

Széles körű részecskefizikai együttműködés globális kérdések nyomában – magyar kutatók részvételével

Centiméteres pontosságú navigáció egy beomlott bányában, ahol nincs GPS jel? Egy még ismeretlen barlangi üreg, vagy egy rejtett kamra feltárása egy piramisban kozmikus részecskékkel? Izgalmas összefoglaló cikk jelent meg a rangos Nature Reviews Methods Primers folyóiratban a világban aktuálisan zajló müográfiai kutatásokról, a különböző csoportok erősségeiről, köztük magyar kutatók eredményeiről.

2023. november 23-án jelent meg a müografiát, vagyis az olyan képalkotási és mérési módszereket bemutató publikáció, amelyek a minket körülvevő kozmikus részecskéket használják ki. A legújabb fejlesztési eredményekről szóló cikket széles körű együttműködésben egy 12 országból származó konzorcium írta a Tokiói Egyetem (The University of Tokyo) vezetésével és a HUNREN Wigner Fizikai Kutatóközpont részvételével.



A kozmikus müonok a felső légkörben keletkeznek, nagy áthatolóképességük miatt azonban leérnek a Föld felszínére, sőt, képesek mélyen a talajba is behatolni. A jelenség felfedezésével

egyidőben merült fel a gondolat, hogy a műonok felhasználhatók lennének képalkotásra, de a megfelelő mérőeszközök hiánya miatt korábban ez csak egy tudományos elképzelés maradt. Az elmúlt évtizedben aztán gyorsan nőni kezdett az alkalmazási lehetőségek és módszerek köre, ami egy új tudományág, a “műográfia” megszületéséhez vezetett.

A műográfia ma már változatos lehetőségeket kínál olyan objektumok vizsgálatára, amik más módon nehezen, vagy egyáltalán nem lennének mérhetők, van azonban két komoly korlátja. Az egyik, hogy a mérések során a vizsgált objektum „alá” kell menni a mérőeszközzel – hiszen a műonok felülről érkeznek – másrészt, hogy ez az eljárás jó közelítéssel csak a tömegsűrűségről hordoz információt. Emiatt a műográfia sokszor más módszerek kiegészítőjeként jelenik meg, azokkal együtt segítve olyan kérdések vizsgálatát, mint hogy milyen lehet egyes vulkánok belsejének a szerkezete, vagy az azon belüli dinamikai folyamatok, illetve milyen felületi erózió zajlik rajtuk.

Egy különösen érdekes új eredmény például a centiméteres pontosságú navigáció lehetősége olyan körülmények között, ahol nincs GPS jel, és nem használható ultrahangos / lézeres navigáció. Ilyen lehet például egy beomlott bánya, egy leomlott épület, esetleg egy víz alatti környezet. De a kozmikus műonok használhatók nagy pontosságú szinkronizációra, vagy adatátvitel titkosításának ellenőrzésére is.

A most megjelent összefoglaló publikáció érthető áttekintőt ad ezekről a technológiákról, amelyek fizikai alapja a műon részecske több száz méteres áthatolóképessége, méréstechnikája pedig a részecskefizikai alapkutatási eredményekre épül. A szerzők között van két hazai kutató is, egyikük Oláh László a Tokiói Egyetem Földrengéskutató Intézet kutatója, valamint Varga Dezső, a HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont detektorfejlesztéssel foglalkozó munkatársa.

A részecskefizikai berendezések fejlesztése összetett feladat, amihez magas színvonalú szaktudás és műszerpark szükséges. A HUN-REN Wigner FK-ban ez a “Vesztergombi Nagyenergiás Fizikai Laboratórium”, egy NKFIH által kiemeltnek elismert infrastruktúra keretében áll rendelkezésre (<https://vlab.wigner.hu/>), ami többek között a svájci székhelyű CERN-hez kapcsolódó kutatómunka támogatását adja a Kutatóközpont több csoportja számára, de a VLAB része egy, a Tokiói Egyetemmel közös laboratórium is, ami a Szakuradzima vulkánnál Kjúsún, illetve Chibában más japán partnerekkel közösen működtetett obszervatóriumokat is magában foglalja.

A most megjelent tanulmány azért is különösen fontos, mert áttekintőt ad a világ különböző kutatóintézeteiben folyó műográfiai kutatásokkal kapcsolatos munkákról, illetve az egyes kutatócsoportok erősségeiről, ezáltal pedig a műográfia jelenlegi és a közeljövőben várható lehetőségeiről. Bár a természet egyetlen jelenségének a használatáról van szó, mégis a fizika ismert törvényeinek a megnyilvánulásai meglepően különbözőek lehetnek a barlangok, bányajáratok, piramisok, vulkánok, hidak vagy gátak megfigyelésekor, a gyorsan fejlődő új tudományág kutatói pedig ennek megfelelően igyekeznek kifejleszteni a leghasználhatóbb eszközöket, számítási algoritmusokat, kép- és adatfeldolgozási módszereket, hogy azok minél előbb a társadalom hasznára válhassanak.

(A publikációban részt vevő intézetek listája: The University of Tokyo, The University of Salerno, Fermi National Accelerator Laboratory, The National Metrology Institute of Italy, National Institute for Astrophysics, Université catholique de Louvain, Durham University, Enrico Fermi Research Center, National Institute for Nuclear Physics, CERN, Muon Solutions, University of Oulu, Arctic Planetary Science Institute, Kyushu University, Laboratoire Souterrain à Bas Bruit, University of Atacama, Lanzhou University, The University of Catania, Institute of Physics of the 2 Infinities (IP2I), MUODIM, Lebedev Physical Institute, Andhra University, Federal University of Pernambuco, The University of Sheffield, HUN-REN Wigner Research Centre for Physics.)

Folyóirat, ahol a publikáció megjelent: Nature Reviews Methods Primers

A publikáció címe: Muography

Szerzők: Hiroyuki K. M. Tanaka, Cristiano Bozza, Alan Bross, Elena Cantoni, Osvaldo Catalano, Giancarlo Cerretto, Andrea Giammanco, Jon Gluyas, Ivan Gnesi, Marko Holma, Tadahiro Kin, Ignacio Lázaro Roche, Giovanni Leone, Zhiyi Liu, Domenico Lo Presti, Jacques Marteau, Jun Matsushima, László Oláh, Natalia Polukhina, Surireddi S.V.S. Ramakrishna, Marco Sellone, Armando Hideki Shinohara, Sara Steigerwald, Kenji Sumiya, Lee Thompson, Valeri Tioukov, Yusuke Yokota, Dezső Varga

DOI: [10.1038/s43586-023-00270-7](https://doi.org/10.1038/s43586-023-00270-7)

Link: <https://www.nature.com/articles/s43586-023-00270-7>