

RAPORTARE ȘTIINȚIFICĂ

Valorificarea Extensivă a experienței în activități de Spațiu și Securitate (VESS)

Contract nr. 18PCCDI/2018

- **Rezumatul etapei**

În această primă etapă s-a realizat sinergia dintre participanții la cele trei proiecte componente ale VESS: VMS, NEREMU și PIMS. Esențiala în acest sens a fost organizarea de către coordonator a Întâlnirii de Lansare a Proiectului, la care au participat reprezentanți ai fiecărei instituții membre a consorțiului, realizându-se informări reciproce atât asupra experienței cât și a intențiilor de dezvoltare a fiecăruia. Activitatea de cercetare în cadrul proiectelor s-a desfășurat cu respectarea planului de lucru, obiectivele propuse pentru această etapă fiind integral atinse.

- **Descrierea științifică și tehnică**

La nivelul proiectului complex, a fost realizată întâlnirea de lansare, ce a fost popularizată printr-un comunicat de presă publicat pe pagina de web a ISS: <http://spacescience.ro>. A fost asigurată buna comunicare și cooperare între parteneri (inclusiv prin vizite scurte) precum și completarea listei de personal a proiectului. S-a realizat centralizarea rezultatelor din partea fiecărui partener și integrarea lor în acest Raport. Menționăm că variantele extinse ale rapoartelor proiectelor componente va fi disponibilă la <http://spacescience.ro/projects/vess>. Prezentăm mai jos rezultatele obținute în cadrul etapei, structurat pe proiectele componente și corelat cu Planul de realizare prevăzut în Contractul de Finanțare.

Proiectul 1. „VMS”

1.1 Optimizarea bibliotecilor de analiză digitală neliniară a semnalelor realizate cu tehnologie tip MATLAB și open-source (Python) pentru plasmă spațială (ISS)

Rezultate așteptate: Versiunea optimizată a bibliotecilor de analiză neliniară realizate în cadrul participării la proiecte spațiale internaționale

Indicatori de realizare: Produs software - Cod Matlab și Python optimizat -Obiectivul este realizat în proporție de 100%.

1.1.1 Analiza wavelet optimizată

Optimizarea se referă la elaborarea unei versiuni de program MATLAB pentru analiza wavelet liberă de funcții predefinite precum și elemente de grafică. Optimizarea codului pleacă de la scriptul inclus în biblioteca „Interactive Nonlinear Analysis (INA)” elaborată în cadrul proiectului european FP7 STORM. Transformata wavelet discretă este definită prin:

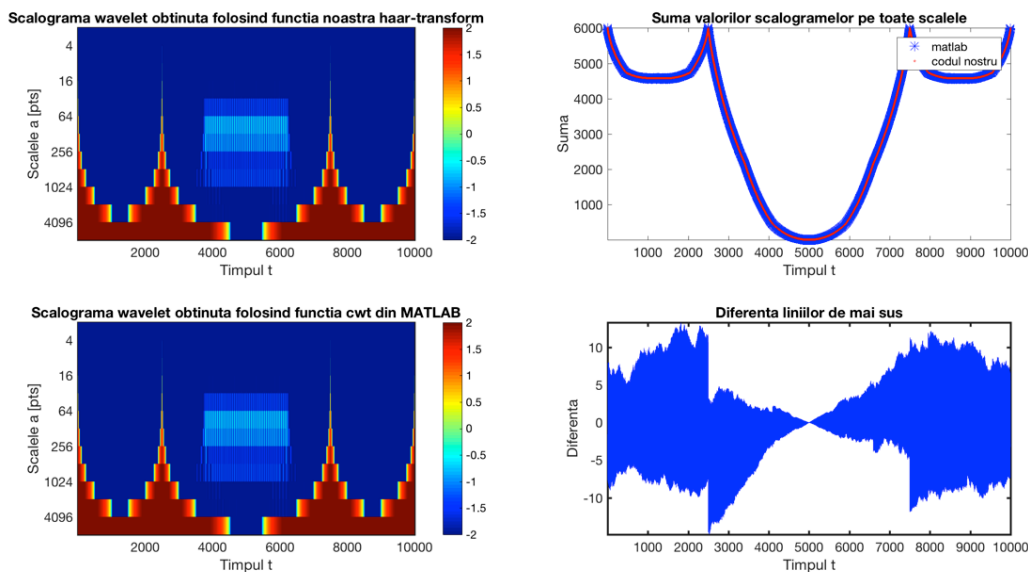
$$W_{m,n}(f) = a_0^{-m/2} \int dt f(t) \psi(a_0^{-m}t - nb_0) \quad (1)$$

unde $f(t)$ este semnalul analizat, iar ψ este funcția wavelet utilizată în analiză. Scalele sunt definite ca $a = a_0^m$, cu m numit indice de dilatare iar a_0 un parametru fix mai mare decât 1. n din ec. (1) este numit indicele de translație. Vom folosi valoarea 2 pentru a_0 , și valoarea 1 pentru b_0 . Cu aceste valori, avem:

$$\psi_{m,n}(x) = 2^{-m/2} \psi(2^{-m}x - n) \quad (2)$$

În ecuația de mai sus vom folosi funcția wavelet ψ de tip Haar, definită:

$$\psi(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } 0 \leq x < 1/2 \\ -1, & \text{if } 1/2 \leq x < 1 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$



Comparație între scalograma wavelet obținută folosind codul dezvoltat în cadrul VESS (stânga sus) și cea obținută folosind funcția inclusă în distribuția MATLAB (stânga jos).

Coeficientul wavelet corespunzător unui set fixat de parametri (m,n) este obținut prin înmulțirea punct cu punct a semnalului analizat cu seria Haar definită folosind același set de parametri (m,n) , și sumarea rezultatelor. Această operațiune este apoi repetată până când acoperim toată plaja de valori pentru parametrii m și n (ambii depinzând de lungimea lui $f(t)$: n_{\max} este lungimea lui $f(t)-1$, iar m_{\max} este cea mai mare putere a lui 2 pentru care 2^m_{\max} este încă mai mic decât lungimea lui $f(t)$; pentru 10000 de puncte, n_{\max} este 9999, iar m_{\max} este 13, pentru că $2^{13}=8192 < 10000$, iar 2^{14} este mai mare de 10000). Pe baza acestor principii am realizat un cod MATLAB optimizat care calculează transformata wavelet Haar fără a face apel la nici o funcție pre-definită. Codul a fost aplicat pe un semnal test iar rezultatele sunt prezentate în figura 1. Aceasta prezintă și o comparație cu rezultatele obținute de funcția `cwt` inclusă în MATLAB.

1.1.2 Cod python optimizat pentru analiza de nestationaritate

Codul este asamblat sub forma unui notebook python și cuprinde:

- 1) algoritmul de evaluare a stationarității seriilor temporale sub forma funcției `Stationarity_TEST()` care are ca argumente seturile de date pentru care se evaluează gradul de stationaritate asamblate într-o structură specifică limbajului de programare python,
- 2) un algoritm de citire a unui set de măsurători test, furnizate de satelitul Venus Express, și de testare a metodei de evaluare a stationarității seriei temporale analizate. Rezultatul este un produs grafic care redă seriile temporale analizate și comportamentul raportului între mediile și deviațiile standard parțiale (evaluate pentru subintervale) și media și deviația standard totală.

Codurile sursă MATLAB care implementează varianta optimizată de analiză Haar wavelet și codul python pentru analiza de nestationaritate sunt disponibile la Coordonator.

1.2 Dezvoltarea formalismelor necesare pentru obținerea descrierii analitice a unor

noi funcții propuse în scopul eficientizării codurilor de simulare numerică existente.

Rezultate așteptate: Descriere analitică și grafică a unor funcții propuse pentru a eficientiza (viteza de calcul și precizia) codurile numerice de analiză existente

Indicator rezultate: Modele matematice –rezultat realizat 100%.

Scopul activității a fost acela de a implementa ecuațiile cinematice corespunzătoare proceselor de producere a componentei de Dark Matter prin procese de dezintegrare a campurilor scalare masive în Universul primordial. Implementarea se bazează pe rezolvarea ecuației Boltzmann de tipul: $L[f] = C[f]$ unde operatorul

Liouville este dat de: $L = \frac{\partial}{\partial t} - Hp \frac{\partial}{\partial p}$ unde p reprezintă impulsul iar H este rata de

expansiune Hubble.

Funcțiile reprezentând spațiul fazelor obținute au fost utilizate pentru determinarea proprietăților câmpului scalar și ale componentei de Dark Matter în cadrul activității 1.6.

1.3 Simularea datelor observaționale necesare caracterizării obiectelor Sistemului Solar utilizând spectrele existente pentru asteroizi și a datelor de laborator pentru meteoriți

Rezultate așteptate: Caracterizarea spectro-fotometrică a obiectelor Sistemului Solar

Indicator rezultate: Baze de date simulate conținând proprietățile fizice și caracteristicile spectrale ale obiectelor din Sistemul Solar – rezultat realizat 100%

Activitățile au vizat: 1) Caracterizarea spectro-fotometrică a obiectelor din Sistemul Solar; 2) Realizarea unei baze de date conținând proprietățile fizice și caracteristicile spectrale ale obiectelor din Sistemul Solar.

Am caracterizat din punct de vedere compozițional asteroizii observați cu ajutorul survey-ului VISTA-VHS care a folosit filtre cu banda de trecere în domeniul infraroșu apropiat (1-2.5 micrometri). Am studiat o gamă largă de proceduri de clasificare, incluzând algoritmi statistici și metode de tip *machine-learning* implementat cu ajutorul modulului *scikit-learn* din Python). Rezultatele obținute au fost comparate cu datele obținute în alte domenii spectrale de survey-urile Sloan Digital Sky Survey (SDSS) și Wide-field Infrared Survey Explorer (WISE).

Am caracterizat compoziția familiilor de asteroizi rezultate din coliziuni. Pentru aceasta s-au folosit datele din catalogul MOVIS, realizat de grupul nostru pe baza survey-ului VISTA-VHS. Am comparat distribuțiile familiilor de asteroizi definite cu ajutorul parametrului ML^* (derivat pe baza analizei PCA – Principal Component Analysis) cu distribuțiile teoretice utilizând testul Kolmogorov–Smirnov.

1.4 Integrarea codurilor numerice de analiză, a bibliotecilor și seturilor de date utilizate în proiecte spațiale anterioare în scopul creării și dezvoltării unei platforme software integrată pentru analiza măsurătorilor astronomice, astrofizice și cosmologice

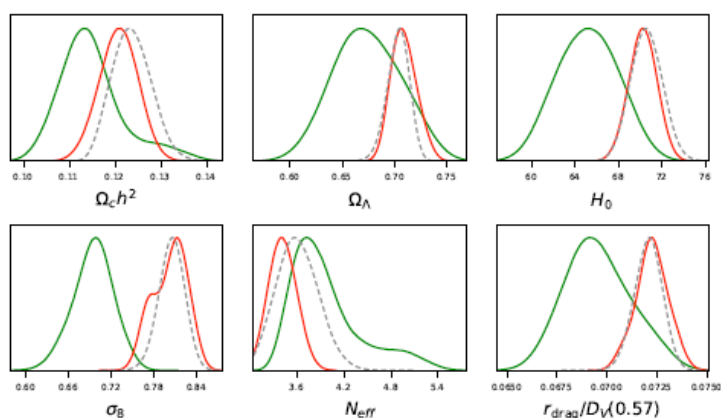
Rezultate așteptate: Platformă software integrată pentru analiza măsurătorilor spațiale cu potențial de extindere pentru alte seturi de date caracterizate de variabilitate complexă.

Indicator de realizare: Produs software: Cod numeric paralelizat (tehnologie MPI) în Fortran90, C++, Python – Obiectiv realizat 100%

Scopul a fost o platformă software unică (comună) pentru analizele și dezvoltările teoretice ulterioare în cadrul proiectului complex.

Obiectivul a fost extinderea implementării codului CosmoMC, pachet având la baza algoritmul MCMC (Monte Carlo cu lanț Markov), construit pentru analiza spațiului parametrilor cosmologici și determinarea unor intervale de excluziune sau constrangeri asupra parametrilor, pentru a valida diverse modele cosmologice.

Am obținut seturi de date independente cunoscând distribuțiile a priori de probabilitate ale parametrilor cosmologici de interes utilizând măsurătorile cosmologice și astrofizice existente. Am dezvoltat un pachet de programe în Fortran90 și Python pentru analiza MC a diverselor seturi de date și pentru plotarea lor. Codul a fost rulat pe clustere de calcul distribuit pentru o viteză și precizie marite.



Distribuțiile de probabilitate ale principalelor parametrice cosmologice obținute pentru modelul cosmologic standard (linie punctată) și alte două versiuni ale acestuia care include interacție între component de Dark Matter și cea de Dark Energy.

Seturile de date experimentale utilizate sunt: Măsurători ale anizotropiei radiației cosmice de fond de la misiunile WMAP și Planck; Măsurători ale anizotropiei radiației cosmice de fond de la observatoarele SPT (South Pole Telescope), BICEP și KECK; Măsurători ale oscilațiilor acustice ale barionilor de la SDSS și BOSS; Măsurători ale lensingului gravitațional de la Planck și CFHTLENS; Măsurători de Supernovae 1A de la Array Supernova Cosmology Project, SDSS, CFHTLENS, WiggleZ Dark Energy Survey, etc.; Simulări numerice în configurațiile misiunilor DES și Euclid.

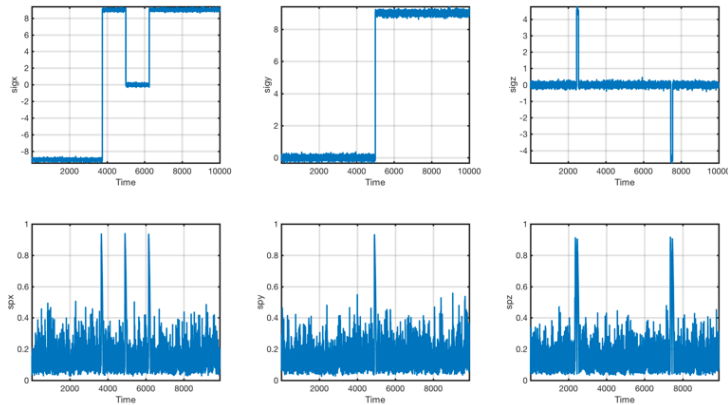
1.5 Studiu privind funcții noi pentru analiza neliniară și de corelație cu potențial de a fi adăugate în bibliotecile de analiză digitală pentru plasmă spațială în scopul creșterii valorii de exploatare și aplicare în alte domenii de cercetare și tehnologie (e.g. economie)

Rezultate așteptate: Descriere calitativă și matematică a noilor funcții propuse pentru a fi adăugate în bibliotecile de analiză neliniară

Indicator de realizare: Model teoretic-Obiectivul este realizat în proporție de 100%.

1.5.1. Studiu privind testul de nestationaritate

În cadrul acestei activități am studiat o funcție care să identifice proprietățile de nestationaritate ale unei serii temporale. Suntem interesați în de nestationaritatea seriilor temporale rezultate în urma măsurărilor in-situ a parametrilor fizici ai plasmelor spațiale. Problematika este generală pentru o clasă largă de serii temporale. Folosim aici notiunea de „staționaritate slabă”. O serie temporală este staționară dacă valoarea medie/varianța pe diferite subseturi de dimensiune crescătoare converge către valoarea medie/varianța întregii serii.

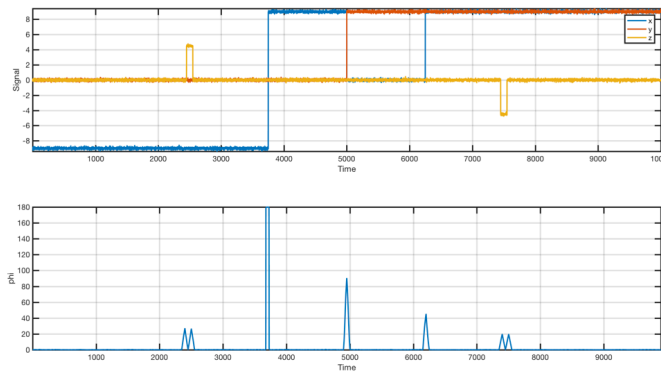


Rezultate ale testului de nestationaritate. Semnalele analizate sunt reprezentate in cele 3 paneluri de sus, iar rezultatele testului de nestationaritate (parametrul sp) sunt prezentate in panelurile de jos.

Pentru un semnal oarecare, testul de nestationaritate presupune calcularea unei „serii de nestationaritate” cu 100 de puncte, fiecare fiind dat de diferenta intre media totala si media calculata pe un anumit procent din lungimea semnalului (1%, 2%, 3%... etc), ultimul punct fiind prin definitie 0. Folosind acest set de 100 de puncte, am implementat un parametru numeric prin care caracterizam gradul de nestationaritate al unui semnal printr-un singur numar, denumit sp, fiind suma valorilor absolute calculate. Valorile parametrului sp au fost normalizate in vederea micsorarii plajei de valori acoperite. Astfel, valorile absolute ale diferentelor intre media totala si mediile partiale sunt mai intai normalizate la diferenta maxima iar apoi sp este definit drept valoarea medie a acestor diferente normalizate. Rezultatul final este un parametru numeric sp cu valori intre 0 si 1 pentru fiecare interval de 100 de puncte al seriei analizate. Parametru sp va avea o valoare apropiata de 0 atunci cand semnalul este stationar, si o valoare apropiata de 1 atunci semnalul este nestationar. Acest cod poate rula in mod continuu odata cu introducerea fiecarei masuratori noi; in momentul in care parametrul sp ia o valoare mare se poate declansa un trigger.

1.5.2. Studiu privind detectorul de discontinuitati. Pornim de la definitia discontinuitatii asa cum apare in analiza perturbatiilor plasmei din vantul solar: o variatie brusca a directiei câmpului magnetic interplanetar. Astfel de variatii rapide sunt observabile in evolutia unor clase largi de semnale, inclusiv in domenii care nu sunt conexe fizicii (e.g. indicele bursier). Pentru o definitie cantitativa a variatiilor discontinue ale unui semnal folosim criteriile propuse de Tsurutani si Ho. Discontinuitatea magnetica este un eveniment pentru care unghiul de rotatie al câmpului magnetic, θ , este mai mare de 30° . θ este estimat ca diferenta unghiulară între doua directii medii (B_1 și B_2) .

Metoda detectorului de discontinuitati functioneaza astfel: definim doua ferestre de analiza de largime fixa, t_1 si t_2 . Aceste ferestre sunt deplasate solidar pe intregul interval de analiza si pentru fiecare instanta t , se calculeaza valorile medii respective, B_1 și B_2 respectiv unghiul q . Rezulta astfel o serie temporala $q(t)$. Valoarea efectiva a



Detectorul de discontinuitati: semnalele analizate sunt reprezentate in panelul de sus, iar rezultatele detectorului de discontinuitati sunt prezentate in panelul de jos

unghiului q este utilizata ca identificator al prezentei discontinuitatilor la fiecare moment de timp. In figura de mai sus este prezentat un exemplu al aplicarii prototipului definit mai sus pe un semnal sintetic. Semnalul analizat este același ca și in cazul testului de nestationaritate și prezinta trei discontinuitati introduse manual. Descrierea teoretica și codul MATLAB și PYTHON corespunzator sunt disponibile la Coordonator și sunt incluse ca anexa a RST extins.

Activitate 1.6 Implementarea modelelor matematice ale unor noi funcții propuse în scopul eficientizării codurilor numerice existente pentru analiza măsurătorilor spațiale caracterizate de variabilitate complexa

Rezultate asteptate: Eficientizarea platformei software integrate pentru analiza măsurătorilor spațiale caracterizate de variabilitate complexa.

Indicator de realizare: Produs Software- Cod numeric paralelizat (tehnologie MPI) in Fortran, C++ și Python- realizat 100%

Scopul acestei activitati a fost implementarea formalismul dezvoltat in activitatea 1.2 obtinand un cod numeric paralelizat in tehnologie MPI pentru determinarea proprietatilor componente de Dark Matter rezultata in urma proceselor de dezintegrare a campurilor scalare massive.

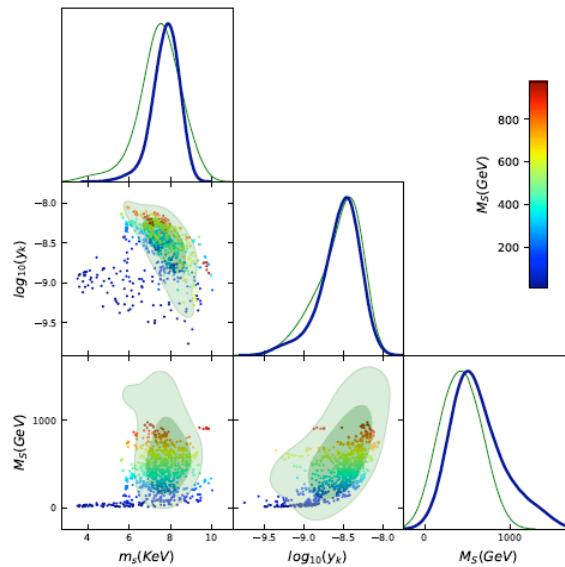
Figura de mai jos reprezinta spatia parametrilor fizici care caracterizeaza acest proces: masa campului scalar M_S , masa neutrinilor sterili m_s și constanta de cuplaj Yukawa y_k .

Activitate 1.7 Implementarea, dezvoltarea, testarea și validarea metodei Lattice Boltzmann (LB) în scopul eficientizării codului Boltzmann existent

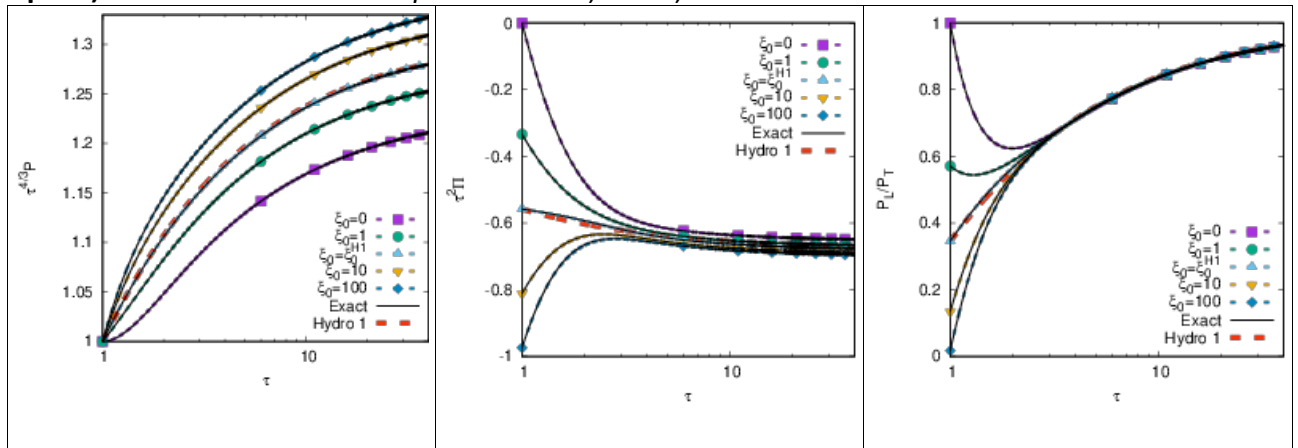
Rezultate asteptate: Studiu de fezabilitate privind aplicarea metodei LB pentru validarea propagării undelor de soc și validarea acesteia.

Indicator de rezultat: Model matematic pentru eficientizarea codului Boltzmann.

În modelele cosmologice, ecuația Boltzmann este folosită pentru studiul evoluției câmpului de radiație și al neutrinilor. Metoda lattice Boltzmann propune un algoritm rapid de rezolvare numerică a ecuației Boltzmann, care se bazează pe: a) Calcularea termenului de coliziune în aproximația timpului de relaxare; b) Aproximarea funcției de distribuție la echilibru printr-o serie polinomială trunchiată; c) Discretizarea spațiului impulsurilor folosind metode de cuadratură. Eficiența modelelor este dovedită prin faptul că spațiul impulsurilor poate fi discretizat cu un număr relativ mic de elemente. Totuși, viabilitatea metodei depinde puternic de valabilitatea aproximațiilor (a)-(c), de aceea este importantă analiza detaliată a rezultatelor metodei.



Aplicația 1: *Includerea anizotropiilor în condițiile inițiale.*



Comparație între rezultatele LB (linii punctate și simboluri) și cele semi-analitice (*Exact*, linii continue negre) pentru presiunea izotropă (stânga), componenta anizotropă a presiunii (mijloc), respectiv raportul P_L/P_T dintre presiunea longitudinală și cea transversală. Parametrul ξ_0 controlează anizotropia condițiilor inițiale, valoarea 0 corespunzând unei stări izotrope.

Aplicația 2: *Validarea aproximației timpului de relaxare prin comparație cu rezultatele DSMC.*

În cadrul acestei aplicații, am testat limita la care aproximația timpului de relaxare poate furniza rezultate valide în contextul curgerii Couette între plăci plan-paralele a atomilor de heliu (^3He și ^4He), la diferite valori ale parametrului de rarefacție δ . Validarea rezultatelor LB a fost făcută prin comaprație cu rezultatele obținute folosind metoda DSMC, în care interacțiunile dintre atomi au fost implementate folosind potențiale ab initio. Am considerat modelul cu timp de relaxare propus de Shakhov, care permite varierea numărului lui Prandtl independent de valoarea timpului de relaxare. După cum se poate vedea din Fig. 2, rezultatele LB sunt în foarte bună concordanță cu cele DSMC, ceea ce recomandă metoda noastră (bazată pe aproximația timpului de relaxare) ca o alternativă extrem de eficientă la simulările DSMC. Rezultatele prezentate mai sus au fost trimise spre publicare în jurnalul AIP Conference Proceedings, lucrarea intitulată *Lattice Boltzmann approach to rarefied gas flows using half-range Gauss-Hermite quadratures: Comparison to DSMC results*

based on *ab initio* potentials (autori: V. E. Ambruș, F. Sharipov, V. Sofonea) fiind în prezent în curs de evaluare.

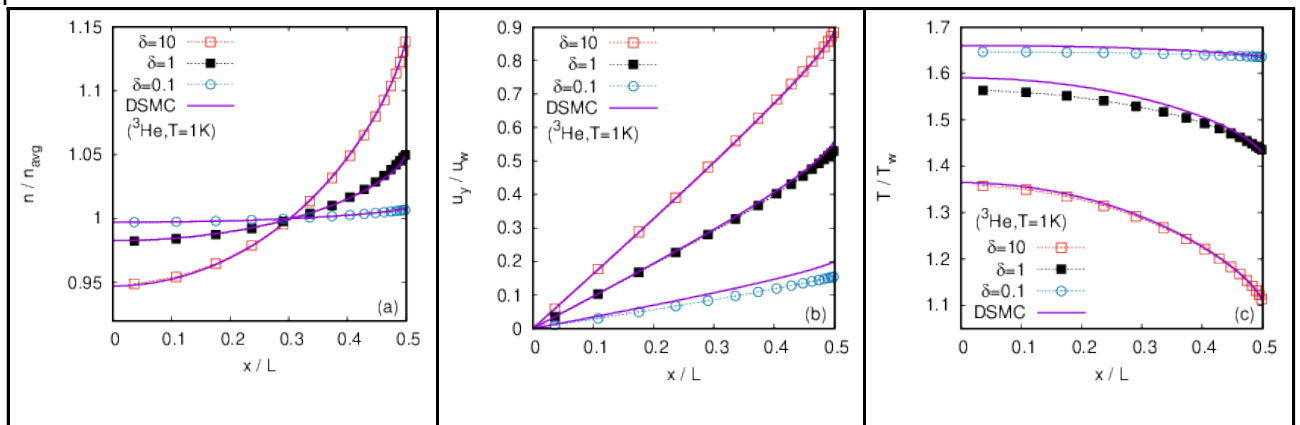


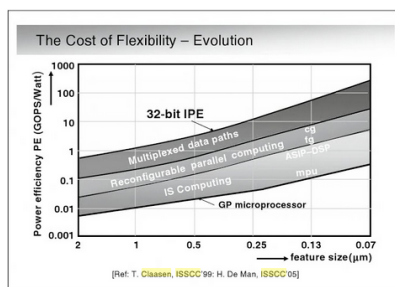
Fig. 2. Comparație între rezultatele obținute cu metoda LB [11] (linii punctate și simboluri) și rezultatele obținute folosind metoda DSMC [8] (linii continue) în cadrul curgerii Couette între plăci plan-paralele, ținute la temperatura $T_w=1$ K, pentru diferite valori ale parametrului de rarefacție δ . Numărul lui Mach este $Ma = 2u_w/c_s = 1,1$. Graficele prezintă profilele densității (stânga), vitezei (mijloc) și temperaturii (dreapta) în jumătatea dreaptă a canalului.

1.8 Studiu privind soluții hardware noi de tip FPGA apte să implementeze soluții de calcul adecvate bibliotecilor de analiză neliniară

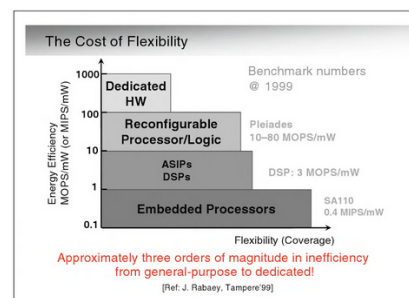
Rezultate așteptate: Raport tehnic privind tehnologia FPGA adecvată pentru implementarea hardware a unor funcții matematice elementare din kernelul matematic al bibliotecilor de analiză neliniară

Indicator rezultat: Model teoretic- Obiectivul este realizat în proporție de 100%.

Am studiat eficacitatea implementării unor algoritmi de analiză de semnal din punct de vedere a două criterii majore: *eficiența computațională* și *performanța*. Din punct de vedere al *eficienței computaționale*, în cadrul aplicațiilor spațiale consumul de energie reprezintă un factor esențial al oricărui sistem de calcul. Paradigma Calculului Reconfigurabil („*paradigma RC*”) permite reducerea consumului de energie cu mai multe ordine de mărime, după cum arată o serie de studii realizate încă din anii 1990.



a)



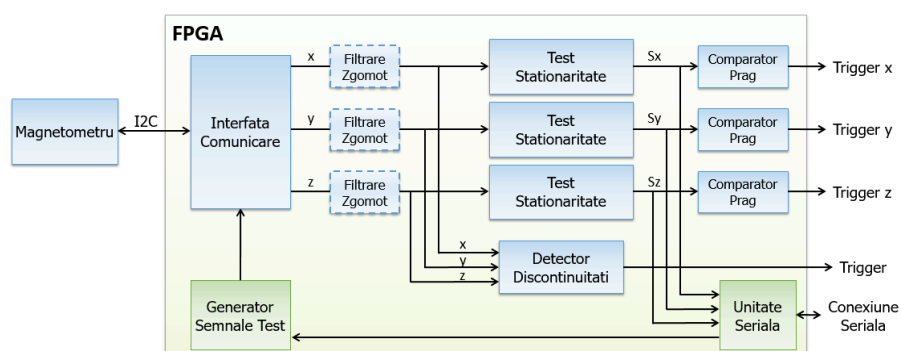
b)

Eficiența computațională a sistemelor de calcul, măsurată în miliarde de operații pe secundă (GOPS) per Wați sau milioane de operații pe secundă (MOPS) per miliwați. Se observă un câștig de până la două ordine de mărime în cazul utilizării dispozitivelor FPGA

Pentru a obține o creștere semnificativă a eficienței computaționale păstrând flexibilitatea necesară a sistemului de calcul, FPGA-urile sunt cea mai bună soluție, atât din punct de vedere al time-to-market-ului cât și al accesibilității. În ceea ce privește performanța, în dispozitivele reconfigurabile se realizează o distribuție spațială a primitivelor computaționale pentru a efectua operațiile incluse în algoritmi. Aceste dispozitive permit obținerea unor performanțe superioare sistemelor de calcul de tip procesor, atunci când algoritmul are un grad ridicat de paralelism și operațiile sunt de granularitate scăzută. Principalul avantaj al sistemelor RC este acela că introduc o nouă clasă de dispozitive configurabile post-fabricație care sprijină procesarea spațială. Dispozitivele RC au și avantajul paralelismului spațial, care le permite să efectueze mai multe operații per tact. În cadrul acestui proiect ne propunem o schimbare fundamentală de paradigmă în ceea ce privește metodele de analiză neliniară. Pornind de la experiența acumulată de ISS în domeniul aplicațiilor spațiale și cea acumulată de UTCN în domeniul dezvoltării de aplicații FPGA, dorim să elaborăm versiuni noi ale unor programe de analiză de date spațiale care să fie optimizate pentru a rula în mod autonom. Prima etapă abordată a fost analiza și optimizarea codului sursă MATLAB.

1.8.1. Analiza privind arhitectura sistemului FPGA pentru analiza staționarității și a discontinuităților unghiulare

Pornind de la principiile și codurile sursă MATLAB descrise în contextul activității 1.5.1., o posibilă arhitectură a sistemului FPGA pentru analiza staționarității și detecția discontinuităților unghiulare este prezentată în figura de mai jos.



Arhitectura sistemului FPGA

Sistemul implementat în dispozitive FPGA va primi ca intrare măsurătorile efectuate de experiment și va calcula modificările staționarității pe fiecare axă, dar și discontinuitățile unghiulare. Dacă staționaritatea sau discontinuitățile unghiulare s-au modificat peste un anumit prag, ieșirile *Triger* corespunzătoare vor fi activate pentru a declanșa efectuarea altor măsurători și calcule independente de sistemul FPGA, cum ar fi calculatorul de bord. Componenta *Interfața Comunicare* implementează protocolul de comunicație I2C pentru configurarea magnetometrului, pentru coordonarea procedurii de calibrare și pentru a citi măsurătorile câmpului pe fiecare axă. După realizarea unui prototip funcțional, în funcție de nivelul de zgomot prezent componentele *Filtrare Zgomot* vor implementa un algoritm de eliminare a zgomotelor, de exemplu *Moving Average*. Componentele *Test Staționaritate* și *Detector Discontinuitati* vor implementa o variantă optimizată și adaptată a algoritmilor MATLAB. În funcție de valorile parametrilor calculați S_x , S_y

și S_z , componentele *Comparator Prag* vor activa ieșirile *Triger* atunci când valorile parametrilor vor depăși o valoare prestabilită. Pentru testarea și validarea implementării algoritmilor, prototipul sistemului va include și componentele *Unitate Seriala* și *Generator Semnale Test*. Componenta *Unitate Seriala* va realiza o conexiune serială bidirecțională cu calculatorul pentru transferul semnalelor de test de la calculator la dispozitivul FPGA și al rezultatelor algoritmilor implementați în FPGA către calculator. Astfel, folosind aceleași semnale sintetice de test atât ca intrare pentru implementarea software pe calculator a algoritmilor MATLAB, cât și pentru algoritmi implementați în FPGA, și comparând rezultatele celor două implementări, vor putea fi detectate eventualele erori de implementare și verificată acuratețea rezultatelor. Componenta *Generator Semnale Test* va avea rolul de a adapta semnalele de test primite de la calculator într-un format similar cu măsurătorile primite de la magnetometrul atașat sistemului implementat în dispozitivul FPGA.

1.8.2 Analiza implementării algoritmilor DSP în dispozitive FPGA

O problemă importantă în implementarea algoritmilor software în dispozitive FPGA sau ASIC-uri este implementarea eficientă a operațiilor matematice. În funcție de tipul de date al operanzilor, gradul de complexitate al implementării și volumul de resurse logice utilizate crește semnificativ. Astfel, operanzii în virgulă mobilă vor fi convertiți și aproximați prin operanzi în virgulă fixă. Dacă rezultatele nu necesită acuratețe, atunci o implementare și mai eficientă se poate obține prin aproximarea operanzilor în virgulă mobilă prin numere întregi. Pentru implementarea algoritmului de detecție a discontinuităților unghiulare, care implică și operații trigonometrice, dezvoltarea la nivelul RTL necesită și utilizarea unor IP-uri generate din biblioteca de componente furnizată de producătorul de dispozitive FPGA. O tehnologie alternativă care a fost analizată pentru implementarea algoritmilor de analiză a staționarității și a detectorului de discontinuități unghiulare este sinteza de nivel înalt sau HLS (*High Level Synthesis*). Tehnologia permite creșterea productivității implementării de algoritmi DSP în dispozitive FPGA prin descrierea algoritmilor într-un limbaj de programare C, C++ sau SystemC, și generarea automată a unei descrieri RTL pentru algoritmul descris în limbaj de programare. Descrierea RTL se bazează tot pe IP-uri generate din biblioteca de componente pentru efectuarea operațiilor aritmetice, logice sau trigonometrice complexe. Un prototip realizat folosind tehnologia HLS permite schimbarea relativ ușoară a tipurilor de date ale operanzilor. Un alt avantaj este generarea automată a unui planificator pentru operații care poate fi ajustat pentru a reutiliza anumite unități funcționale pe parcursul execuției algoritmului, sau pentru a planifica execuția operațiilor în model *pipeline* pentru a crește rata de procesare a sistemului.

Pentru algoritmul de analiză a staționarității vor fi realizate două prototipuri: o descriere la nivel RTL cu modificările amintite anterior, și un prototip care va utiliza tehnologia HLS descrisă în secțiunea 1.8.3. În funcție de dimensiunile implementărilor și de acuratețea rezultatelor, se va alege una din cele două variante. Acest model este prezentat în paragrafele de mai sus. O discuție detaliată se găsește în raportul extins disponibil la Coordonator.

1.9 Selectarea datelor de plasmă și câmp magnetic pentru treceri prin teaca magnetică a Pământului în perioada 2008-2010, respective 2013-2015, la minimum, respectiv maximum ciclului solar

Rezultate asteptate: Crearea unor algoritmi de analiză semi-automată a bazelor de date ESA pentru selectarea datelor Cluster corespunzătoare jeturilor de plasmă super-rapide. Transferul datelor într-o bază de date locală accesibilă tuturor membrilor proiectului cu datele relevante (descărcate din domeniul public al ESA) pentru analiza dinamicii tecii magnetice a Pământului

Rezultate obtinute: Obiectivul este realizat in proportie de 100%.

Pentru a atinge obiectivul specific al etapei, adica realizarea unui catalog de evenimente de tip jet superrapid din teaca magnetica a Pamantului (HSMJ), au fost testate mai multe variante care sa ofere o manevrabilitate eficienta a datelor si pentru care sa existe posibilitatea vizualizarii rapide a rezultatelor.

1.10 Selectarea datelor ionosferice relevante pentru interacția cu magnetosfera și ionosfera a jeturilor super-rapide identificate în teaca magnetica a Pământului în perioada 2008-2010, respectiv 2013-2015, la minimul respectiv maximul ciclului solar

Indicatori de realizare: Catalog de date magnetosferice pentru jeturi super-rapide furnizate de misiunea Cluster

Am folosit datele misiunii Cluster compusa din patru sateliti identici care masoara in-situ campul magnetic si electric, precum si parametrii plasmei. Pentru identificarea trecerilor prin teaca magnetica (MT) a fost aplicat procedeul vizual de identificare, pe graficelor de vizualizare rapida oferite de <http://www.cluster.rl.ac.uk>. Au fost realizate selectii pentru 4 ani, 2007, 2008 si 2013, 2014. Rezultatul acestei activitati este catalogul de date pentru trecerea prin MT a misiunii Cluster 3 pentru 2007-2008 si a misiunii Cluster 4 pentru 2013-2014 (MGTH_3_07_08.xls și MGTSH_4_13_14.xls). Pentru studiul din aceasta etapa am ales baza de date satelitare AMDA (<http://amda.irap.omp.eu>) care ofera posibilitatea crearii unor algoritmi de data mining pentru investigarea caracteristicilor unui eveniment. În prima etapa membrii echipei UDJG s-au familiarizat cu utilizarea AMDA si au identificat datele disponibile pentru caracterizarea plasmei din teaca magnetica, au fost analizate diferitele functii disponibile pentru calcul, posibilitatile de incarcare de intervale de valori, formatul si dimensiunile fisierelor care pot fi descarcate, manipularea datelor tabelare, precum si reprezentarile grafice care se pot realiza. S-au definit cu ajutorul sectiunii "Create Parameter" parametrii care nu sunt implementati in platforma AMDA dar sunt necesari pentru selectia HSMJ. S-au testat posibilitatile de operare ale sectiunii "Data mining", cea care permite identificarea unor intervale temporale de interes, prin selectia functie de conditii impuse de utilizator.

In urma discutiilor din cadrul consortiului am ajuns la concluzia sa folosim presiunea dinamica ca parametru definitiv pentru jeturile superrapide. Pentru stabilirea criteriului de selectie au fost testate mai multe variante, folosind diferite combinatii între timpul de mediere (10, 15 sau 20 min), a rezolutiei temporale (4 sec sau 60 sec) și a presiunii minime ($1,3 * p_{med}$, $1,5 * p_{med}$, $2 * p_{med}$, unde p_{med} este presiunea medie pentru intervalul asociat).

Varianta cea mai buna la nivel teoretic este cea data de criteriul A, însă timpul necesar realizării investigației este foarte mare chiar și când este vorba de un singur interval de trecere prin MT. Dacă ar fi vorba de studii de caz, atunci procedeul ar fi identificarea vizuală a jeturilor și selectarea câtorva intervale de interes (procedură ce va fi aplicată în etapa următoare, folosind catalogul de date produs în această etapă). Studiul statistic presupune, însă, investigarea unui număr de câteva zeci de

intervale de trecere prin MT pe lună pentru 4 ani (2007-2008 și 2013-2014), așadar un timp nejustificat de mare. Ca urmare, după o serie îndelungată de teste, am ales pentru selectarea evenimentelor criteriul B. Această alegere are și un dezavantaj: intrucit evenimentele de tip HSMJ durează un timp scurt (minute), intervalele temporale obținute vor conține o trunchiere a fenomenelor studiate. Pentru a evita pierderea de informație, intervalele temporale selectate au fost extinse bilateral cu un număr de minute egal cu cel pe care s-a făcut calculul mediei presiunii dinamice. Identificarea intervalelor de timp în care ar trebui să se găsească cel puțin un jet s-a realizat pentru toate trecerile prin teaca magnetică a Pamintului, pentru cei patru ani selectați. Deși s-a dorit ca selectarea să se realizeze automat, folosind programul menționat, în fapt, ea a fost realizată interval cu interval, selectarea automată pentru un an sau o lună ducând la blocarea programului. Rezultatul activității este un catalog de intervale în care există cel puțin un jet rapid, cu denumiri codificate ce cuprind anul, luna și intervalul de timp pentru care s-a realizat medierea: jet_AA_LL_timp.

1.11 Selectarea configurației de simulare pentru interacția între vântul solar și magnetosfera terestră; Transcrierea codului de simulare PIC-3D în C/C++ și optimizarea acestuia în vederea paralelizării

Rezultate așteptate: Descrierea matematică a configurației de simulare în vecinătatea magnetopauzei terestre; Versiunea C++ a codului de simulare

Indicatori de realizare: Model teoretic; Model experimental, Progres de 33% spre TRL 4

Rezultate obținute: Obiectivul este realizat în proporție de 50% și va fi atins integral în 2019 conform cu planul de realizare.

Descrierea matematică a configurației de simulare în vecinătatea magnetopauzei terestre

Pentru a depăși limitările privind geometria câmpului magnetic și interacția cu plasma ambientală am extins configurația de simulare astfel încât să cuprindă o distribuție realistă a câmpului magnetic din vecinătatea magnetopauzei terestre, precum și o plasmă ambientală care să interacționeze cu jetul din teaca magnetică. Au fost selectate următoarele *patru configurații de simulare* ce vor fi implementate în codul PIC-3D:

- **A** – Jet de plasmă în vid în interacție cu o discontinuitate tangențială cu rotație magnetică caracterizată de:
 - **A1** – modificarea magnitudinii câmpului magnetic;
 - **A2** – absența gradientului câmpului magnetic – rotație magnetică pură;
- **B** – Jet de plasmă în prezența mediului ambiental în interacție cu un câmp magnetic transversal uniform;
- **C** – Jet de plasmă în prezența mediului ambiental în interacție cu o discontinuitate tangențială.

Analiza programului de simulare PIC-1D și PIC-3D. Propuneri de optimizare

Am utilizat ca bază de analiză codul simulării PIC 1D adus ca foreground al proiectului VESS de Coordonator. Codul este scris în limbajul C++ în versiune executabilă pe un singur nucleu de calcul. Ca primă etapă am introdus o nouă metodă de preluare a parametrilor, compatibilă cu cea existentă, care permite adăugarea facilă de secțiuni în descriere, comentarii și parametri noi (ca măsură menită să permită adăugarea de parametri noi). Am rescris funcțiile de intrare/ieșire pentru salvarea punctelor de

reluare și reluarea execuției din acele puncte. Am optimizat secvențele de calcul din rutinele de determinare a valorilor câmpurilor și energiei prin introducerea valorilor pre-calulate, acolo unde a fost posibil și prin eliminarea redundanței din cod. În urma modificărilor am obținut o creștere de viteză de aproximativ 2.4 ori față de versiunea inițială. Există două limitări majore pentru această versiune: utilizarea unui singur nucleu și limitarea memoriei utilizabile la memoria accesibilă dintr-un nod (maxim 32 GB). Aceste constrângeri nu permit simularea cu un număr corespunzător de celule pentru ca cercetarea să fie relevantă în lumina cerințelor actuale.

În vederea pregătirii paralelizării am utilizat ca instrument de investigare Intel Parallel Advisor XE, parte a pachetului software de la Intel numit Intel Parallel Studio XE [10], versiunea de încercare. Studiul a relevat faptul că programul secvențial nu se poate paraleliza la nivel de bucle folosind OpenMP [11] din cauza dependențelor de date. Acest fapt ne-a confirmat ipoteza că paralelizarea cu MPI (Message Passing Interface) [12] [13] este soluția preferabilă. În consecință am dezvoltat doi algoritmi în acest scop, al căror pseudocod este ilustrat în anexele Raportului extins.

Divizarea sarcinii de lucru între procese se va face atribuind un număr echilibrat de particule fiecărui lucrător. Pentru varianta PIC1d vom folosi o divizare în segmente egale. Pentru varianta PIC3d, dacă va trebui minimizată comunicația, vom aplica metodele sugerate de Calculele care implică tabele de dimensiuni mai mici, cum sunt cele de câmp magnetic și electric rămân în sarcina Coordonatorului. Energia cinetică se va calcula de către fiecare proces lucrător pentru particulele atribuite lui, Coordonatorul având doar rolul de a cumula aceste valori. Detalii incluse în raportul extins.

Activitate 1.12 Determinarea parametrilor fizici caracteristici componentei de Materie Obscură (Dark Matter) din Univers detectabili de misiunea Euclid

Rezultate așteptate: Aplicarea metodei de analiză MCMC pentru selectarea proprietăților și mecanismelor de producere a Materiei Obscure în strategia observațională a misiunii Euclid.

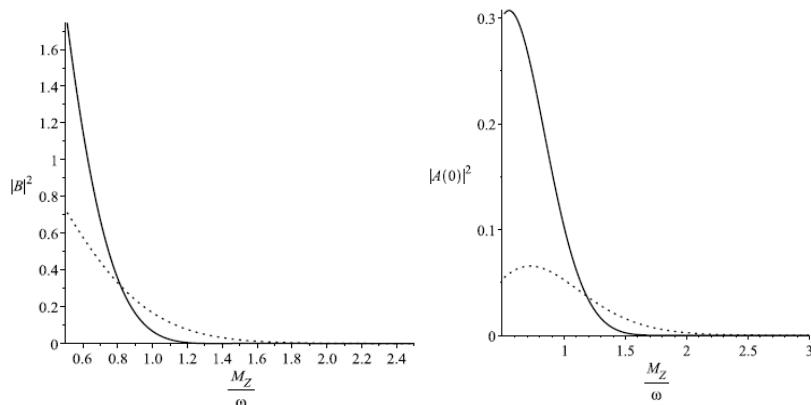
Indicatori de rezultat: Caracterizarea cantitativă a proprietăților și mecanismelor de producere a Materiei Obscure detectabile de misiunea Euclid – Obiectiv realizat în proporție de 20% în etapa actuală, urmand a fi dezvoltat în continuare în 2019 și finalizat în 2020. Ne-am propus să dezvoltăm un mecanism de producere a materiei și antimateriei complet nou bazat pe metode perturbative care să descrie generarea materiei la interacțiunea dintre câmpurile cuantice într-o geometrie aflată în expansiune. Acest model ar putea fi extins pentru a explica cum se generează orice boson masiv, precum și toți fermionii Dirac.

Primul pas a fost să construim un model mai general decât cel cunoscut de pe spațiul Minkowski într-o geometrie de tip de Sitter. Pentru a studia problema interacțiunilor în care să fie generați neutrinii am pornit de la densitatea de Lagrangian care descrie interacțiunea dintre bosonul masiv Z și leptoni, adaptat la o geometrie de tip de Sitter prin prezenta tetradelor e_{μ}^{α} dependente de coordonate și a matricilor Dirac independente de punct:

$$\mathcal{L}_{\bar{l}lZ} = - \left(\frac{e_0}{\sin(2\theta_W)} \right) \bar{\nu}_e \gamma^{\hat{\mu}} e_{\hat{\mu}}^{\alpha} \left(\frac{1 - \gamma^5}{2} \right) \nu_e Z_{\alpha} + \left(\frac{e_0 \cos(2\theta_W)}{\sin(2\theta_W)} \right) \bar{e} \gamma^{\hat{\mu}} e_{\hat{\mu}}^{\alpha} \left(\frac{1 - \gamma^5}{2} \right) e Z_{\mu} \\ - (e_0 \tan(\theta_W)) \bar{e} \gamma^{\hat{\mu}} e_{\hat{\mu}}^{\alpha} \left(\frac{1 + \gamma^5}{2} \right) e Z_{\alpha} = - \frac{e_0}{\sin(2\theta_W)} (j_{neutral})^{\alpha} Z_{\alpha},$$

Cu ajutorul acestei ecuatii am stabilit ecuatiile pentru amplitudinile de tranzitie in ordinul intai al teoriei de perturbatii folosind operatorul de imprastiere scris in functie de densitatea de Lagrangian.

Reprezentand grafic probabilitatea de tranzitie in functie de raportul dintre masa bosonului Z si factorul de expansiune pentru valori date ale impulsurilor obtinem:



Rezultatele noastre arata ca acest process este posibil in campuri gravitationale tari si este o prima dovada obtinuta din calcule teoretice ca bosonii grei Z se pot produce doar cand factorul de expansiune ω este mare in raport cu masa bosonului greu. Aceste rezultate au fost obtinute dezvoltand un mecanism complet nou de analiza a fenomenului de producere a materiei si antimateriei bazata pe metode perturbative. Aceste rezultate se regasesc in lucrarea C. Crucean, "Production of Z bosons and neutrinos in early universe", care a aparut in baza de date arXiv:1811.03310[hep-th] si v-a fi trimisa spre publicare.

Proiectul 2. „MNP”

Raportul cuprinde informații cu privire la următoarele activități:

Activitatea 1.1.1 Caracterizarea condițiilor de expunere a personalului navigant la factori de stres ambientali – identificarea metodelor adecvate de evaluare compatibile cu competentele partenerilor la proiect.

Activitatea 1.1.2 Analiza psiho-etologica asupra persoanelor implicate in activități cu risc profesional ridicat.

Activitatea 1.1.3 Determinarea cerințelor de sistem pentru detectarea automată a emoțiilor primare, relevante pentru securitatea misiunii în profesiunea riscantă.

Activitatea 1.1.4 Identificarea metodelor optime de caracterizare a dozelor de expunere la fluxuri de protoni similare (ca doza de expunere) celor din radiația cosmică (documentație de metoda). Investigații cu privire la posibilitatea folosirii emulsiilor nucleare pentru caracterizări de doze.

Activitatea 1.1.5 Studiul si analiza fenomenelor fizice si a tehnologiilor vizate de metoda de detecție propusa. Selectarea dispozitivului experimental pentru detectarea radiației de interes.

Activitatea 1.1.6 Proiectarea sistemului de achiziție a datelor experimentale.

1. Caracterizarea condițiilor de expunere a personalului navigant la factori de stres ambientali

Stresorii sunt agenți externi (fizici, chimici, biologici) care acționează în mod „agresiv” asupra organismului, inducând modificări morfo-funcționale [Hans Selye]. Orice element perceptibil din ambianță reprezintă un potențial factor de stres pentru oricare organism viu. Reducerea sau anularea caracterului de stresor se realizează prin procese de adaptare, de învățare cu stabilirea semnificațiilor biologice ale

diferitelor situații stimulante. Stresul nu este nici un fenomen exclusiv uman și nici unul exclusiv negativ.

Expunerea involuntară, dar mai ales cea voluntară la astfel de stresori implică asumarea unor potențiale riscuri. Gradul de stres resimțit depinde de intensitatea și/sau de „agresivitatea” stresorului, dar mai ales de modul în care organismul individual reacționează la stresorul respectiv.

2. Analiza psiho-etologica

Există oameni care se expun în mod voluntar și informat acestor factori și care, prin cunoaștere și profesionalizare, reduc foarte mult riscurile. Și există o categorie de oameni care se expun unor situații deosebit de stresante (pentru oricare om obișnuit) în care, desigur, profesionalismul are un rol hotărâtor, dar care comportă un mare procent de neprevăzut, de incertitudine și de risc. Din această categorie fac parte exploratorii (speologi, oceanografi, vulcanologi, etc.) salvatorii, militarii activi, pompierii, navigatorii de cursă lungă, navigatorii pe submarine, dar mai ales astronautii.

Un prim element de care trebuie să ținem cont este faptul că aceste persoane **nu trebuie privite** ca persoane cu calități fizice și cu un profil psiho-comportamental comun. Ele au o temeritate deosebită, rezistență, duritate, capacitate de acțiune și de reacție ce depășesc cu mult media. Toate aceste caracteristici sunt parte a unui **comportament competitiv**.

Pentru astfel de performeri este, uneori, cu atât mai greu **este să recunoască** în fața celorlalți atunci când trec printr-o criză personală sau colectivă de mai lungă durată – adesea ajungând la concluzia că altcineva este vinovat.

Luam ca exemplu situația personalului de pe un submarin, dar mai ales de pe o navetă/stație spațială prezintă niște elemente aparte care fac ca factorii de stres fizici și psihologici să aibă un mult mai mare impact și să reprezinte în mult mai mare măsură un factor de risc major pentru situația individului sau/și a întregii echipe.

a. Riscul real ca o **situație obiectivă**, cu totul neprevăzută, să pună în pericol nu numai misiunea în desfășurare, dar și viața tuturor celor aflați în respectiva misiune (ciocniri cu elemente necunoscute sau de ne-evitat, atacul subit, avarii majore ale vehiculului de transport, care nu pot fi rezolvate cu mijloacele disponibile, etc.)

b. Riscul real ca o **eroare umană** să producă efecte imposibil sau greu de controlat.

c. Incertitudinea revenirii

Aceste riscuri sunt cunoscute și în mare parte asumate de la bun început de participanții la astfel de misiuni dar ele generează o stare de tensiune și de negare a competențelor coechipierilor. La această tensiune cronică se adaugă o serie de factori ce țin de caracterul aparte al unor asemenea misiuni:

I. Izolarea socială pe termen lung a membrilor echipei față de familie, prieteni, cunoscuți.

II. Gruparea socială pe termen lung a membrilor echipei între care pot să existe sau nu afinități, compatibilități psiho-comportamentale, respect reciproc, etc.

III. Spațiul comun și spațiul privat. La origini stă un fenomen biologic bine cunoscut și întâlnit la toate speciile – nevoia unui **spațiu minim personal** dincolo de care apropierea este în mod instinctiv percepută ca o provocare, un atac (excepție fac situațiile în care e vorba de indivizi îndeaproape înrudiți și/sau indivizi între care există relații prosociale mereu înflorite).

Pentru a rezuma lucrurile prezentate până acum se poate spune că gruparea artificială a unor persoane, pe perioade mai mari de timp, într-un spațiu limitat, din care nu se poate ieși prin proprie voință sau la cerere și în care există o viață privată minimă duce la:

- stabilirea și modificarea compatibilităților inter-individuale;
- competiție – compararea performanțelor reale și pretinse, contestarea ierarhiei formale;
- prietenie/coalizare/front comun;
- invidie, frustrare;
- comportament dominant/agresiv;
- disimulare.

O posibilitate eficientă de a constata situația socială de fapt și de a lua măsuri de aplanare/reconciliere/echilibrare este observarea monitorizată a comportamentului tuturor participanților la misiune, cu un accent deosebit pe aspectele emoționale.

Studiul expresiilor faciale emoționale are o istorie lungă, în care un loc deosebit de important îl ocupă psihologul Paul Ekman. Observațiile și studiile sale au dus la dezvoltarea Sistemului de Codificare a Acțiunilor Faciale (FACS). FACS reprezintă standardul pentru identificarea mișcărilor care pot fi făcute de musculatura facială.

În cazul unor astronauți ce se află pe o navetă spațială, sistemul de detectare și analiză a stărilor emoționale ar presupune următoarele:

- existența unui număr suficient de mare de camere video care să acopere majoritatea spațiului.
- aplicarea unui soft de recunoaștere facială; având în vedere că există un număr mic de astronauți pe o navă spațială și că aceștia sunt bine cunoscuți ca fizionomie încă dinainte de începerea misiunii, softul de recunoaștere și de repartizare a informațiilor poate fi antrenat și ajustat cu mult timp înainte.

Sistemul de monitorizare are, pe lângă problemele tehnice de realizare, o problemă foarte importantă de etică. În consecință se pune problema modului de rezolvare a acestor dificultăți.

(i). Trebuie sau nu trebuie ca cei avizați să cunoască faptul că le este monitorizat comportamentul într-un asemenea detaliu?

Monitorizarea neinformată poate fi considerată o problemă serioasă de etică.

(ii). În condițiile în care sunt informați de monitorizare, cum îi faci pe cei implicați să conștientizeze că monitorizarea este spre binele comun?

(iii). În condițiile în care monitorizarea este o condiție automată, care trebuie acceptată din primul moment al intrării în programul de antrenament, cum anume îi poți asigura de o oarecare confidențialitate și de păstrarea anonimatului (în afara echipei care face monitorizarea și analiza comportamentală).

3. Determinarea cerințelor de sistem pentru detectarea automată a emoțiilor

Având în vedere elementele abordate prealabil de analiza psiho-etologică, se dorește ca în secțiunea următoare să se stabilească Cerințele de Sistem (CS) minimale ale sistemului de interes pentru detecția emoțiilor destinat evaluării automate a personalului expus la stres ocupațional și indus.

Sistemul de interes este compus din mai multe sub-sisteme care fie se află în lanțul de execuție al aplicației de uz general, fie pregătesc (printr-un procedeu de iterații de

antrenare-testare) funcționarea unui algoritm de învățare automată (Machine Learning – ML).

Împărțirea logică în sub-sisteme este următoarea (Fig.1):

- (1). Sistem de achiziție video;
- (2). Algoritm pentru detecția punctelor faciale;
- (3). Sistem de dezvoltare și algoritm de învățare automată;
- (4). Aplicație pentru detecția emoțiilor.

Această împărțire logică în sub-sisteme oferă în cele ce urmează posibilitatea de a extrage obiectiv Cerințele de Sistem (CS) corespunzător pașilor ce vor fi parcurși în realizarea sistemului de interes si care vor fi luate in considerare in proiectarea hard si soft a sistemului.

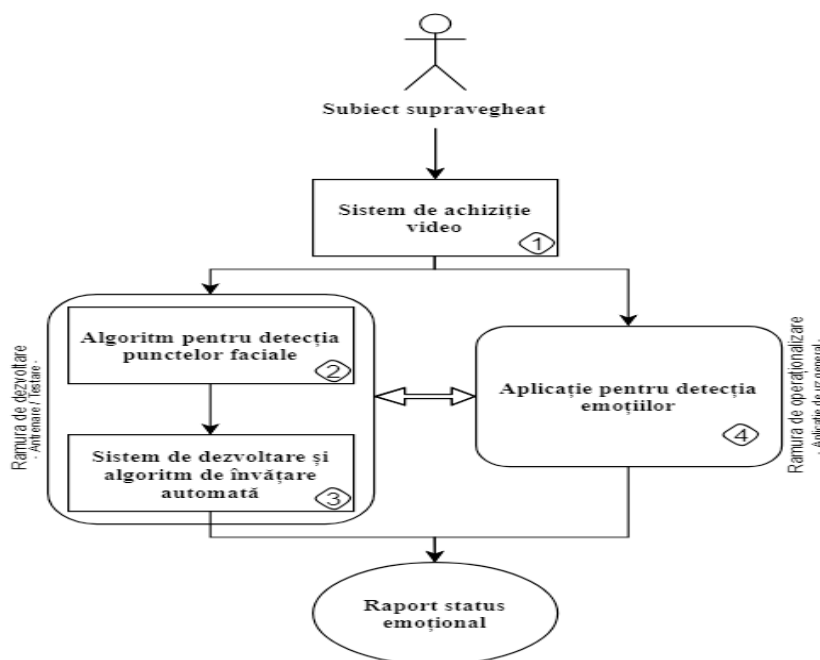


Figura 1. Sistemul de interes vizat de subproiectul MNP - protecție psihologică

4a. Identificarea metodelor optime de caracterizare a dozelor de expunere la fluxuri de protoni similare (ca doza de expunere) celor din radiația cosmică (documentație de metoda)

Câmpul de radiații în vehicule spațiale și aeronave este alcătuit dintr-o varietate de particule ionizante induse de radiația cosmică solară și galactică. Înafara de radiații gamma, electroni, muoni și particule cu sarcină mare, componenta principală sunt protonii și neutronii.

Dozimetria cosmică întâmpina mari dificultăți datorită complexității radiației, a spectrului foarte larg de energie și a diversității factorilor care afectează cantitativ și calitativ radiația.

Pentru determinarea dozelor absorbite și a efectului lor biologic în sateliți sau avioane s-au folosit detector bazați pe diferite tehnici și tehnologii.

Instrumentele de detecție sunt de două tipuri : active și pasive. Majoritatea se bazează pe detectori cu siliciu, scintilator, detectori Cerenkov, camere de ionizare, etc. Foarte răspândite sunt detectoare de tip Liulin, cantorii proporționali umpluți cu gaz echivalent țesuturilor, detectori termoluminescenti, Detectorii activi necesita de

obicei dimensiuni mari si furnizor de energie.

In general cerințele pentru dozimetria radiațiilor in cosmos sunt foarte severe. Prima restricție are in vedere securitatea umana la bordul vehiculelor, ca de exemplu pericole legate de surse de putere de înalta tensiune, sau alte surse de substanțe nocive, etc. Al doilea tip de cerințe se refera la economia zborurilor. Din cauza costurilor enorme, instrumentația trebuie sa fie cat mai ieftina, ușoara, de dimensiuni mici, sa necesite cat mai putina energie si sa fie foarte rezistenta.

Aceste cerințe favorizează detectorii pasivi. Al treilea de tip de cerințe se refera la capabilitatea instrumentelor de a acoperi o scara larga de sensibilitate, care se refera la posibilitatea de a măsura cu precizie înalta fluxuri mici, in domeniul foarte larg de energie, pentru toate tipurile de particul (inclusive de la radiația secundara din interiorul navelor) Un instrument ideal trebuie sa aibă o sensibilitate cat se poate de mare cu rezoluție bune in evaluări de sarcini energie si LET (Linear energy transfer) . Detectorii activi au avantajul de a putea evalua parametrii in funcție de timp.

4b. Investigații cu privire la posibilitatea folosirii emulsiilor nucleare pentru caracterizări de doze

Evident ca nici un detector nu poate îndeplini toate condițiile impuse. Detectorii pasivi prezinta avantaje mari: dimensiuni mici, securitate, ușor manevrabili, nu necesita energie. Aceștia sunt de doua tipuri: termoluminiscenti (TLD) si detector solizi de urma. Detectorii TLD nu furnizează informații de LET si nici de doze echivalente. Dintre detectorii solizi de urme s-au folosit pe scara larga detectorii plastici, in special C-39, care însă nu au o sensibilitate suficienta pentru a detecta protoni. Singurul detector care este capabil sa măsoare întregul spectru LET este emulsia nucleara. In emulsia nucleara se pot detecta toate particulele, inclusive cele de ionizare minima, pot fi măsurate sarcini, distribuții unghiulare, spectrul de neutron, flux si doze caracteristice, etc). O mare problema este însă durata zborului, care nu trebuie sa depășească 14 zile, chiar pentru emulsi subțiri (50 micrometri) deoarece emulsiile se înnegresc si devin opace.

In emulsiile subțiri majoritatea urmelor particulelor traversează stratul, dar prin măsurarea unor parametri speciali si prin calibrări particulele pot fi identificate. Datorita tehnicilor moderne de dezvoltare si prelucrare a emulsiilor a devenit posibila o expunere mai lunga in spațiu. Prelucrarea emulsiilor in prezent se efectuează cu microscopie dotate cu sisteme automate, astfel încât obținerea de date nu mai constitui o problema. Singurul dezavantaj legat de folosirea emulsiilor nucleare pentru determinări de doze este ca acestea nu pot furniza date in timp real, ci trebuie aduse la sol pentru prelucrare.

5. Studiul si analiza fenomenelor fizice si a tehnologiilor vizate de metoda de detecție cu fotoelement.

S-a început un studiu paralel in vederea optimizării materialului scintilator cat si a materialului semiconductor ce sta la baza realizării fotoelementului. Este important sa cunoaștem spectrul de emisie al scintilatorului pentru selectarea corecta a fotoelementului. Materialul scintilator a fost astfel ales încât radiația ionizanta absorbita sa fie reemisa sub forma de fotoni, a căror lungime de unda se regăsește in domeniul de absorbție al fotoelementului. In figura 2 sunt prezentate spectrele de absorbție ale unui scintilator plastic comercial, de tip NE102A, pentru 2 grosimi, 1 mm si 11 mm.

Se observa ca pentru prima dintre cele doua probe, absorbția optica începe la

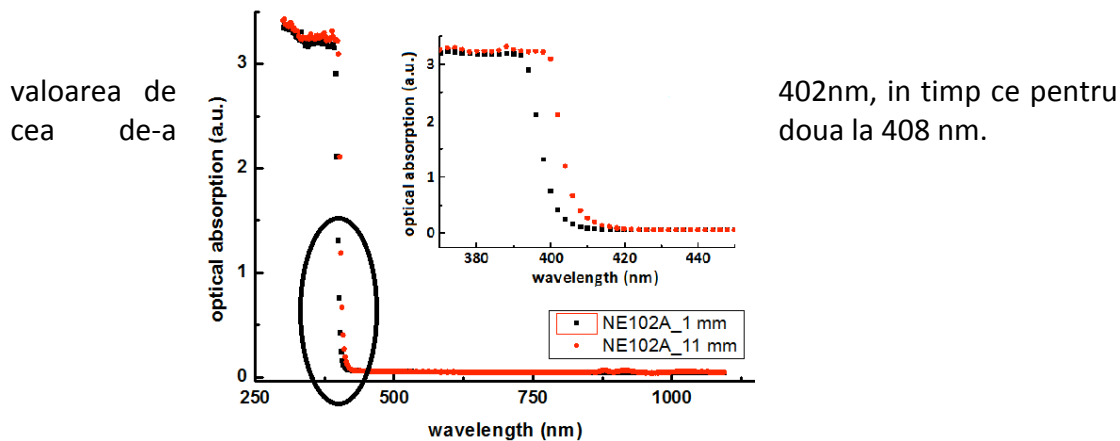


Figura 2. Spectrele de absorbție a doi scintilator comerciali de tip NE102A, de diferite grosimi

6. Proiectarea sistemului de achiziție a datelor experimentale. Schema bloc.

Schema bloc a dispozitivului experimental folosit la detectarea radiației ionizante este prezentată în figura 3. În vederea demonstrării funcționării dispozitivului experimental se vor folosi diverse surse de radiații.

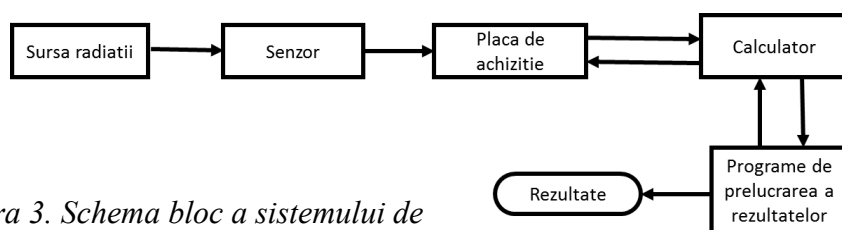


Figura 3. Schema bloc a sistemului de achiziție

Materialul scintilator va avea diverse compoziții și grosimi în vederea optimizării lungimii de undă a fotonilor emiși, cât și a fluxului lor. În cazul fotoelementului se vor testa diverse materiale semiconductoare de tipul A2B6 și vor fi optimizate condițiile de depunere (presiune, temperatura, etc.). Conectarea plăcii de achiziție se va face printr-o interfață serială. Achiziția și prelucrarea datelor experimentale se va face cu ajutorul platformei Labview. Aceasta interfață va permite utilizatorului să introducă date și comenzi, respectiv să primească datele măsurate sub formă numerică și/sau grafică.

Obținere/optimizare fotoelement

Tehnica de obținere a straturilor subțiri semiconductoare ce vor fi folosite ca fotoelement a fost cea de pulverizare în plasmă (RF) pentru stratul „fereastră” de ZnSe și evaporare în vid pentru stratul absorbant de CdTe. Au fost depuse în structura de tip „superstrat” structuri fotovoltaice cu heterojuncțiune, de tipul ZnSe/CdTe folosind ținte de ZnSe și CdTe cu o puritate de 99.999%. Puterea de lucru a variat între 60 și 100 W. Au fost obținute 5 probe de ZnSe cu grosimi între (34 – 77) nm, grosimea a fost determinată prin reflectometrie de raze X. Filmul absorbant de CdTe a fost depus prin evaporare termică, iar valoarea grosimii acestuia, de 2.6 μm, a fost determinată prin metoda optică, folosind ecuația Bragg.

Din spectrele de absorbție s-au calculat valorile energiei benzii interzise E_g pentru toate cele 4 straturi subțiri de ZnSe_{1-x}O_x și, de asemenea, s-a determinat grosimea fiecărui film depus în condițiile descrise anterior. Din analiza pragului de absorbție a rezultat faptul că probele fabricate păstrează comportamentul de semiconductor cu benzi energetice directe, la fel ca ZnSe și ZnO, iar energia benzii interzise, determinată optic, a crescut odată cu creșterea concentrației de oxigen. Acest

rezultat se poate explica prin faptul ca, mărirea volumului de O-2 din incinta de lucru determina înlocuirea atomilor de seleniu cu cei de oxigen, si de aceea valoarea benzii interzise a probelor ZnSe_{1-x}O_x creste către valoarea oxidului de zinc (ZnO).

Transmitanta optica a tuturor filmelor fabricate a fost de peste 70%, aşadar acestea pot fi folosite ca element de fereastră pentru aplicații optoelectronice, cu precădere structuri fotovoltaice cu un spectru de acțiune cat mai larg pentru a fi sensibile la un spectru cat mai larg de fotoni emiși de scintilator.

Diseminarea rezultatelor obținute in cadrul acestei etape s-a făcut prin intermediul unei conferințe internaționale (prezentare orala) si un articol publicat.

Lucrări publicate:

S. IFTIMIE, F. F. BAIASU, A. RADU, V. A. ANTOHE, S. ANTOHE, L. ION, „*On the structural, optical and morphological properties of ZnSe_{1-x}O_x thin films grown by rf-magnetron sputtering*”, **Chalcogenide Letters Vol. 15, No. 7, July 2018, p. 389 – 394.**

Conferințe: 12th International Conference on Physics of Advanced Materials – ICPAM 2018, On the physical properties of ZnSe_{1-x}O_x thin film grown by rf-magnetron sputtering, Sorina Iftimie, A. Radu, F. Baiasu, Ana Maria Raduta, V.A. Antohe, Diana Coman, Ana Maria Panaitescu, L. Ion, S. Antohe

Proiectul nr. 3 „PIMS”

Proiectul VESS-3-PIMS implementeaza o platforma informatica integrata de monitorizare, supraveghere si prognoza a seismelor de magnitudine moderata si ridicata din date geospatiale si in-situ asupra parametrilor geofizici/geodezici/geochimici cu caracter precursor pentru cartografierea si analiza hazardului seismic in zona geotectonic activa Vrancea, din România.

ACTIVITATI PREVAZUTE/REALIZATE

1.Construirea bazei de geodate integrate spatiale si in-situ pentru analiza interactiei litosfera-atmosfera joasa-ionosfera. Selectarea zonei test Vrancea.

Workshop intern pentru realizarea coerenței între parteneri.

Construirea bazei de geodate integrate spatiale si in-situ pentru analiza interactiei litosfera-atmosfera joasa-ionosfera.

S-au stabilit procedurile de proiectare a bazei de geodate multiparametrica in-situ si din date geospatiale a potentialilor precursori seismici pentru monitorizarea, supravegherea si avertizarea hazardului seismic in zona Vrancea. Proiectul se focalizeaza asupra gasirii unor conexiuni relevante între diferiti parametri geofizici, geochimici (radon), geodinamici, geomagnetici, magnetotelurici, gravimetrice, ionosferice, atmosferice, geotermice, seismologici și diferiti indicatori de hazard natural obtinuti din date satelitare timp-serie, GPS si masuratori in-situ cat si din retelele seismice si GPS permanente in scopul dezvoltarii unei metodologii inovative de evaluare a precursorilor asociati activitatii seismice atribuita sursei Vrancea. Baza de geodate formata include date geofizice multiparametrice pentru monitorizarea si analiza fenomenelor precursore pentru zonele test selectate amplasate in perimetrele observatoarelor seismologice Ploștina (PLOR) din Vrancea, Cheia – Muntele Roșu (MLR) și București (BUC) situate la distanțe diferite față de sursa Vrancea. Monitorizarea geodinamicii zonei Vrancea se realizeaza pe baza datelor GPS de la retelele nationale si masuratorile GPS in-situ, de GNSS/nivelment si campaniilor de teren in aria poligonului geodinamic Tulnici-Valea Sării-Vrâncioaia. De asemenea s-a stabilit planul de achiziție de noi date in-situ si geospatiale pentru monitorizarea continua a precursorilor seismici in zona geotectonic activa Vrancea si

împrejurimi. Monitorizarea și detectarea anomaliilor principalilor parametrilor geofizici cu caracter precursor în zona Vrancea s-a realizat prin utilizarea datelor geospațiale serii-timp.

Baza de date de tip metadata constituie elementul inițial în procesul informațional de extragere a elementelor de noutate în domeniul hazardului seismic în zona Vrancea. Procesul de data mining este un pas esențial în procesul descoperirii de cunoștințe în bazele de date.

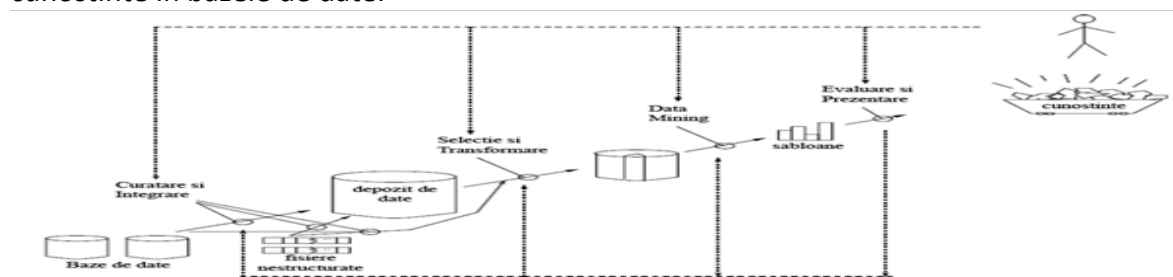


Fig.1. Reprezentarea schematică a procesului informațional de procesare a datelor

Detectarea precursorilor seismici este prezentată în **Fig.1**, și constă dintr-o secvență iterativă formată din: curățarea datelor (*data cleaning*) – înlăturarea zgomotului și a datelor irelevante; integrarea datelor (*data integration*) – pot fi combinate sursele multiple de geodate; selecția datelor (*data selection*) – datele relevante sarcinii de analiză sunt extrase din baza de date; transformarea datelor (*data transformation*) – datele sunt transformate sau consolidate în forme potrivite data mining-ului prin realizarea unor operații de rezumare sau agregare; evaluarea sabloanelor (*pattern evaluation*) – pentru identificarea sabloanelor cu adevărat interesante, reprezentând cunoștințe bazate pe anumite măsuri ale gradului de interes a acestora; prezentarea cunoștințelor (*knowledge presentation*) – se folosesc tehnici de vizualizare și reprezentare a cunoștințelor pentru a prezenta utilizatorului cunoștințele descoperite.

Selectarea zonei test Vrancea.

Zona test studiată Vrancea-Focsani este considerată ca fiind cea mai activă din punct de vedere seismic în zona de curbura a Arcului Est Carpatic, zona de subducție a Placilor Eur-Asiatice și Moesice, fiind o arie foarte complexă din punct de vedere structural și seismic, delimitată de latitudinile 45.6 °N și 46.0 °N și longitudinile 26.5 °E și 27.5 °E. Cunoscută drept o zonă geodinamică deosebit de instabilă, Vrancea continuă să fie o mare provocare pentru geostiințe, în sensul că, pentru a obține o perspectivă reală asupra mecanismelor care declanșează activitatea seismică și pentru a avea o imagine clară asupra întregului areal învecinat acestei zone, sunt necesare studii aprofundate privind particularitățile tectonice, interacțiunea dintre diferitele fenomene fizice și posibila lor evoluție. Volumul seismogen (slab-ul vrâncean) caracterizat prin dimensiunile 80 km și 40 km în plan, și peste 200 km în adâncime, datorită atât particularităților structurale, cât și poziției sale la limita dintre trei unități tectonice majore, ar putea să ne furnizeze cel puțin o parte dintre răspunsurile privind puternicele schimbări geodinamice și, mai ales, fenomenele seismice. Aria epicentrală a cutremurelor intermediare vrâncene este limitată la o zonă de maximum 2000 km², fenomen comparabil doar cu regiunea Munților Hinduș sau a zonei Bucamaranga din Columbia. Hipocentrele sunt distribuite pe un plan de tip Benioff cu înclinări de 60° – 65° NV, la adâncimi de 70 – 160 km, intervalul

tipic fiind între 130 – 150 km. Zona seismelor intermediare este bordată de o zonă de seisme normale cu adâncimi până la 40 km, cu suprafața de circa 7000 km². Este un fenomen tipic lipsa hipocentrelor în intervalul de adâncime între 40 – 70 km, probabil legat de existența astenosferei în acest interval de adâncime, aici fiind vorba de o lacuna seismică. Acest “seismic gap” separă în plan vertical zona seismelor crustale de cele subcrustale. Monitorizarea precursorilor seismici și supravegherea zonei seismice Vrancea se face prin date de monitoring furnizate de stațiile Ploștina (PLOR) din Vrancea, Cheia – Muntele Roșu (MLR) și București (BUC).

2. Analiza / investigarea cerintelor specifice de la potentialii utilizatori. Definiere scenarii de lucru. Analiza/ investigarea posibilitatii de interconectare si/sau integrare cu sisteme/instrumente de tip COPERNICUS. Investigarea metodelor si modelelor pentru monitorizarea interactiei seismo-litosfera- atmosfera-ionosfera
Analiza / investigarea cerintelor specifice de la potentialii utilizatori. Definiere scenarii de lucru. Analiza/ investigarea posibilitatii de interconectare si/sau integrare cu sisteme/instrumente de tip COPERNICUS.

Este cunoscut faptul ca prognozele seismice ca și hartile de hazard/risc și cele de microzonare seismică a oraselor din România sunt extrem de utile atât constructorilor cât și managerilor platformelor industriale și zonelor urbane. Utilizarea în sinergie a datelor de teledetecție satelitară în Vrancea și împrejurimi va duce la dezvoltarea serviciilor inteligente de risc seismic: Infrastructura de Baze de Date, Produse Cartografice pentru Hazardul Seismic, platforme web de Informare pentru Hazardul Seismic care vor oferi suport pentru factorii de decizie prin aportul de informații despre riscul seismic / geologic cât mai noi și precise în România din sursa Vrancea. Prin noile dezvoltări experimentale de cartografiere și zonare a hazardului seismic în Vrancea, proiectul va aduce oportunități noi partenerilor din proiect și mediului de afaceri. Politica serviciilor cartografice pentru hazard caracteristică proiectului VESS3-PIMS este astfel concepută încât să ofere oportunități pentru viitoare dezvoltări fiind astfel adaptabilă la cerințele unui număr mare de organizații cu activitate în domeniul geologic, urban, de informare în domeniul siguranței și mediului. Prin rezultatele proiectului modelul de prognoză pentru evaluarea hazardului va putea fi transferat la nivel european ca o strategie alternativă în studiile pentru ariile active tectonic.

Investigarea metodelor și modelelor pentru monitorizarea interacției seismo-litosfera- atmosfera-ionosfera

Procesele mecanice de preparare ale cutremurelor sunt întotdeauna însoțite de deformații crustale și de fenomene precursore de-a lungul faliilor active geologice. Procesele de macro-fracturare ale scoartei sunt precedate de fenomene de micro-fracturare rezultând anomalii ale radonului și altor gaze precursore cum sunt (He, CH₄, NO, Ne, Ar, și N₂) în gazul din sol și apa din sol, anomalii ale câmpului geomagnetic și geoelectric, perturbatii ionosferice, anomalii termice ale suprafeței terestre, variații bruscte ale nivelului apei în fantani, comportarea anormală a animalelor, etc..

Anomalii precursore sunt indicatori ai bazei fizice de predicție seismică în ariile active tectonic, fiind corelate cu evenimentele seismice. Prognoza unui viitor seism cere investigarea tuturor fenomenelor precursore. Natura interdisciplinară a predicției precursorilor seismici precum și complexitatea cercetărilor necesită cooperarea integrată în câmpuri științifice relevante cum sunt seismologia, geologia,

geofizica si fizica rocilor , teledetectia satelitara ,pentru a extrage informatia din datele geomagnetice, electromagnetice, geodetice, geofizice , satelitare si de laborator. Pentru a intelege relatia exacta a precursorilor seismelor puternice este esentiala cunosterea motivului geodinamic de producere a acelu precursor. Variatii aleatoare ale concentratiilor de radon au fost inregistrate cu cateva luni inainte, in timpul si dupa producerea de seisme puternice in multe zone seismice din lume. Astfel, in zonele faliiilor active din crusta terestra sunt emise in atmosfera sau apele subterane diferite gaze : metan, heliu, hydrogen, dioxid de carbon, care constituie asa numitele gaze purtatoare pentru radon.

Pe baza cataloagelor de cutremure ale INCDFP (ROMPLUS) si USGS a fost urmarita evolutia seismicitatii in zona Vrancea functie de momentul magnitudine M_w al seismelor si adancimea focarelor ca si amplasarea geografica a acestora. In perioada analizata (1 ianuarie 2018-1 noiembrie 2018) in cadrul acestui proiect au fost inregistrate 54 de evenimente seismice cu moment magnitudine $M_w > 3$

Evidentierea unor potentiale anomalii termice de suprafata

Au fost evaluate anomaliile termice (aer si teren de suprafata) asociate unor cutremure moderate inregistrate in perioada 1 ianuarie 2018 -1 octombrie 2018 cu moment magnitudine $M_w \geq 4$ inregistrate in zona Vrancea prin fluxul latent de caldura si temperatura suprafetei terenului (LST) din datele satelitare de teledetectie timp-serie Terra/Aqua-MODIS in domeniul infrarosuu termic (TIR) si observatiile microclimatice in-situ. In aceasta perioada nu au fost inregistrate anomalii termice excesive in arealul Vrancea de aproximativ 61 km x 61 km centrat pe coordonatele statiei seismice Plostina (Latitude: 45.8, Longitude: 26.7 -WGS84 datum).

Fig.6 prezinta evolutia temperaturii de suprafata LST a terenului in zona Vrancea in perioada martie 2000-1 octombrie 2018 din date satelitare timp serie MODISTerra. Pentru seisme de $M_w \geq 4$, exista o corelatie pozitiva intre LST si moment magnitudine seism. Folosind atâta date seismice cât și GPS poate fi realizată o analiză combinată pentru estimarea câmpului de stress regional predominant.

Detectarea deformatiilor crustale preseismice din datele satelitare radar Sentinel-1

In aceasta etapa s-a realizat de asemenea achizitia (in perioada ianuarie 2018-octombrie 2018) si prelucrarea interferometrica a datelor radar Sentinel-1 in format SLC de pe trackul 131 , orbita ascendenta pentru prelucrari interferometrice care acopera zona de la nord de Focsani pe zona Vrancea. Au fost calculate 2 tipuri de interferograme: - interferograme pe termen scurt (distanța in timp intre scene fiind de 6-24 zile) -> cu scopul de a surprinde eventualele deformari ale scoartei terestre datorate cutremurelor; - interferograme pe termen mediu si lung (distanța in timp intre scene fiind mai mare de 60 zile) -> cu scopul de a surprinde deformari mai lente. S-a observat ca din cauza vegetatiei prezente inafara zonelor urbane, coerența este foarte redusa in zonele naturale, neantropice, pentru combinatii de imagini care sunt achizitionate la distanta mai mare de 2 luni.

Pe baza unei selectii de interferograme calculate s-a concluzionat ca : - datele Sentinel-1 pot fi folosite pentru monitorizarea zonelor naturale (variatii in umiditatea solului, dinamica solului, schimbari in vegetatie) atat timp cat intervalul de timp dintre scenele interferogramei nu depaseste 6-12 zile. Uneori interferogramele sunt coerente si la 36 si 48 de zile daca e iarna, sau eventual daca e seceta (vegetatie rara); - pentru a folosi scene la 12 si 24 de zile e nevoie de un numar mai mare de scene cu distanta perpendiculara mai mica de 20 m deoarece combinatiile posibile

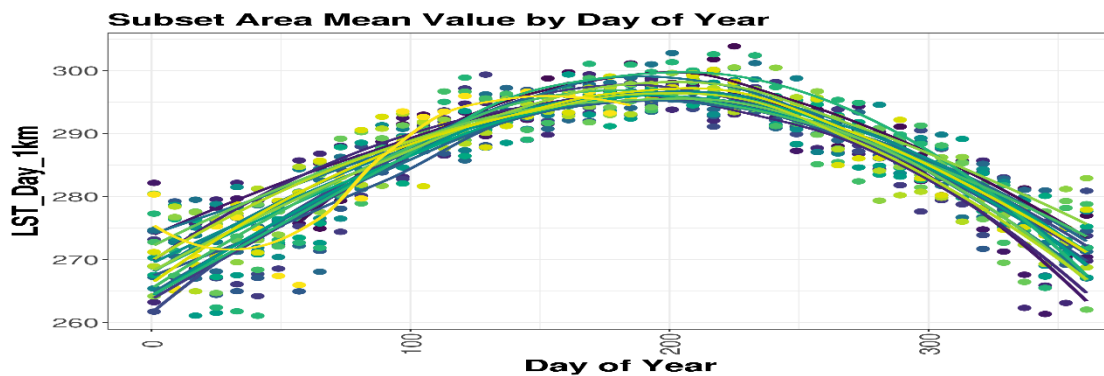


Fig.2 Evolutia temperaturii de suprafata LST a terenului in zona Vrancea in perioada martie 2000 - octombrie 2018 din date satelitare timp serie MODISTerra

sunt reduse la 12 si 24 de zile si sunt afectate de atmosfera si topografie reziduala; - calitatea coregrării imaginilor Sentinel-1 este mult influentata de coerența imaginilor, ceea ce induce probleme in prelucrare;- deformarea include variatii de umiditate, variatii in vegetatie si de dinamica solului, plus efecte atmosferice;- deformatii semnificative la scara larga nu au fost identificate;- deformatii locale (subsidenta, alunecari de teren active) pot fi observate in diverse locatii;- pozitia unor falii se coreleaza cu interferogramele si deplasările obtinute din datele Sentinel-1. Fig.3. prezinta harta de deformare Sentinel-1, ianuarie 2018 – octombrie 2018, suprapusa peste sistemul de falii: zonele cu galben indica tasare/subsidenta fata de zonele cu verde, iar zonele cu albastru indica ridicare fata de zonele colorate cu verde. Tendintele obtinute se coreleaza cu harta deplasarilor verticale din masuratori GPS.

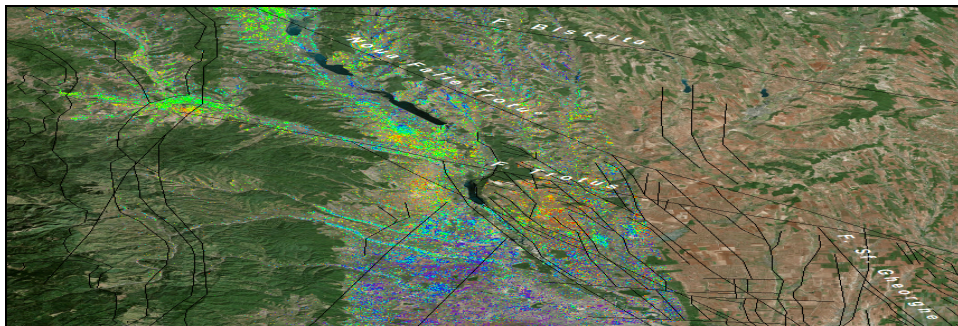


Fig. 3. Harta de deformare Sentinel-1, ianuarie 2018 – octombrie 2018, suprapusa peste sistemul de falii: zonele cu galben indica tasare/subsidenta fata de zonele cu verde, iar zonele cu albastru indica ridicare fata de zonele colorate cu verde.

Anomaliile ionosferice sunt considerate precursori de termen scurt sau imediat deasupra zonei seismice Vrancea si a imprejurimilor au fost urmarite prin :

- a) monitorizarea continua a continutului total de electroni TEC-Total Electron Content dedus din masuratorile statiilor permanente GPS ca IGS si EPN, TEC fiind foarte sensibil la variatiile densitatii electronice ale stratului ionosferic f_0F_2 ;
- b) analiza si modelarea datelor privind continutului total de electroni TEC-Total Electron Content dedus din datele IPS Serviciile Spatiale Radio furnizate in timp real de World Data Centre (WDC) pentru Solar-Terrestrial Science (STS).

De asemenea studiile datelor satelitare de teledetectie timp-serie Terra –MODIS Terra/Aqua, disponibile pentru perioada analizata 1 ianuarie 2018- 1 octombrie 2018 in domeniul infrarosu termic (TIR) si observatiile microclimatice in-situ nu au

evidențiat anomalii majore ale temperaturii suprafeței pământului în zona Vrancea și vecinătăți.

Analiza datelor TEC și a datelor de activitate solară și geomagnetice au fost achiziționate în cadrul acestui proiect în perioada 1 ianuarie 2018- 1 octombrie 2018 de la World Data Centre (WDC) (<http://www.ips.gov.au/Satellite/2/1/5> actualmente <http://www.sws.bom.gov.au/Satellite/2/1/5>) și de la NASA (http://iono.jpl.nasa.gov/latest_rti_global.html) la intervale orare *au arătat că nu s-au evidențiat anomalii ionosferice, geomagnetice sau solare puternice în zona Vrancea, care ar putea fi corelate cu potențialitatea iminentă a unui seism major în zona. Variațiile concentrațiilor TEC legate de seismele moderate înregistrate în această perioadă de studiu au fost moderate.*

Rezultatele măsurătorilor concentrațiilor de radon (Rn^{222}) înregistrate în ultimele 12 luni la stațiile seismice Vrancea, Ploștina, Cheia și București se înscriu în limite relativ normale, *cu mici anomalii precursoare ale concentrațiilor de radon pentru seisme de moment magnitudine $M_w > 4.5$ pe scara Richter.*

Din analiza datelor GPS rezultă faptul că *în zona test de curbura a Carpaților nu există fenomene spectaculoase în ceea ce privește câmpul deformațiilor crustale.*

Analiza deformațiilor scoarței terestre din datele geodezice, de predicție seismică, alături de precursorii convenționali ai cutremurelor de pământ nu reliefează modificări alarmante de iminentă a unui potențial seism major în zona Vrancea.

De asemenea s-au investigat și adaptat pentru zona Vrancea unele metode de identificare și localizare cu precizie a zonelor de intensificare a activității geofizice manifestate prin anomalii ale unor parametri geofizici considerați semnale precursoare de seisme moderate și majore pentru determinarea sau confirmarea ariilor de risc seismic ridicat:

-Metoda de evaluare interferometrică a deplasărilor crustale în zona geotectonic active Vrancea.

-Metoda de identificare a precursorilor seismici pentru zona Vrancea din monitorizarea datelor timp-serie a radonului (^{222}Rn).

-Metoda de determinare a anomaliilor termice de suprafață în zona Vrancea din date geospațiale timp-serie MODIS Terra/Aqua.

-Metoda de localizare a anomaliilor ionosferice din date timp-serie privind conținutul total de electroni ionosferici TEC și date GPS.

- A fost adoptat de asemenea Modelul Litosferă-atmosferă-Ionosferă pentru zona Vrancea.

Rezultatele VESS3-PIMS au ca scop realizarea de aplicații directe pentru reducerea riscului seismic, având un potențial de piață ridicat prin dezvoltarea cartografierii seismice experimentale și a serviciilor informative pentru zona Vrancea – România bazate pe date precise geospațiale și in – situ și pe dezvoltarea de metode științifice

Rezultatele planificate per Etapa I

au fost în totalitate realizate conform obiectivelor stabilite, după cum urmează:

- construirea unei baze de date complexe satelitare și in – situ pentru monitorizarea proceselor și datelor geofizice, geochimice, geodinamice, geodetice atât cele istorice cât și cele mai noi utilizând în acest scop sateliții existenți precum și alți senzori.
- S-au stabilit amplasamentele zonelor pilot test (Ploștina-Vrancea, Cheia-Muntele Rosu și București) de monitorizare precursori seismici datorită sursei

Vrancea . Au fost stabilite metodele optime de lucru.

- Pe baza cerintelor specifice de la potentialii utilizatori si a diferitele scenarii de lucru, s-a realizat monitorizarea complexă, evaluarea spațio – temporală dinamică a hazardului seismic în zona Vrancea, România din date aferente anului 2018.
- Au fost investigate posibilitatile de interconectare si/sau integrare cu sisteme/instrumente de tip COPERNICUS ale Comunitatii Europene si Agentiei Spatiale Europene ESA prin accesarea continua a bazelor de date satelitare Landsat TM/ETM/OLI si Sentinel 1/2/3, GNSS si alte date de Observare a Pamantului (Earth Observation).

Diseminarea rezultatelor s-a realizat prin :

participarea cu 7 lucrari stiintifice la conferinte internationale, publicarea a 4 lucrari stiintifice , fiind in curs de publicare alte 4 lucrari stiintifice.

Lucrari Publicate sau in curs de publicare si comunicate la conferinte internationale

-M.Zoran, D. Savastru, D.Mateciuc, Earthquake precursors assessment in Vrancea region through satellite and in-situ monitoring data, “The 1940 Vrancea Earthquake. Issues, Insights and Lessons Learnt” , Proceedings of the Symposium Commemorating 75 Years from November 10, 1940 Vrancea Earthquake, [Springer Natural Hazards](#), ed.Radu Vacareanu and Constantin Ionescu, DOI: 10.1007/978-3-319-29844-3.

-[Maria A. Zoran](#); Roxana S. Savastru; [Dan M. Savastru](#), “Multi-precursors assessment of earthquakes by geospatial and ground data “,Proc. SPIE 10773, Sixth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2018), 1077311 (6 August 2018); doi: [10.1117/12.2324958](#)-ORAL

-[Maria A. Zoran](#); Roxana S. Savastru; [Dan M. Savastru](#), “Climate effects of aerosols in Bucharest metropolitan area”, Proc. SPIE 10793, Remote Sensing Technologies and Applications in Urban Environments III, 107930Z (9 October 2018); doi: [10.1117/12.2325116](#).-ORAL

-[Maria A. Zoran](#); Roxana S. Savastru; [Dan M. Savastru](#); Doru N. Mateciuc , “Investigation of atmospheric anomalies recorded for moderate or strong earthquakes by geospatial and field data”, Proc. SPIE 10790, Earth Resources and Environmental Remote Sensing/GIS Applications IX, 1079014 (9 October 2018); doi: [10.1117/12.2325615](#) ORAL

-Maria Zoran, Roxana Savastru, Dan Savastru, Doru Mateciuc, (2018), “Investigation of Earthquake Precursors in Vrancea Active Geotectonic Region through Geospatial and Field Data, Book of Abstracts 10thJubilee International Conference of the Balkan Physical Union, 26-30 August 2018, Sofia, Bulgaria, pp.278, ISBN:978-954-723-213-6-ORAL

-Maria Zoran, Roxana Savastru, Dan Savastru’ “Analysis of Long Time Series Geospatial, Geophysical and Climate Data for Seismic Hazard Assessment Conferinta Internationala GEOMAPPLICA 2018, 24-30 iunie 2018, -ORAL

-Maria Zoran , Roxana Savastru , Dan Savastru , Doru Mateciuc, Analysis of seismic presignals recorded for some moderate Vrancea earthquakes BOOK OF ABSTRACTS 18th International Balkan OVIDIUS UNIVERSITY PRESS CONSTANTA 2018 18th International Balkan Workshop on Applied Physics July 10 - 13, 2018 CONSTANTA, ROMANIA ISSUE 18 / 2018 - S5 O5, p 171-ORAL

PREZENTAREA STRUCTURII OFERTEI DE SERVICII DE CERCETARE SI TEHNOLOGICE CU INDICAREA LINK-ULUI DIN PLATFORMA ERRIS;

În această primă etapă s-a conturat structura de oferte de servicii de cercetare și tehnologice, inclusiv produse software; în raportul tehnico-științific s-a făcut referire la unele dintre acestea. Timpul scurt de la inițierea proiectului nu a permis însă atingerea gradului de maturitate care să permită depunerea acestora în platforma ERRIS. Aceasta nu era de altfel între obiectivele primei etape; oferta va fi definitivată la sfârșitul proiectului și va fi lansată atât în ERRIS, cât și prin workshop-urile publice ce vor fi organizate.

O listă a elementelor de ofertă dezvoltate în această primă fază se găsește mai jos.

- Baze de date simulate continand proprietatile fizice si caracteristicile spectrale ale obiectelor din Sistemul Solar
- Catalog de date magnetosferice pentru jeturi super-rapide furnizate de misiunea Cluster
- Cod MATLAB optimizat pentru analiza wavelet
- Cod MATLAB optimizat pentru analiza nestationaritatii unei serii temporale
- Cod PYTHON optimizat pentru analiza nestationaritatii unei serii temporale
- Metoda de evaluare interferometrica a deplasrilor crustale in zona geotectonic active Vrancea.
- Metoda de identificare a precursorilor seismici pentru zona Vrancea din monitorizarea datelor timp-serie a radonului (^{222}Rn).
- Metoda de determinare a anomaliiilor termice de suprafata in zona Vrancea din date geospatiale timp-serie MODIS Terra/Aqua.
- Metoda de localizare a anomaliiilor ionosferice din date timp-serie privind continutul total de electroni ionosferici TEC.
- Metoda de cartare hazard seismic prin fuziunea datelor geofizice/geochimice/geodezice/seismice.
- A fost adoptat de asemenea Modelul Litosfera-atmosfera-Ionosfera pentru zona Vrancea.

LOCURI DE MUNCA SUSTINUTE PRIN PROGRAM, INCLUSIV RESURSA UMANA NOU ANGAJATA;

În unitățile partenere din cadrul Consorțiului, au fost create și ocupate prin concurs 9 posturi cu normă întreagă de tineri cercetători: 3 la ISS, 2 la CIFRA, 2 la UVT, 1 la UTCN și 1 la UB. Lista inițială de personal a fost completată și cu alte poziții, prin nominalizarea unor persoane având deja contract de muncă pe durată nedeterminată la IA și la ISS.

PREZENTAREA VALORIFICARII/ IMBUNATATIRII COMPETENTELOR/ RESURSELOR EXISTENTE LA NIVELUL CONSORTULUI (CECURI);

În total, rezultatele obținute în proiectul VESS au fost valorificate prin 8 articole publicate, 5 în curs de publicare și 8 prezentări la conferințe de profil.

Au fost emise 10 cecuri de tip B (vizite de lucru scurte pentru personalul cu experiență), având ca beneficiari ISS (4500 lei, vizite la UTCN) și UDJG (6000 lei, vizite la ISS).

Director Proiect Complex



Dr. Vlad Popa