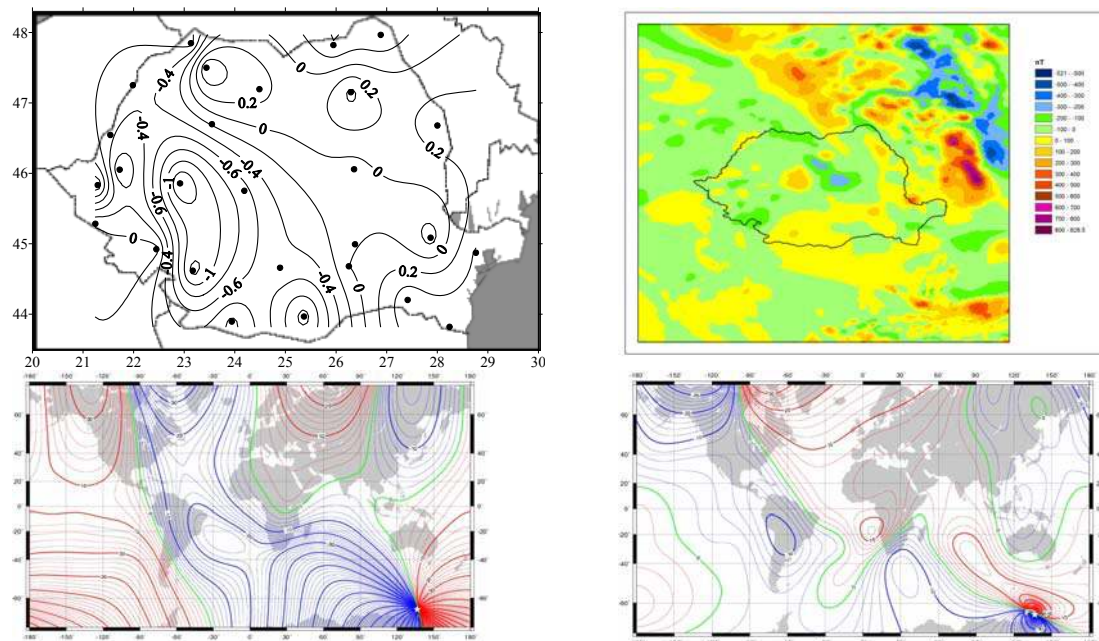


Figura nr. 3 Biasul anomal al stațiilor de repetiție (Dobrica et al., 2012) stânga sus, Câmpul total anomal (WDMAM, Korhonen et al., 2008), dreapta sus, Declinația la epoca 2015.0 (IGRF-12, Thebault et al., 2015), stânga jos și variația seculară a declinației pe perioada 2015-2020 (IGRF-12, Thebault et al., 2015), dreapta jos.

Pentru o mai bună înțelegere a dinamicii spațiale a câmpului geomagnetic, în special a celui generat de sursele din lithosferă, au fost selectate pe lângă modelul comprehensiv CM4 (figura nr. 2) care însă nu pune în evidență detalii ale semnăturii magnetice generate de surse locale și cele din prima compilație globală – Harta Magnetică cu anomalii a globului WDMAM). Aceasta este rezultanta unui efort internațional (Korhonen et al., 2007) care ilustrează câmpul magnetic crustal cu o rezoluție de 3 minute de arc (5 km la ecuator), la 5 km altitudine. Aici sunt puse în evidență surse magnetice locale în zona depresiunii Transilvane și a Dobrogei de Nord, ce generează anomalii magnetice de până în 300 nT.

În ceea ce privește Modelul Global de Referință IGRF-12 (figura nr. 3, jos), atât declinația cât și variația ei seculară calculată până în 2020, are deasupra continentului european o distribuție spațială cu gradienti mici, în jurul a 6 grade pentru declinație și cu o rată de variație foarte lentă, de câteva minute pe an.

Putem concluziona că țintele planificate pentru faza 4 sunt realizate și se concretizează prin elaborarea unei documentații tehnice de execuție necesară unei soluții metodologice competitive pentru problemele specifice ce țin de securitatea transporturilor aero sau maritime.

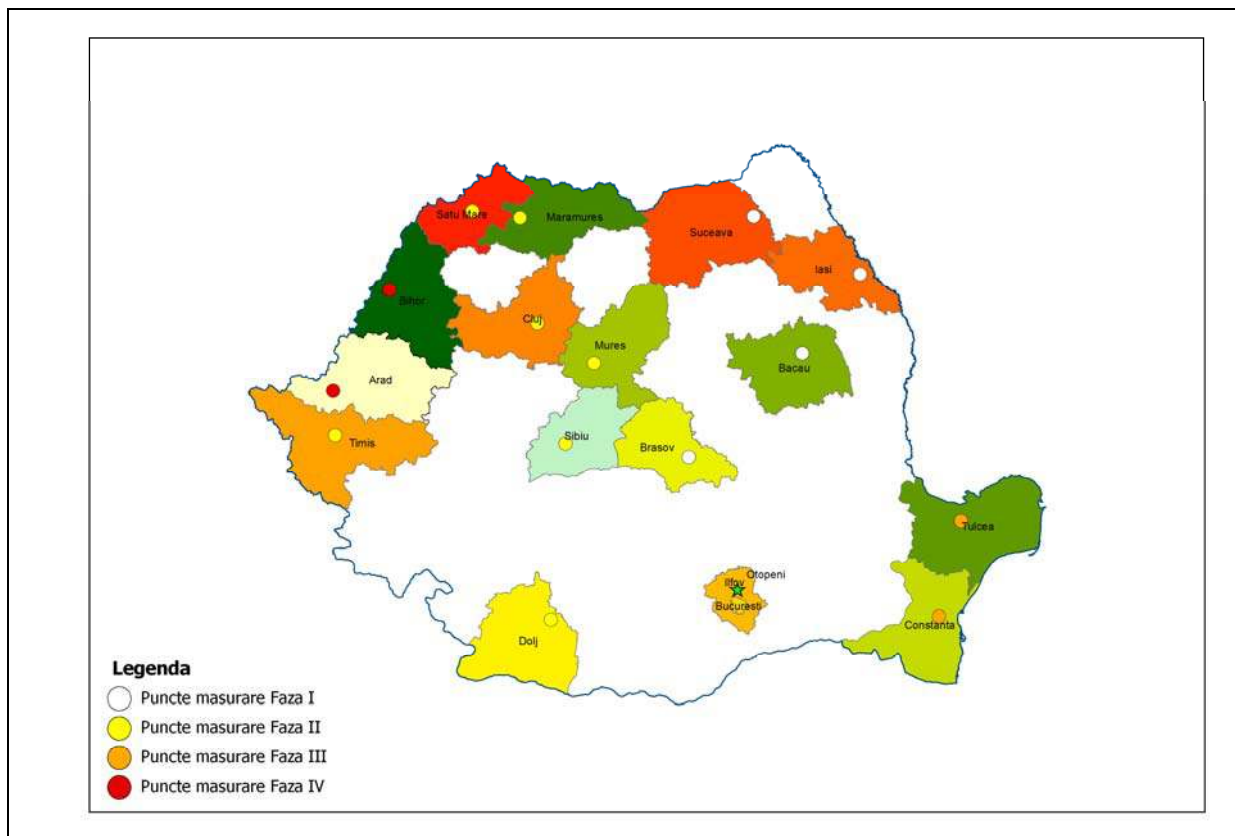


Figura nr. 4 Aeroporturile (puncte galbene, albe, oranj și roșii) pe care s-au făcut determinări de declinație în acest proiect și poziția Observatorului Geomagnetic Național Surlari (stea verde).

Ulterioarele măsurători periodice ce vor fi executate în cele 17 stații ale Rețelei de Variație Seculară Aero-Portuară (Figura nr. 4), vor putea oferi soluții eficiente din punct de vedere economic operatorilor aeroportuari care vor putea fi informați despre perioada de timp după care valorile de declinație vor trebui actualizate la fiecare aeroport, funcție de structura geologică locală a crustei. Urmărim crearea unei serii de timp ce va pune în evidență eventuale biasuri în punctele de măsură și vor putea cuantifica rapid evoluția temporală a declinației în proximitatea zonelor aero-portuare.

Platforma on-line în timp real (<http://surlari-observatory.ad.ro/>), creată în cadrul acestui proiect, cu acces public sau privat, funcție de tipul de date și de scopul utilizării lor (în curs de diversificare) va include în viitor și părțile cu atribuții pe linia situațiilor de urgență, cum ar fi diverși utilizatori economici, factori de decizie politică, autorități publice, comunitățile de afaceri, etc. Crearea unei rețele puternice, cu pagini publice, va conduce la crearea unei comunități largi pentru exploatarea eficientă a rezultatelor proiectului.

Toate aceste aspecte au fost luate în calcul în faza 4.1 atunci când s-au analizat prin comparație, cu rezultatele obținute în Rețeaua de Variație Seculară Aero-Portuară.

Un prim rezultat concret, cu posibilități de utilizare imediată și susceptibil de valorificări ulterioare în diferite direcții, este constituit chiar de baza de date geomagnetice de declinație, sistematizate omogen și unitar pe support digital, comparabilă cu bazele similare existente în alte stații fundamentale din țări dezvoltate. Acest material, permite sortarea rapidă a informațiilor privitoare la aspectele variaționale ale declinației, al căror substrat fenomenologic poate produce efecte cu impact major în orientarea și navigația aeriană pe teritoriul național. Astfel, Observatorul Geomagnetic Național trebuie să fie o componentă esențială a programului național de securitate a traficului aerian.

Câmpul magnetic terestru variază permanent la toate scările, atât în timp cât și în spațiu. În timp, spectrul său de perioade ocupă o bandă cuprinsă între fracțiuni de secundă și câteva sute de ani, cu amplitudini de fracțiuni de nT (nano Tesla) până la câteva sute de nT, iar în spațiu distribuția de la suprafața Pământului are valori cuprinse între 3 și

7.000 nT. În general, circa 95-97% din câmpul măsurat la suprafața Pământului își are sursele în interiorul acestuia (câmpul principal, produs printr-un mecanism de tip dinam în nucleul extern, câmpul crustal, legat de distribuția rocilor cu proprietăți magnetice din crustă, câmpul indus în crustă și manta de variațiile câmpului magnetic extern și ale celui principal). Diferența de 3-5% față de câmpul măsurat la suprafața Pământului își are originea în exteriorul globului terestru, fiind produs de sistemele de curenți din magnetosferă și ionosferă, controlate de emisia electromagnetică, corpusculară și magnetică a Soarelui. Câmpul geomagnetic principal prezintă o variație lentă în timp, numită variație seculară, în timp ce câmpul extern are o variabilitate ridicată, corelată cu procesele ce se petrec în Soare și în heliosferă, și interacționează cu magnetosfera și ionosfera.

În ultimele decenii, misiunile satelitare (Swarm, Ørsted, Champ, SAC-C), datorită unei acoperiri dense și omogene a suprafeței Pământului cu măsurători, au oferit posibilitatea unui progres considerabil în descifrarea câmpului magnetic terestru. Aceste misiuni satelitare au reprezentat sursa primară de date în elaborarea modelelor de câmp magnetic și a variației seculare a acestuia. Analiza combinată a datelor satelitare cu datele măsurate la suprafață au dus la eliminarea zgomotelor și la o mai bună separare a diverselor surse ale câmpului geomagnetic. Datele satelitare au fost folosite împreună cu datele publicate de observatoare pentru realizarea modelelor definitive ale Câmpului Geomagnetic Internațional de Referință (International Geomagnetic Reference Field-IGRF) pentru mai multe epoci, fiind reactualizat din cinci în cinci ani. Câmpul magnetic F la scara globului terestru este în modul cel mai general reprezentat de coeficienții dezvoltării în funcții armonice sferice ale potențialului său, pornindu-se de la supoziția că el este un câmp integral potențial ($F = -\nabla V$, $\nabla F = 0$) care satisface ecuația lui Laplace $\nabla^2 V = 0$. Potențialul la suprafața Pământului este suma potențialului câmpului cu sediul în interiorul Pământului (V_i) cu acela al surselor situate în afara lui (V_e). La suprafață câmpul datorat surselor externe este mult mai mic decât cel al surselor interne așa încât acesta poate fi neglijat.

$$V_i = a \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n (a/r)^{n+1} P_n^m(\cos\theta) [g_n^m \cos m\lambda + h_n^m \sin m\lambda]$$

Soluția ecuației potențialului se prezintă de obicei în coordonate polare r, θ, λ , unde r este raza calculată de la centrul Pământului, θ este colatitudinea de la polul magnetic nord, iar λ este longitudinea estică în raport cu meridianul Greenwich. $P_n^m(\cos\theta)$ sunt funcțiile seminormate Schmidt asociate funcțiilor Legendre de grad n și ordin m , unde $n \geq 1$ și $m \leq n$, care pot fi găsite în tratatele clasice de geomagnetism (Chapman & Bartels, 1940; Bock, 1942; Parkinson, 1983), g_n^m și h_n^m sunt coeficienții armonici sferici, care pot descrie câmpul în punctele r, θ, λ iar a este raza medie a Pământului (6 371,2 km).

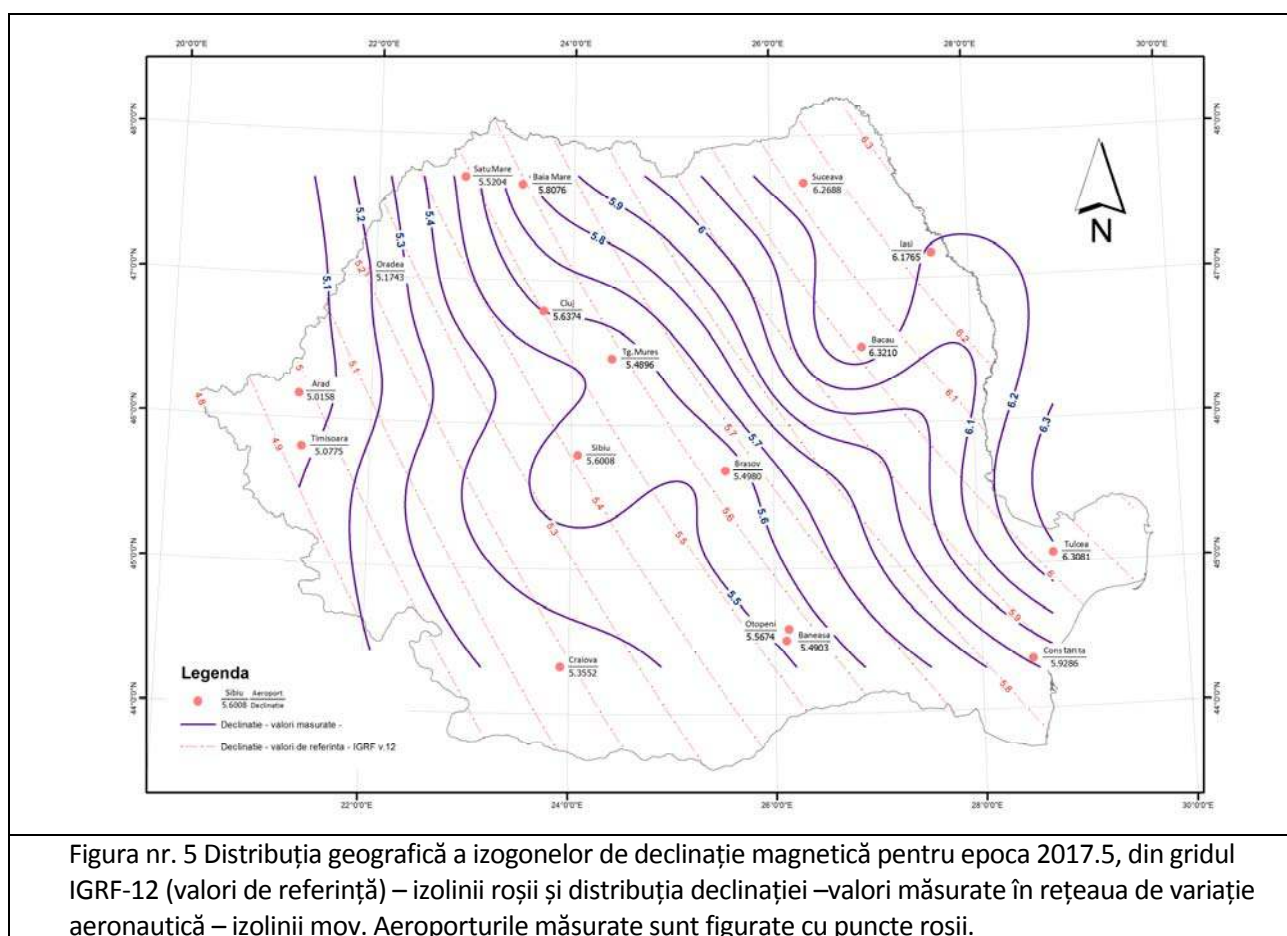
Componentele carteziene ale vectorului magnetic sunt: $X = r^{-1} \partial V / \partial \theta$, $Y = -(r \sin \theta) \partial V / \partial \lambda$, $Z = \partial V / \partial r$, unde V este potențialul V_i , în care este luată în considerare doar partea internă a câmpului magnetic, iar $r = a$ la suprafața Pământului.

Utilizarea acestor formule face posibil calculul câmpului magnetic în orice punct de pe suprafața lui ($r = a$) sau, cu o mică aproximație, în spațiul exterior apropiat.

Modelele pentru câmpul principal sunt trunchiate la $N = 13$ (195 coeficienți) începând cu epoca 2000,0, care reprezintă un compromis adoptat pentru a oferi o reprezentare cât mai bună a câmpului principal, datorat surselor profunde ale Pământului și mai puțin surselor crustale. Coeficienții pentru câmpul principal sunt rotunjiți la nanoTesla (nT) pentru a oferi o cât mai bună rezoluție. Coeficienții pentru datele calculate la un interval de 5 ani sunt obținuți prin interpolarea liniară a coeficienților corespunzători epocilor învecinate.

Pornind de la acești coeficienți se obține un model, permanent reajustat, al distribuției câmpului geomagnetic prin reprezentări cartografice la scară globală. Câmpul geomagnetic actual este stabilit pe baza reevaluării, în etape de 5 ani, a coeficienților g_n^m și h_n^m determinați prin măsurătorile efectuate la observatoarele planetare din rețeaua INTERMAGNET completate cu date satelitare. Câmpul dipolar este o primă aproximație a sa, iar reprezentarea prin armonicele sferice de gradul 13, deși oferă un model mai fidel al câmpului terestru global, totuși diferă cu mii de nT de câmpul local măsurat în anumite zone, în special în zonele ecuatoriale. Pe măsură ce gradul coeficienților armonici crește modelul câmpului rezultat aproximează din ce în ce mai corect anomaliile din ce în ce mai locale, fără însă să ajungă la o reprezentare perfectă.

Utilizând modelul IGRF v12 (valid pentru perioada 1900-2020, definitive pentru perioada 1945-2010 și predictive pentru 2011-2020) cât și softul obținut de la National Geophysical Data Center, USA (<http://www.ngdc.noaa.gov/>), au putut fi estimate componentele câmpului geomagnetic pentru orice punct de pe suprafața globului. Aplicarea acestui algoritm pentru țara noastră, a permis calculul declinației geomagnetice pentru epoca 2017.5, pentru altitudinea de 0 km, într-un grid de 0.5 x 0.5 grade (Figura 5 și Figura 6).



Menționăm că, în cadrul acestui proiect, magnetometrele au fost etalonate cu regularitate prin măsurători de comparație cu instrumentele absolute de la observatorul Surlari, la începutul și la sfârșitul fiecărei campanii de teren, precum și în cadrul sesiunilor de măsurători de comparație de la The XVIIIth IAGA Workshop on Geomagnetic Observatory Instruments, Data Acquisition and Processing, desfășurat la observatorul Conrad, Austria și la 75 YEARS OF GEOMAGNETIC MEASUREMENTS OF THE ROMANIAN CENTENARY, masă rotundă și workshop, organizat de observatorul Surlari în octombrie 2018.

Din cele două figuri (obținute prin suprapunerea IGRF-12, modelul global de referință (izogone roz) care pentru epoca 2017.5 este predictiv, cu izoliniile obținute prin interpolarea cu diverse metode a punctelor din Rețeaua de Variație Seculară Aero-Portuară, reprezentată de toate aeroporturile Internaționale românești și câteva aerodromuri) rezultă 2 zone anormale mari: Sibiu-Târgu Mureș-Brașov și Iași-Bacău-Tulcea care ies din marja predictivă a IGRF-12. Asta înseamnă că pentru aeroporturile menționate mai sus, determinări de declinație în valoare absolută la epocile 2018.5, 2019.5, etc sunt necesare. Totodată, vor fi necesare măsurători pentru aeroporturile care vor face curând trecerea la următoarea valoare în grade întregi, prin rotunjirea la grad solicitată de regulamentele ICAO: de exemplu Oțopeni, Băneasa, Brașov, Târgu Mureș.

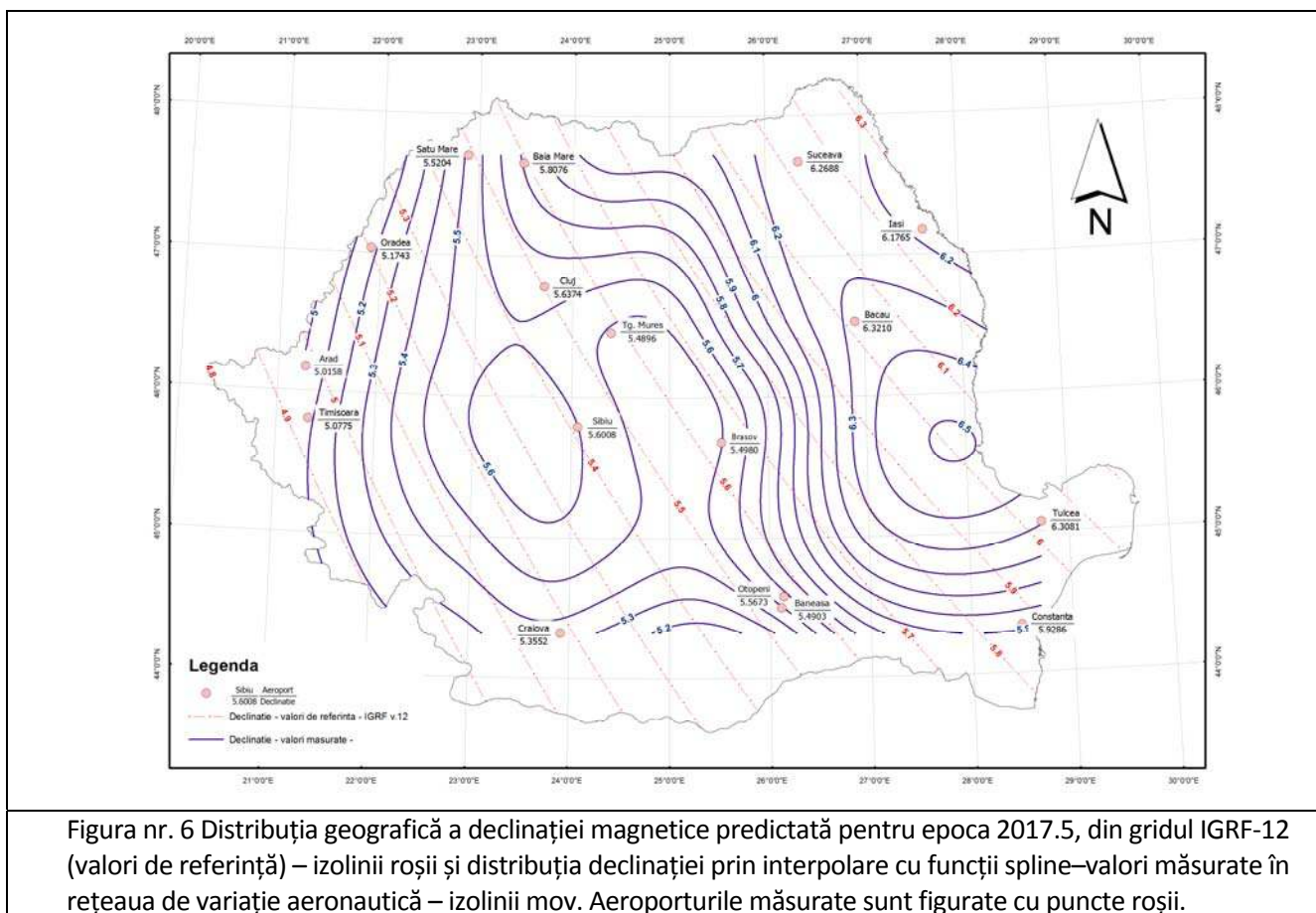


Figura nr. 6 Distribuția geografică a declinației magnetice predictată pentru epoca 2017.5, din gridul IGRF-12 (valori de referință) – izolinii roșii și distribuția declinației prin interpolare cu funcții spline–valori măsurate în rețeaua de variație aeronautică – izolinii mov. Aeroporturile măsurate sunt figurate cu puncte roșii.

Stadiul final de implementare a proiectului este în conformitate cu calendarul activităților prevăzut în propunerea de proiect, astfel încât realizarea acestei ultime faze nr. 4.1 nu a necesitat modificări, activitățile realizate fiind aceleași cu cele planificate, atingându-se în totalitate obiectivele propuse. Până în prezent s-au obținut 17 seturi de date de câmp geomagnetic și topografice validate, din proximitatea tuturor celor 17 aeroporturi internaționale, aerodromuri și heliporturi românești, date ce au fost analizate în contextul Modelului Internațional de Referință IGRF v12. Putem concluziona că țintele planificate pentru faza 4/4.1 sunt realizate și se concretizează prin elaborarea unei documentații tehnice de execuție necesară unei soluții metodologice competitive pentru problemele specifice ce țin de securitatea transporturilor aero sau maritime.

Rezultatele obținute în această fază atestă faptul că în cadrul observatorului Surlari se pot elabora studii de analiză a diferitelor aspecte ale activității din domeniul aeronautic în scopul controlării și regularizării modificărilor semnificativ operaționale (în acest caz valorile de declinație de referință la o anumită epocă) respectându-se reglementările din AIP (Publicația de Informare Aeronautică) România.

Prin studiile efectuate, s-au creat, s-au îmbunătățit și standardizat metodologii specifice prin adaptarea echipamentelor existente și validarea acestora în condiții de laborator și de teren, pentru monitorizarea, măsurarea și interpretarea particularităților câmpului geomagnetic, cu aplicații specifice în eliminarea riscurilor în navigație și transport. Astfel, s-au determinat prin măsurători și prelucrări dedicate, valori absolute de câmp magnetic de referință pentru o anumită epocă, reprezentative zonelor aero-portuare, la o anumită epocă. Totodată, s-a creat o rețea națională – Rețeaua de Variație Seculară Aero-Portuară (RVSAP) și o bază de date tip serie de timp ce va fi completată prin monitorizarea periodică a declinației conform cu Aeronautical Information and Regulation and Control – AIRAC (www.aisro.ro), cu reglementările din GEN 3.1-4/AIP ROMÂNIA și cu AIC B01/2014. Metodologii de măsură și prelucrare cât și de monitorizare și de evaluare a stării magnetice au fost îmbunătățite și testate în infrastructura de cercetare amagnetică a observatorului Surlari și diseminate prin intermediul unei platforme web, cu acces pe bază de username și parolă. Aceste studii și metodologii îmbunătățite și standardizate sunt dedicate unei nișe de beneficiari strategici la nivel național care ar putea să le implementeze în vederea respectării reglementărilor specifice impuse la nivel european și internațional. De

exemplu, reglementarea Autorității Aeronautice Civile Române RACR – AIS partea 3, pct. AD 2.2 (5) prevede că declinația magnetică face parte din setul de date geografice și administrative ale oricărui aeroport sau aerodrom, set ce trebuie actualizat periodic și publicat în AIP (pachetul integrat de informare aeronautică).

Continuarea măsurătorilor în RVSAP și extinderea seriei de timp cu valori de declinație va reprezenta o soluție ieftină și durabilă pentru a răspunde unor provocări pe linia siguranței traficului aerian și naval pe teritoriul național. Este vorba de o evaluare corectă și personalizată pentru fiecare aeroport a ratei variației anuale a declinației și implicit perioada corectă la care declinația magnetică, rotunjită la cea mai apropiată valoare în grade, va trebui actualizată. Urmărirea variației în timp și în spațiu a câmpului geomagnetic se bucură în prezent de un interes sporit din partea comunității internaționale și a agențiilor spațiale, care desfășoară programe de măsurători făcute cu ajutorul sateliților pentru caracterizarea cât mai complexă a distribuției spațiale și temporale la scara globului terestru. Măsurătorile repetate în ani succesivi în așa numitele „rețele de stații geomagnetice repetate” se dovedesc în acest context a fi o sursă de informații complementară în efortul care se face în prezent pentru caracterizarea cât mai exactă a contribuției diferitelor surse care produc câmpul geomagnetic.

Bugetul propus pentru proiectul PN 18 47 03 01 în 2018 a fost de 800.000 lei iar finanțarea sa a fost de numai 722.270 lei, diferența de 77.730 lei nefiind finanțată de programul PN. Menționăm însă că obiectivele și indicatorii proiectului nu au fost afectați iar toate fazele proiectului au fost îndeplinite în totalitate.

Trebuie subliniat că acest proiect a reprezentat punctul de pornire al unui proces de inovare în care rezultatele cercetării au fost introduse pe piață printr-un proces liniar pornind de la cercetarea științifică fundamentală, aplicativă, trecând apoi prin stadiul demonstrațiilor experimentale, la scară pilot. Din cele 9 trepte de pregătire tehnologică ce standardizează procesul de inovare (Technology Readiness Levels-TRL) am parcurs prin acest proiect doar 4. Continuarea acestui proiect prin demonstrarea prototipului în mediu real poate duce la finalizarea unui proces de inovare în acest domeniu și o șansă pentru cercetarea de nișă.

Continuarea acestui proiect, constând în repetarea măsurătorilor de declinație în zonele aero-portuare în următorii 4 ani pentru o evaluare corectă și personalizată pentru fiecare aeroport a ratei variației anuale a declinației și implicit perioada corectă la care declinația magnetică, rotunjită la cea mai apropiată valoare în grade, va trebui actualizată. Urmărirea variației în timp și în spațiu a câmpului geomagnetic se bucură în prezent de un interes sporit din partea comunității internaționale și a agențiilor spațiale, care desfășoară programe de măsurători făcute cu ajutorul sateliților pentru caracterizarea cât mai complexă a distribuției spațiale și temporale la scara globului terestru. Măsurătorile repetate în ani succesivi în așa numitele „rețele de stații geomagnetice repetate” se dovedesc în acest context a fi o sursă de informații complementară în efortul care se face în prezent pentru caracterizarea cât mai exactă a contribuției diferitelor surse care produc câmpul geomagnetic.

2.2. Proiecte contractate:

Cod obiectiv	Nr. proiecte contractate	Nr. proiecte finalizate	Valoare (mii lei)	Total (lei)
			2018	
1. PN 18 47 01	1	1	720	720.000
2. PN 18 47 02	2	2	1.000	1.000.000
3. PN 18 47 03	1	1	722,27	722.270
4. PN 18 47 04	0	0	0	0
5. PN 18 47 05	0	0	0	0
Total:	4	4	2.442,27	2.442.270

2.3 Situatia centralizată a cheltuielilor privind programul-nucleu :

	lei	
	2018	Total
I. Cheltuieli directe	1.221.135	1.221.135
1. Cheltuieli de personal	1.146.024	1.146.024
2. Cheltuieli materiale și servicii	75.111	75.111
II. Cheltuieli Indirecte: Regia	1.221.135	1.221.135
III. Achiziții / Dotări independente din care:	0	0
1. pentru construcție/modernizare infrastructura	0	0
TOTAL (I+II+III)	2.442.270	2.442.270

3. Analiza stadiului de atingere a obiectivelor programului

Programul s-a desfășurat prin execuția fazelor fiecărui proiect în mod independent în cadrul celor 3 obiective cu proiecte finanțate și raportarea realizărilor la finalizarea fazelor fiecărui proiect.

Hărți geotematice naționale. Au fost publicate 27 de foi din Harta Geologică a României la scara 1:50.000, toate fiind înregistrate cu ISBN. Câteva exemplare au fost cumpărate deja de beneficiari.

Studii privind resursele minerale ale României. Au elaborate lucrări științifice cu care s-a participat la manifestări științifice interne și internaționale. Au fost obținute date privind: mineralogia și petrologia rocilor gazdă, procesele de mineralizare și caracteristicile asociațiilor de minerale, relațiile dintre mineralizații și mineralele de gangă, reprezentări grafice ale unor areale în care apar mineralizații etc. Au fost obținute date privitoare la conținuturile unor zăcăminte în elemente majore și minore, respectiv în minerale și elemente critice și s-au efectuat estimări asupra potențialului metalogen al unor areale din Munții Apuseni și Banat. S-au obținut noi date cu privire la distribuția geochimică a lantanidelor din aria Masivului Ditrău, contribuind la completarea informațiilor privind identificarea și conturarea unor arii de prognoză ce pot constitui surse potențiale de substanțe minerale utile. Au fost cartate geologic și radiometric zonele cu exploatare miniere uranifere vechi, precum: Tulgheș, Grințieș și Poienile de sub Munte.

Mediu – Geohazard. S-au făcut măsurători pe teren în proximitatea a 2 aeroporturi și au fost testate 2 proceduri experimentale de măsură (metoda reziduală și metoda de nul). Până în prezent, s-au obținut 13 seturi de date de câmp geomagnetic și topografice validate, din proximitatea a 13 aeroporturi internaționale românești. Rezultatele măsurătorilor au fost predate aeroporturilor pentru a le folosi în navigația aeriană.

4. Prezentarea rezultatelor:

4.1. Valorificarea în producție a rezultatelor obținute:

Denumirea proiectului	Tipul rezultatului (studiu proiect, prototip, tehnolog, etc., alte rezultate)	Efecte scontate
1. PN18 47 01 01 Contribuții la Harta geologică a României la scara 1:50.000,	22 Foi de hartă geologică la scara 1:50000 publicate.	Creșterea livrărilor de foi de hartă la scara 1:50000 către diverși beneficiari. Corelarea mai ușoară cu hărțile geologice ale altor țări din Europa. Creșterea vitezei de armonizare a datelor geologice cu datele din restul

cartare geologică, vectorizarea hărților parțiale și tipărirea hărților definitive;		Europei. Ușurarea activității de actualizare a hărților geologice odată cu creșterea volumului de informații. Sporirea șanselor IGR de a participa la proiecte internaționale și naționale legate de corelări geologice regionale, siguranța construcțiilor și resursele minerale.
2. PN18 47 02 01 - Metalogenia ariilor carpatice din România: modele metalogenetice și potențial metalogen	Studiu proiect. Modele metalogenetice. Indici de mineralizare.	Creșterea posibilității de identificare de mineralizații cu importanță economică. Sporirea șanselor IGR de a participa la proiecte internaționale și naționale legate de resurse minerale.
3. PN18 47 02 02 - Studii geochimice și radiometrice pentru îmbunătățirea prognozei privind potențialul de lantanide și elemente radioactive în perimetrele vechi considerate epuizate în contextul actualei strategii europene privind materiile prime critice;	Studiu, hărți geochimice.	Îmbunătățirea prognozei privind potențialul de lantanide și elemente radioactive în perimetrele vechi exploatate în Carpații Orientali.
4. PN18 47 03 01 - Geomagnetism și metode geofizice conexe pentru atingerea standardelor europene de securitate a traficului aerian și maritim și deservirea societății	<p>Proceduri și metodologii specifice prin adaptarea echipamentelor existente pentru monitorizarea, măsurarea și interpretarea particularităților câmpului geomagnetic, cu aplicații în eliminarea riscurilor în navigație și transport;</p> <p>Produs: Declinație, valori absolute raportate la stația națională de referință, pentru o anumită epocă;</p> <p>Hartă și bază de date - serie de timp - pentru o anumită epocă, asociată Rețelei de Variație Seculară Aero-Portuară (RV SAP);</p> <p>Platformă on-line (http://surlari-observatory.ad.ro/), cu acces prin intermediul VPN, pe bază de user și parolă pentru indicii de</p>	<p>Aceste studii și metodologii îmbunătățite și standardizate sunt dedicate unei nișe de beneficiari strategici la nivel național, prin introducerea acestora în reglementările specifice impuse la nivel european și internațional.</p> <p>Utilizând metodologiile standardizate, de măsurare, de selecție a locațiilor în care se va face măsurarea, de monitorizare și/sau de procesare, declinația va putea fi determinată și monitorizată periodic în conformitate cu reglementările Aeronautical Information and Regulation and Control – AIRAC (www.aisro.ro), GEN 3.1-4/AIP ROMÂNIA și cu AIC B01/2014.</p> <p>Măsurătorile repetate în ani succesivi în așa numitele „rețele de stații geomagnetice repetate” se dovedesc în acest context a fi o sursă de informații complementară în efortul care se face în prezent pentru caracterizarea cât mai exactă a contribuției diferitelor surse care produc câmpul geomagnetic.</p> <p>Efecte socio-economice și de mediu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - identificarea nevoilor interne și creșterea gradului de utilizare la nivel național a produselor cercetării românești; - furnizarea de expertiză în elaborarea politicilor de siguranță în pentru reducerea riscurilor în traficul aerian și maritim național; - creșterea interacțiunii dintre cercetarea fundamentală, companiile din sectorul public sau privat prin susținerea unei agende de cercetare comune; - creșterea calității produselor și serviciilor oferite precum securitatea în domeniul transporturilor aeronautice cât și

	activitate geomagnetică K, calculați automat și actualizați în timp real (la fiecare 3 ore).	informarea cetățenilor privind acest tip de geohazard; - creșterea calității vieții prin monitorizarea și diminuarea riscurilor generate de geohazarde, alături de o informare accesibilă publicului larg; - specializarea resursei umane din cadrul observatorului în domeniul geohazardelor, printr-o specializare aplicativă inteligentă; - extinderea cunoașterii științifice în domenii de nișă, cu caracter strategic național; - credibilizarea și demonstrarea impactului social al științei.
--	--	---

4.2. Documentații, studii, lucrări, planuri, scheme și altele asemenea:

Tip	Nr. Total	în 2018
Documentații	1	1
Studii	5	5
Lucrări	8	4
Planuri		
Scheme		
Altele asemenea (<i>se vor specifica</i>)		
Hartă și bază de date - serie de timp valori de declinație - pentru o anumită epocă	1	1
Platformă on-line (http://surlari-observatory.ad.ro/), cu acces prin intermediul VPN, pe bază de user și parolă pentru indicii de activitate geomagnetică K	1	1

Din care:

4.2.1. Lucrări științifice publicate în jurnale cu factor de impact relativ ne-nul (2018-2020):

Nr.	Titlul articolului	Numele Jurnalului, Volumul, pagina nr.	Nume Autor	Anul publicării	Scorul relativ de influență al articolului	Numărul de citări ISI
1.	Growth of chloritoid and garnet along a nearly isothermal burial path to 70 km depth: an example from the Bughea Metamorphic Complex, Leaota Massif, South Carpathians	Mineralogy and Petrology 112/4, 535-553 https://doi.org/10.1007/s00710-017-0552-9	Negulescu E., Săbău G., Massonne H.-J.	2018		
2.	Post-Variscan metamorphism in the Apuseni and Rodna Mountains (Romania): evidence from Sm–Nd garnet and U–Th–Pb monazite dating	Swiss J. Geosci., Online first, https://doi.org/10.1007/s00015-018-0322-7	Reiser M.K., Săbău G., Negulescu E., Schuster R., Tropper P., Fügenschuh B.	2018		
	Geochemical distribution of Ti, Mn, V, Fe, Zn and Pb in stream sediments in	Conference Proceedings ISSN 1314-2704, 5, 87-95.	Ion A., Cosac A. și Bargaoanu D.	2018		

	relation to geology, lithology and anthropogenic activities: Olteț River Basin, Romania	DOI:10.5593/sgem2018/5.2				

4.2.2. Lucrări/comunicări științifice publicate la manifestări științifice (conferințe, seminarii, worksopuri, etc):

Nr. crt.	Titlul articolului, Manifestarea științifică, Volumul, Pagina nr.	Nume Autor	An apariție	Nr. citări ISI
1	<i>Hydrothermal alteration assemblages and patterns in porphyry copper systems in Romania.</i> XXI International Congress of the Carpathian Balkan Geological Association (CBGA - 2018), Salzburg (Austria). <i>Geologica Balcanica</i> (ISBN 978-954-90223-7-7; print); ISBN 978-954-90233-8-4 (eBook), Abs. Vol., p. 278.	Milu V.	2018	
2	<i>Prospects of the use of volcanic geosites from the Carpathian areas of Romania for informal geological education and awareness.</i> XXI International Congress of the Carpathian Balkan Geological Association (CBGA - 2018), Salzburg (Austria). <i>Geologica Balcanica</i> (ISBN 978-954-90223-7-7; print); ISBN 978-954-90233-8-4 (eBook), Abs. Vol., p. 365.	Papp D.C., Milu V., Cociuba I.	2018	
3	<i>Hydrosilicate aqueous -, and vapor – “melt” inclusions in some specific rocks and minerals from Romania.</i> Al 11-lea Simpozion Internațional de Geologie Economică (SGER 2018) desfășurat sub titulatura „Resurse Minerale în secolul al XXI-lea”, Iași (România). <i>Romanian Journal of Mineral Deposits</i> (ISSN 1220-5648), vol. 91, No. 1-2, 13 - 18	Pintea I., Nuțu-Dragomir M.-L., Udubașa S.S., Udubașa S.S., Bîrgăoanu D., Iatan L.E., Berbeleac I., Ciubotea-Barbu O.C.	2018	
4	<i>Studiu asupra relației dintre mineralizațiile de tip porphyry Cu-Au și epitermal filonian la nivelul structurii Bolcana, Munții Metaliferi.</i> Simpozionul „Mircea Savul”, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza”, Iași (România)	Cioacă M.E., Ciubotea-Barbu O.C.	2018	
5	<i>Geochemical distribution of Ti, Mn, V, Fe, Zn and Pb in stream sediments in relation to geology, lithology and anthropogenic activities: Oltet River Basin, Romania,</i>	Ion A., Cosac A. Bîrgăoanu D.	2018	

	18th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SEGEM 2018, Bulgaria, Conference Proceedings ISSN 1314-2704, 5, 87-95.			
6	<i>Surlari Observatory – a revised Standard Procedure for Navigational Purposes as a response to societal needs, 75 Years of Geomagnetic Measurements of the Romanian Centenary, Workshop and Round Table, 16-19 October 2018, Bucharest, Romania, Romanian Geophysical Journal (in preparation)</i>	Eugen Niculici, Luminița Iancu, Radu Fârnoagă, Agata Săndulescu, Anca Isac	2019	
7	<i>Impact of landslides caused by earthquakes reflected on the environment and civil society. Case study, 75 Years of Geomagnetic Measurements of the Romanian Centenary, Workshop and Round Table, 16-19 October 2018, Bucharest, Romania, Romanian Geophysical Journal (in preparation)</i>	Liliana Irina Stoian, Filipciuc Constantina, Tudor Elena, Scutelnicu Ioan, Avram Ovidiu, Ulmeanu Antonio, Maftei Raluca-Mihaela	2019	
8	<i>Geomagnetic measurements and maps for National Aeronautical Safety, Proceedings of GEOSCIENCE 2016, Universitatea București , 8pg.</i>	A. Isac, V. Dobrica, R. Greculeasa, L. Iancu	2018	
9	<i>Surlari Observatory – a revised Standard Procedure for Navigational Purposes as a response to societal needs, 75 Years of Geomagnetic Measurements of the Romanian Centenary, Workshop and Round Table, 16-19 October 2018, Bucharest, Romania, Romanian Geophysical Journal (in preparation)</i>	E. Niculici, L. Iancu, R. Fârnoagă, A. Săndulescu, A. Isac	2019	
10	<i>Impact of landslides caused by earthquakes reflected on the environment and civil society. Case study, 75 Years of Geomagnetic Measurements of the Romanian Centenary, Workshop and Round Table, 16-19 October 2018, Bucharest, Romania, Romanian Geophysical Journal (in preparation)</i>	I. Stoian, C. Filipciuc, E. Tudor, I. Scutelnicu, O. Avram, A. Ulmeanu, R. Maftei	2019	
11	<i>75 Years Surlari National Geomagnetic Observatory – 75 Years of Collaboration with Niemegek Adolf Schmidt Geomagnetic Observatory, 75 Years of Geomagnetic Measurements of the Romanian Centenary, Workshop and Round Table, 16-19 October 2018, Bucharest, Romania, Romanian Geophysical Journal (in preparation)</i>	H.-J. Linthe, A. Isac,	2019	
12	<i>Surlari Geomagnetic Observatory, 75 years old: achievements and challenges,</i>	A. Isac, J. Matzka, L. Iancu	2018	

	the XVIIIth IAGA Workshop on Geomagnetic Observatory Instruments, Data Acquisition and Processing, 2018, Conrad Observatory of the Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), Austria.			
13	On the volcanic hazard in Romania. Geophysical insights into the Ciomadul Volcano, The 12th International Conference on Environmental Legislation, Safety Engineering and Disaster Management - ELSEDIMA, Cluj	L. Beșuțiu, L. Zlăgneaș, A. Isac, D. Romanescu	2018	
14	It is necessary to use the applied geophysics in territory planning and transport design infrastructure in Romania?, 75 Years of Geomagnetic Measurements of the Romanian Centenary, Workshop and Round Table, 16-19 October 2018, Bucharest, Romania, Romanian Geophysical Journal (in preparation)	Maftai R., Filipciuc C., Tudor E., Scutelnicu I., Avram O., Ulmeanu A., Stoian L.	2019	
15	Alpine, Permian and Variscan metamorphism in the Tisza and Dacia mega-units: Sm-Nd garnet and U-Th-Pb monazite dating in the Apuseni and Rodna Mountains (Romania) Carpathian-Balkan Geological Association – Salzburg, 11-13 sept. 2018, Abstract.	Reiser M.K., Săbău, G., E. Schuster R., Tropper, P., Negulescu, Fügenschuh B.	2018	
16	Ultra-Fast, High Resolution 3D LA ICP-MS Imaging of Zircons. Goldschmidt Abstracts, Boston, 2430	Stremtan C., Van Malderen S.J.M., Săbău G.	2018	

4.2.3. Lucrări publicate în alte publicații relevante:

Nr.	Titlul articolului	Numele Jurnalului, Volumul, Pagina nr.	Nume Autor	Anul publicării
1	Hydrosilicate aqueous -, and vapor – “melt” inclusions in some specific rocks and minerals from Romania	Romanian Journal of Mineral Deposits (ISSN 1220-5648), vol. 91, No. 1-2, 13 – 18	Pintea I., Nuțu-Dragomir M.-L., Udubașa S.S., Udubașa S.S., Bîrgăoanu D., Iatan L.E., Berbeleac I., Ciubotea-Barbu O.-C.	2018
2	Geomagnetic measurements and maps for national aeronautical safety	Romanian Geophysical Journal, 60, 8 pg.	Anca Isac, Venera Dobrică, Razvan Greculeasa, Luminița Iancu	2018
3	Adakitic-like granitoids at west Getic basement of the South Carpathians:	Geologica Balkanica, volume Advances of Geology in southeast European mountain belts,	A. Dobrescu	2018

	petrogenesis and thermotectonic events evidenced by zircon geochemistry	p. 131		
4	Geological vulnerability of the A1 highway. Case study on the Aciliu sector (Sibiu county)	Oltenia Journal for Studies in Natural Sciences, vol. 34, nr. 1, p. 15-20	Stelea Ion Ghenciu Monica	2018

4.2.4. Studii, Rapoarte, Documente de fundamentare sau monitorizare care:

a) au stat la baza unor politici sau decizii publice:

Tip document	Nr.total	Publicat în:
Hotărâre de Guvern		
Lege		
Ordin ministru		
Decizie președinte		
Standard		
Altele (<i>se vor preciza</i>)		

b) au contribuit la promovarea științei și tehnologiei - evenimente de mediatizare a științei și tehnologiei:

Tip eveniment	Nr. apariții	Nume eveniment:
web-site	1	75 years of Geomagnetic Measurements of the Romanian Centenary, Round Table and Workshop, 16-19 October, 2018 Bucharest and Surlari Observatory, Romania
Emisiuni TV	1	Autostrada Sebeș-Turda (TVR 1)
Emisiuni radio	1	Planeta Radio – Știința la ea acasă
Presă scrisă/electronică		
Cărți	2	1. Volum special în Romanian Geophysical Journal dedicat 75 years of Geomagnetic Measurements of the Romanian Centenary, Round Table and Workshop, 16-19 October 2018, Bucharest and Surlari Observatory, Romania – Editor Academia Română,
Reviste	1	IAGA Newsletter (http://www.iaga-aiga.org/publications/newsletter/)
Bloguri		
Atelier și masă rotundă organizate de Observatorul Surlari	1	75 years of Geomagnetic Measurements of the Romanian Centenary, Round Table and Workshop, 16-19 October, 2018, Bucharest and Surlari Observatory, Romania

4.3. Tehnologii, procedee, produse informatice, rețele, formule, metode și altele asemenea:

Tip	Nr. Total	2018
Tehnologii		
Procedee	3	3
Produse informatice	1	1
Rețele	1	1
Formule		
Metode	3	3
Altele asemenea (<i>se vor specifica</i>)		
Produs: Declinație la o anumită epocă	17	17
Hartă cu izogone și bază de date - serie de timp - pentru o anumită epocă	1	1
Rețea de Variație Seculară Aero-Portuară (RVSAP)	1	1
Platformă on-line cu acces prin intermediul VPN, pe bază de user și parolă pentru indicii de activitate geomagnetică K	1	1

Din care:

4.3.1 Propuneri de brevete de invenție, certificate de înregistrare a desenelor și modelelor industriale și altele asemenea:

	Nr.propuneri brevete	Anul înregistrării	Autorul/Autorii	Numele propunerii de brevet
OSIM				1.
				2.
EPO				
USPTO				

4.4. Structura de personal:

Personal CD (Nr.)	2018
Total personal	51
Total personal CD	42
cu studii superioare	42
cu doctorat	28
doctoranzi	5

4.4.1 Lista personalului de cercetare care a participat la derularea Programului-nucleu:

Nr.	Nume și prenume	Grad	Funcția	Echivalent normă întreagă	Anul angajării	Total ore
1	Asimopolos Laurențiu	CS II	Participant	0,19	2007	328
2	Asimopolos Natalia-Silvia	CS	Participant	0,14	2010	241
3	Avram Ovidiu Eugen	CS III	Participant	0,33	2007	584
4	Barbu Oana Claudia	ACS	Participant	0,47	2015	828
5	Bindea Gabriel	CS I	Participant	0,72	1983	1264
6	Birgaoanu Daniel	ACS	Participant	0,46	2015	812
7	Cetean Valentina Maria	CS II	Participant	0,13	2015	232
8	Cioacă Mihaela Elena	CS III	Participant	0,46	2010	799
9	Cociuba Ioan	CS III	Participant	0,39	1996	684
10	Colțoi Octavian	CS	Participant	0,54	2007	947
11	Cosac Ana	IDT	Participant	0,46	2011	800
12	Culescu Flori	ACS	Participant	0,71	2012	1240
13	Dobrescu Anca	CS II	Participant	0,51	1988	886
14	Fârnoagă Radu	CS	Participant	0,2	2013	344
15	Filipciuc Constantina	ACS	Participant	0,49	2008	849
16	Floria Nelu	CS III	Participant	0,27	1995	464
17	Gătej Mihai	IDT	Participant	0,39	2011	674
18	Ghenciu Monica	ACS	Participant	0,76	2007	1328
19	Iancu Aurora-Maruța	ACS	Participant	0,44	2007	770
20	Iancu Luminița	ACS	Participant	0,53	2008	932
21	Ilinca Gheorghe Viorel	CS III	Participant	0,44	2010	767
22	Ion Adriana Mariana	CS III	Resp.proiect	0,46	2006	800
23	Ion Daniel	CS II	Participant	0,35	1995	608
24	Isac Anca Margareta	CS II	Resp.proiect	0,54	2006	945
25	Maftai Raluca Mihaela	CS II	Participant	0,33	1994	571
26	Milu Viorica	CȘ II	Resp.proiect	0,48	1990	848
27	Munteanu Marian	CS I	Participant	0,19	2010	337
28	Negulescu Elena	CS II	Participant	0,23	1995	400
29	Nicolescu Radu	CS III	Participant	0,6	2009	1043
30	Niculici Eugen Laurențiu	CS	Participant	0,38	2008	664
31	Papp Delia-Cristina	CS I	Participant	0,59	1988	1024
32	Pintea Ioan	CS II	Participant	0,27	1990	464
33	Rusu Constantin	CS II	Participant	0,27	1990	464
34	Sabau Gavril	CS I	Participant	0,23	1983	400

35	Săndulescu Agata Monica	CS	Participant	0,28	2008	482
36	Sava Cristina	ACS	Participant	0,44	2007	771
37	Scutelnicu Ioan Petru	ACS	Participant	0,37	2007	648
38	Stelea Ion	CS I	Resp.proiect	0,76	1983	1328
39	Stoian Liliana - Irina	IDT	Participant	0,3	2012	520
40	Tiță Rodica	CS	Participant	0,17	2010	301
41	Tudor Elena Aurelia	ACS	Participant	0,23	2008	408
42	Ulmeanu Antonio	ACS	Participant	0,23	2010	410

4.5. Infrastructuri de cercetare rezultate din derularea programului-nucleu. Obiecte fizice și produse realizate în cadrul derulării programului; colecții și baze de date conținând înregistrări analogice sau digitale, izvoare istorice, eșantioane, specimene, fotografii, observații, roci, fosile și altele asemenea, împreună cu informațiile necesare arhivării, regăsirii și precizării contextului în care au fost obținute:

Nr.	Nume infrastructură/obiect/bază de date...	Data achiziției	Valoarea achiziției (lei)	Sursa finanțării	Valoarea finanțării infrastructurii din bugetul Progr. Nucleu	Nr. Ore-om de utilizare a infrastructurii pentru Programul-nucleu
1.						
2.						

5. Rezultatele Programului-nucleu au fundamentat alte lucrări de cercetare:

	Nr.	Tip
Proiecte internaționale	4	EPOS (European Plate Observing System) INTERMAGNET (International Real-time Magnetic Observatory Network) FRAME (Forecasting and Assessing Europe's Strategic Raw Materials needs) - H2020 MagNetE Geoconnect^{3D} (Cross-border, cross-thematic multiscale framework for combining geological models and data for resource appraisal and policy support) - H2020
Proiecte naționale		

6. Rezultate transferate în vederea aplicării :

Tip rezultat	Instituția beneficiară (nume instituție)	Efecte socio-economice la utilizator
Ex. tehnologie, studiu	nume IMM/institutie	
Produs :	ROMATSA, Autoritatea Aeronautică	1. eliminarea riscurilor și monitorizarea

<p>1. Declinație, valori absolute raportate la stația națională de referință, pentru o anumită epocă ;</p> <p>2. Hartă și bază de date - serie de timp - pentru o anumită epocă, asociată Rețelei de Variație Seculară Aero-Portuară (RVSAP);</p> <p>3. Platformă on-line, cu acces prin intermediul VPN, pe bază de user și parolă pentru indicii de activitate geomagnetică K, calculați automat și actualizați în timp real (la fiecare 3 ore).</p>	<p>Civilă Română, Autoritatea Navală Română, toate aeroporturile, aerodromurile și heliporturile, și alte entități cu atribuții pe linia situațiilor de urgență</p>	<p>geohazardelor cu consecințe în securitatea traficului aerian</p> <p>2. alinierea la reglementările internaționale și naționale ale Aeronautical Information and Regulation and Control – AIRAC (www.aisro.ro), GEN 3.1-4/AIP ROMÂNIA și cu AIC B01/2014</p>
<p>22 foi din Harta geologică a României la scara 1:50.000</p>	<p>Institutul de studii avansate pentru civilizația Levantului</p> <p>Stratum Energy</p> <p>Universitatea Alexandru Ioan Cuza din Iași</p>	<p>Fundamentarea proiectelor de cercetare pentru următorii ani.</p> <p>Explorare pentru petrol și gaze naturale.</p> <p>Utilizare pentru proiecte de cercetare și pentru activități didactice.</p>

7. Alte rezultate:

2 contracte economice cu 2 aeroporturi pentru determinarea declinației la capătul pistelor de aterizare-decolare, utilizând noua metodologie standard folosită în proiectul PN18 47 03 01 și solicitare ofertă de la alte 3 aeroporturi, pentru anul 2019.

8. Aprecieri asupra derulării programului și propuneri:

În cadrul programul PN 18 47, Institutul Geologic al României a desfășurat activități de cercetare științifică în patru proiecte pentru care a fost finanțare și și-a atins obiectivele în toate aceste proiecte, chiar dacă pentru unul dintre ele finanțarea a fost incompletă. Valorificarea rezultatelor cercetării din proiectele derulate a început deja în cursul anului 2018.

DIRECTOR GENERAL,



Ștefan Marincea

Ștefan Marincea

DIRECTOR DE PROGRAM,

Marian Munteanu

Marian Munteanu

DIRECTOR ECONOMIC,

George Dumitrescu-Drăgan

George Dumitrescu-Drăgan