

## Rezumat final al proiectului

127TE din 15/09/2020

### „Reconstrucția 3D a obiectelor ascunse având la bază analiza fluxului direcțional de miuoni”

În cadrul etapei 1, “Caracterizarea fluxului de miuoni”, în vederea strangerii de date necesare analizelor prevazute în etapele următoare, am efectuat măsurători extinse ale fluxului direcțional al miuonilor cosmici atât în Laboratorul subteran al IFIN-HH din mina Unirea, Slanic Prahova, cât și în mina Praid.

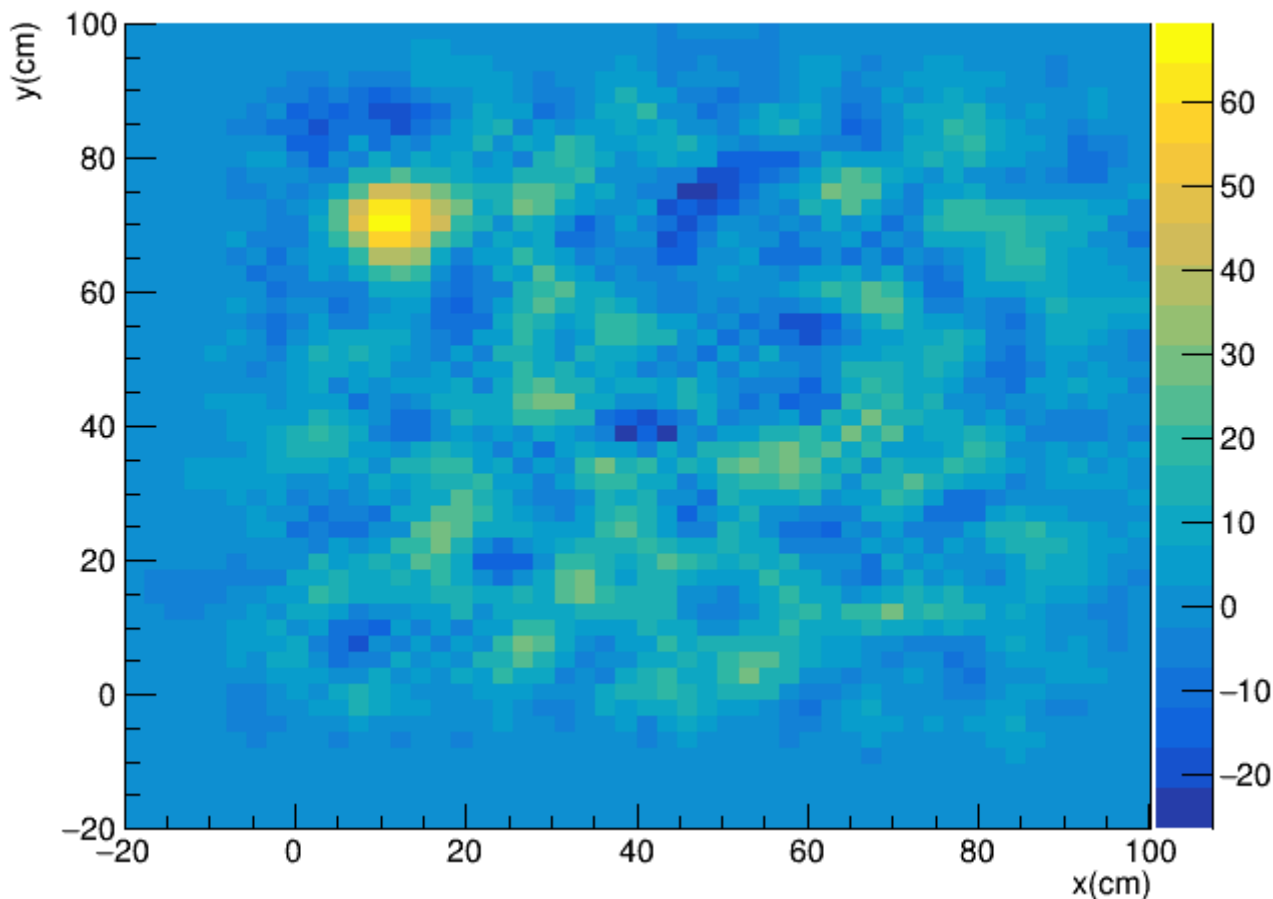
De asemenea, de o importanță vitală pentru aplicațiile de muografie este descrierea cât mai exactă a fluxului miuonilor cosmici la nivelul mării, în acest sens fiind realizată parametrizarea acestui flux în 7 intervale unghiulare, utilizând simulări CORSIKA ce au la bază măsurători ale fluxului de particule primare.

În cadrul etapei 2, „Dezvoltarea unei proceduri de reconstrucție 3D a obiectelor din imagini 2D, obținute de către aplicațiile de muografie prin transmisie, având la baza algoritmi de triangulație și clusterizare”, am efectuat simulări, pe baza pachetului GEANT4, în care miuonii au fost propagați prin diferite materiale, în vederea studierii modului în care aceștia pierd energie prin medii cu caracteristici diferite. În acest scop au fost selectate diferite roci și minerale.

Trei tipuri de analize au fost făcute. S-a pus în evidență rata de supraviețuire a miuonilor în funcție de adâncimea unde este făcută observația, pentru diferite energii ale acestora. În al doilea rând, pentru aceeași energie a miuonilor incidenți, s-a putut observa cum se modifică această rată de supraviețuire în funcție de tipul de material folosit. Au fost alese ca materiale apa, sarea și andesitul. A treia analiză a exemplificat modul în care miuonii ajung la o anumită adâncime prin diferite tipuri de materiale. S-a observat că pentru a străbate o distanță de 10 m în apă, miuonii au nevoie de o energie cu valoarea de 2 GeV, în timp ce pentru aceeași distanță străbătută în sare este necesară o energie de 4 GeV, respectiv 5 GeV pentru andezit. Toate aceste rezultate sunt conforme cu predicțiile teoretice.

În cadrul etapei 3. „Dezvoltarea unei proceduri online pe baza algoritmilor de reconstrucție 3D existenți pentru aplicațiile de muografie în vederea obținerii imaginii structurii interne a obiectelor dense în timp real”, am dezvoltat procedura software de reconstrucție a unui obiect măsurat. Primul pas constă în eliminarea evenimentelor suspecte a fi generate de zgomotul electronic din sistemul de achiziție. Pasul următor verifică dacă poate fi reconstruită o traiectorie dreaptă din setul de coordonate generate de detector pentru poziția de incidență a miuonului cu volumul sensibil. În cazul unui răspuns favorabil, evenimentele sunt reconstruite și analizate. În următorul pas sunt obținute punctele de intersecție ale traiectoriilor miuonilor cu un set de plane paralele, în cadrul acestora fiind generate histograme bidimensionale ale numărului de miuoni ca funcție de poziția de interacție.

Din analiza acestora poate fi reconstruită cu ușurință poziția la care se află iregularitatea din mediul analizat. Figura 1 prezintă reconstrucția unui obiect (obiect din plumb de 10x10x25 cm) plasat deasupra detectorului în colțul din stânga sus. Din măsurători se pot reconstrui poziția în spațiu relativă la detector, dimensiunile obiectului și se pot face estimări legate de densitatea acestuia.



## Diseminare

Prezentare orală, “Muography applications at IFIN-HH”, la CSSP "Carpathian Summer School of Physics", din perioada 18-27 August 2021

Prezentare orală “Introduction to muography”, la CSSP "Carpathian Summer School of Physics", din perioada 18-27 August 2021

Poster, “Muography applications at IFIN-HH” la “International Workshop on Cosmic-Ray Muography (Muography2021)”, 24-26 Noiembrie 2021.

Articol trimis spre publicare: A. Săftoiu, D. Stanca, A. Gherghel-Lascu, A. Bădescu, N. Rotar, V. Arad, Evaluation of Inhomogeneities in Underground Structures Using Non-invasive Muon Scanning, Symmetry – MDPI

Articol trimis spre publicare: Alexandru Bălăceanu, Mădălina Dobre, Alexandru Gherghel-Lascu, Andrei Ilinca, Mihai Niculescu-Oglinzanu, Alexandra Săftoiu, Raluca-Ioana Smău, Denis Stanca, Cătălin Vancea, „Characterization of the basic unit in a multi-channel SiPM muography detector using cosmic muons”, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research – section A (NIM-A)

Articol trimis spre publicare: Denis Stanca, Alexandru Bălăceanu, Mădălina Dobre, Alexandru Gherghel-Lascu, Mihai Niculescu-Oglinzanu, Alexandra Săftoiu, Raluca-Ioana Smău, Cătălin Vancea, „SiRO, a scintillator based hodoscope for muography applications”, Symmetry – MDPI