

**MTA Atommagkutató Intézet**

**Stratégiai terv**

**2017 – 2020**



Debrecen  
2017

## Az MTA Atomki küldetése

A kutatóintézetekkel szemben általános elvárás, hogy az emberiség alapvető problémáira keresse a megoldást, teljesítse nemzeti kötelezettségeit, nemzetközi mércével mérve kiváló szakmai teljesítményt nyújtson és a hazai kutatás, oktatás és innovatív gazdaság számára kutatási lehetőségekkel és eredményekkel szolgáljon.

Az MTA Atommagkutató Intézet mint közintézmény, az Akadémiai törvény 3. §-ában megjelölt közfeladatokat látja el. A Kormány által kitűzött célokat a Nemzeti Kutatás-fejlesztési és Innovációs Stratégia (2013-2020) elfogadásáról szóló 1414/2013. (VII.4.) Korm. határozat a fentiekkel összhangban határozza meg: a K+F nagy nemzetközi visszhangot kiváltó új tudományos felfedezéseket eredményezzen; a gazdaság és társadalom számára egyértelmű haszonnal járjon és növelje Magyarország nemzetközi versenyképességét; jelentős mértékben növelje a magasan képzett, szakértő kutatók kritikus tömegét.

A Nemzeti Intelligens Szakosodás Stratégia (S3) elfogadásáról szóló 640/2014. (XI. 14.) Korm. határozat szabja meg a nemzeti prioritásokat és a regionális feladatokat. Az MTA Atommagkutató Intézet tematikus feladatait az alapító okirata határozza meg az alábbiak szerint:

- alap-és alkalmazott kutatások folytatása az atommagfizikában, az atomfizikában és a részecskefizikában,
- fizikai ismeretek és módszerek alkalmazása más tudományágakban (anyagtudomány és anyagvizsgálat, földtudományok és környezetkutatás, orvosi, biológiai kutatások) és a gyakorlatban,
- az alap-és alkalmazott kutatásokhoz szükséges módszerek és eszközök fejlesztése,
- közreműködés a felsőoktatás feladatainak ellátásában különösen a posztgraduális képzés területén.

Az explicite és implicite megfogalmazott elvárásoknak megfelelően az MTA Atomki hosszútávú stratégiai célja, hogy egy nemzetközileg ismert és elismert ion-nyaláb fizikai és izotóptechnológiai központ legyen. A cél elérése érdekében a következő lépéseket kívánjuk tenni:

- A globális felmelegedés és a környezetvédelem problémáinak vizsgálata izotópanalitikai módszerekkel az Izotópklimatológia és Környezetfizikai Kutatóközpont létrehozásával és működtetésével
- A nemzeti kulturális örökség védelmének támogatása az Európai Örökségtudományi Hálózat részét képező laboratórium továbbfejlesztésével
- Élvonalbeli kutatás végzése a kvantumfizika, a nukleáris asztrofizika, az atommag-fizika, az atom és molekula fizika, valamint a részecske fizika egy – egy területén kihasználva a helyi infrastruktúra és a nagy nemzetközi laboratóriumok, köztük kiemelten az ELI nyújtotta lehetőségeket
- Nemzetközi színvonalú kutatás és nemzeti labor jellegű szolgáltatás nyújtása az ionnyaláb analitika, izotóp-analitika, környezetkutatás, örökségtudomány, felületfizika és más, főleg gyorsítókra alapozott vizsgálatok terén
- Paks2 biztonságos működését elősegítő kutatások/fejlesztések/szolgáltatások végzése az eddigi tapasztalatokra alapozva
- A rendelkezésre álló tudásbázis társadalmi hasznosulásának elősegítése a tudományos eredmények alkalmazása és tudományos szolgáltatási tevékenység révén, új eszközök és módszerek kidolgozása
- A jövő kutató-fejlesztő generációjának graduális és posztgraduális képzése, a tudományos eredmények népszerűsítése, a felnövekvő generációk természettudomány iránti érdeklődésének felkeltése

A küldetés teljesítéséhez a következő alapértékekre lehet támaszkodni:

- Egyes tudományterületek, elsősorban a felfedező kutatások egyes részterületei a nemzetközi élvonalban vannak (pl: kvantummechanika, elméleti részecskefizika, nukleáris asztrofizika, magszerkezet-kutatás). Közleményeink több mint 20%-a D1, 70%-a Q1 szintű folyóiratokban jelenik meg. Tudományterületre normált hivatkozási mutatóink (MNCS, pp10) a világátlag 2.5-szeresét teszik ki.
- A kutatás legtöbb területen jól beágyazódott a nemzetközi hálózatokba, közleményeink 85%-a nemzetközi együttműködésben születik.
- Nemzetközi hírű kutatási kultúra jellemző a kutatócsoportok többségében.
- A rés piacot megtalált fejlesztői közösségek eredményesen dolgoznak (CERN, ESS).
- Egyes, főleg célzott kutatásokat végző szegmensekben erősek a regionális intézményi együttműködések (pl.: ionnyaláb-analitika, izotóp-geokronológia, környezetkutatás, felületkutatás, archeológia).
- Kutatóink intenzíven részt vesznek az egyetemi oktatásban, ezen belül nagy súllyal a PhD képzésben

Az alábbi gyengeségekkel kell szembe nézni:

- Túl sok téma fut, a kutatási kapacitások szétaprózottak, nem kellően fókuszáltak, több témán nincs meg a kritikus tömeg. Az összes téma nem finanszírozható egyszerre kellőképpen.
- Több csoportban problémát okoz, hogy a korfán lyuk van a középkorúaknál.

Figyelembe kell vennünk a küldetést veszélyeztető tényezőket:

- A támogatási rendszer stabilitásának hiánya meglehetősen nehézvé teszi a szakterület számára alapvető hosszú távú tervezést.
- Problémát jelent a kutatói utánpótlás megoldása. Kevés a hallgató, változik az egyetem képzési stratégiája. A jövőre nézve ezen gondokat tetézi a műszaki és a természettudományi pályák népszerűségvesztése, az oktatási rendszerben a természettudományi óraszámok jelentős csökkentése.
- Erős az agyelszívás. A tágabb régió végzős hallgatói a nyugatabbi PhD képzést részesítik előnyben. Végzett doktoranduszaink jó része külföldre távozik, visszaáramlás – elsősorban az anyagi okok miatt – erősen korlátozott. A jelentős bérkülönbségek miatt egyre erősödik az ipar elszívó hatása is.
- Az alacsony bérek komoly problémát okoznak a jól képzett szakemberek megtartásában. Különösen nagy gondot okoz, hogy a kiváló szakmunkások, gyorsítóoperátorok, számítástechnikusok és pénzügyi szakemberek minimálbéren vannak.
- Gyenge a gazdaság K+F iránti igénye és érdeklődése. A régióban nagyon nehéz kutatási megrendelést szerezni.

A küldetés teljesítéséhez ki kell használnunk a megnyíló lehetőségeket:

- Kiemelten fontos a GINOP pályázatok nyújtotta lehetőségek kihasználása, a stratégiaileg fontos területek megerősítése, az elnyert pályázatok eredményes megvalósítása.
- A nemzetközi tudományos életben betöltött szerepünk lehetővé teszi, hogy eredményesen pályázzunk nagy értékű nyalábidőkre a világ vezető laboratóriumában.
- Új lehetőségek nyílnak meg az ELI-ALPS elindulásával.
- Fontos terület lehet a Paks-2-höz kapcsolódó kutatások, fejlesztések végzése.
- A Debreceni Egyetem azon törekvése, hogy a nukleáris technológiai képzés magyar központjává váljon új feladatokat és lehetőségeket biztosíthat az intézet számára.

Az európai kutatási övezetbe való beintegrálódás egyik eszköze a Transnational Access EU-s támogatás, amely az ESFRI nagy berendezések használatát segíti. Egy ilyen konstrukció nemzeti szinten is kívánatos lenne, hogy a régió kutatói könnyebben tudják használni nyílt hozzáférésű szolgáltatásainkat, megnövelve a belső együttműködések intenzitását és hatékonyságát.

Az a cél, hogy az Atomki egy nemzetközileg jelentős kompetencia-központ legyen a kis gyorsítók alkalmazása, az ionnyaláb-fizika és az izotóp technológia terén és legyen kiválósági központ a kvantum-korrelációk kutatása, a magszerkezet-kutatás, a nukleáris asztrofizika, az izotópanalitika, a fotonokkal és ionokkal kiváltott molekulafizikai folyamatok és a kulturális örökségvédelem terén és hatékonyan járuljon hozzá a regionális egyetemi képzéshez a meglévő kompetenciák és kiválósági területek megerősítésével, az infrastruktúra és a szakértelem állandó fejlesztésével, a nemzetközi beágyazottság elmélyítésével és a tematika folyamatos frissítésével valósítható meg. Ezen célkitűzés megvalósítására stratégiai programokat indítottunk, illetve a körülmények beérésekor fogunk indítani.

### ***A 2016/17-ben elkezdett stratégiai programok:***

*A Tandetron Laboratórium kiépítése nukleáris asztrofizikai, atom és molekulafizikai, légkörfizikai és ionnyaláb analitikai kutatásokhoz*

Stratégiai cél egy korszerű sokoldalú laboratórium kialakítása a tandetron gyorsító mellett. A laboratórium kialakítására GINOP támogatást nyertünk el. Növelni fogjuk a gyorsító teljesítményét egy nagy intenzitású proton és hélium multicusp ionforrással, valamint egy a nehézionok előállítására alkalmas Cs sputtering ionforrással.

A laboratórium fontos új eleme lesz a pásztázó ion-nanoszonda, mely nyalábméretét és más paramétereit tekintve a világ élvonalába fog tartozni. Felhasználásának egyik lehetősége a nanométeres nagyságrendű átmérőjűre fókuszált ionnyalábokkal való analitika megvalósítása. A protonok az anyagban csak kismértékű szóródást szenvednek, ezért a nyalábméret jelentős torzulása nélkül használható mélységi analízisre is. A nanonyaláb egy másik alkalmazási területe a protonnyalábos litográfia, nanoszerkezetek előállítása polimerek besugárzásával.

A gyors, multieleemes, alacsony kimutathatósági határral jellemezhető analitikai módszerekre egyre nagyobb igény van. A tandetron nyalábokra alapozott légköri aeroszol kutatás is szerepel terveink között. Nemzetközi szinten is meghatározó szerepet játszunk a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség „Supporting Air Quality Management” regionális TC projektjében.

A Tandetron Laboratórium – a már működő atom és molekulafizikai és elektronspektroszkópiai mérőegységek felhasználásával, illetve továbbfejlesztésével – vonzó kísérleti központ lesz a csillagközi térben és a bolygók atmoszférájában, valamint sugárkárosodás során lejátszódó molekuláris folyamatok vizsgálatában is. Kiemelt kutatási terület a molekulák elektronikus folyamatainak és fragmentációjának vizsgálata elektron- és ionspektrumok mérésével, az elméleti leírás fejlesztése. Egy új kutatási terület az ionbesugárzás által okozott kémiai változások mérése polimerekben és monomerjeikben és más nagy molekulájú anyagokban.

A nukleáris asztrofizikai kísérletek esetén a felhasznált gyorsító egyik legfontosabb paramétere az elérhető nyalábméret. A pályázat keretében beszerzendő multicusp ionforrás segítségével a Tandetron gyorsítón olyan intenzitások válnak elérhetővé, ami világviszonylatban is kiemelkedőnek számít ezzel új lehetőséget biztosítva a téma kutatása számára. A tervezett kutatások: nagy pontosságú nukleáris asztrofizikai mérések széles reakcióskálán, speciális technikákkal; asztrofizikailag kulcsfontosságú magadatok meghatározása, Napban lejátszódó reakciók, a standard napmodell kérdései, a modern neutrínódetektorok eredményeinek pontosítása, nehéz elemek nukleoszintézisére - azok mindhárom típusára (s-, r- és p-magok) - irányuló vizsgálatok.

*Magfizikai kutatások itthon és nemzetközi laboratóriumokban*

Egy kutató csoportunk a  ${}^9\text{Be}$  atommag 18,15 MeV-es állapotának elektron-pozitron párkeltéssel történő legerjesztődését vizsgálva az elektron-pozitron párok szögeloszlásában olyan anomáliát talált, amely legjobb tudásunk szerint semmilyen magfizikai effektussal nem magyarázható. Az észlelt anomália viszont értelmezhető egy eddig ismeretlen bozon keletkezésével és annak elektron-pozitron párra történő bomlásával. Egy ilyen részecske viszont nem fér bele a részecskefizika standard modelljébe. Számos feladat áll előttünk a  ${}^9\text{Be}$  effektus megértése tekintetében. Tekintettel arra, hogy az effektus nem magyarázható a jelenleg rendelkezésre álló

tudással, nem könnyű előrelátni egy hosszú távú programot ezen kutatások terén. Más atommagok nagyenergiás átmeneteinek a vizsgálata, az anomáliához kapcsolódó más jelenségek feltárása nagyban elősegítené annak az igazolását, hogy ténylegesen egy új részecskével van-e dolgunk, vagy valami ritka kvantum-elektrodinamikai, illetve magszerkezeti effektust találtak kutatóink. Ennek megfelelően különböző irányokba terelődhet a kutatás fő vonala. A kutatás kapcsán létrejött nemzetközi kapcsolatok utat nyithatnak a sötét anyag kutatás nemzetközi élvonalába való bekapcsolódásra is.

A stabilitási völgytől távolodva a könnyű atommagokban a proton-neutron arány jelentős eltolódásával azt tapasztalták, hogy módosulnak a nemesgáz-szerű atommagokat jellemző mágikus proton- és neutrons számok, a stabilitási völgyben megismert mágikus számok eltűnnek és újak alakulnak ki. Ebből a szempontból a neutrontöbbletes könnyű atommagok tartománya – részben általunk – már nagyrészt fel lett mérve, a 4, 8, 20 oszcillátor mágikus számok regionális jellege bizonyított, a spin-pálya jellegű 28, 50, 82 mágikus számok állandóságának vizsgálatában, valamint a protontöbbletes tartomány nagy részének feltérképezésében is részt kívánunk venni. A csoport további tervezett témái kiterjednek a magszerkezet kutatás legaktuálisabb kérdéseire: az extrém deformációjú háromtengelyű magalakok és a hozzájuk kapcsolódó mozgásformák feltérképezésére, az atommagok új típusú kollektív állapotainak a feltárására, egzotikus proton/neutron arányú atommagokban a héjlezárodások gyengülésének, eltűnésének, újak megjelenésének, "inverziós-szigetek" sajátosságainak vizsgálatára, izoskalár proton-neutron párok és nukleon-kvartettek tanulmányozására  $N=Z$  atommagokban, többszörös királis sávok, "wobbling" mozgás kimutatására neutrongazdag, egzotikus atommagok óriásrezonanciáinak mérésére, a neutrongazdag maganyag állapot-egyenletének pontosítására. A fenti magfizikai vizsgálatokhoz szükséges detektorok beszerzését a GINOP támogatja.

#### *Környezetfizika – az Izotóp Klimatológiai és Környezetkutató Laboratórium kiépítése*

Az Atomkiban a közelmúltban megkezdjük egy egyedülálló kutatási infrastruktúra kiépítését. Világviszonylatban is egyedinek mondható integrált kutatóműhelyt tervezünk létrehozni GINOP pályázat keretében, mely egy helyen koncentrálja a legmodernebb izotóp geokémiai és környezetanalitikai mérési módszereket és tapasztalatot annak érdekében, hogy rendszerszemléletű klimatológiai és környezetvédelmi kutatási programokat tudjon megvalósítani.

Az új Izotóp Klimatológiai és Környezetkutató Laboratórium kiépítésének célja a klíma- és környezetváltozás átfogó természettudományos vizsgálata, a múltbeli eseményekből tanulva, a jelen folyamatait alaposan elemezve, annak érdekében, hogy felkészülhessünk a küszöbön álló változásokra és azok hatásaira. A vizsgálatok köre kiterjed a mélységi és felszíni kőzetekre, barlangi képződményekre, jégtakarókra, talaj- és üledékrétegekre, a mélységi- és csapadék vizekre, növény- és állatmaradványokra, a levegőben szálló porra és a légköri üvegházhatású gázokra. A múltbeli globális és regionális átalakulások hatásai máig kiolvashatóak az egyes rétegekbe és közegekbe íródott izotópos és nyomelem jelekből, a rétegek kora elárulja azok képződési vagy lepusztulási ütemét is. A képződési és leszivárgási hőmérsékletek, s az egykori felszíni hőmérséklet hűen megőrződnek egyes rétegvizek, illetve barlangi kiválások izotóp összetételében. A használt izotópos és elemanalitikai módszerek alkalmasak a múltbeli klímaváltozások mértékének, ütemének és hatásainak mélyebb feltárására, a korábbi hőmérsékletváltozások megállapítására, a csapadékjárás és a felszíni vizek alakulásának elemzésére és annak felmérésére, hogy ezek milyen hatással voltak az egykori élővilágra. Az alkalmazott komplex kutatási infrastruktúrával tanulmányozható a talajszerkezet átalakulása, a felszín- és domborzatformálódás, a jégborítottság dinamikus változásai, a gleccserek előre és hátrahúzódásának mértéke és üteme, az üledékes medencék feltöltődési sebességének alakulása, a löszök képződési dinamikája. A kiépülő világszínvonalú nagyérzékenységű műszerparkkal hatékonyan vizsgálhatóak a múlt és a jelen globális és regionális környezetszennyező hatásai és annak következményei is, például a sérülékeny mélységi ivóvízbázisok állapota. A kutatóközpontban végzendő komplex vizsgálatok célja a hiánypótló

adatok megmérésén túlmenően az egyes környezeti és klimatikus paraméterek egymásra hatásának elemzése, hogy felderítse a múltra és a jelenre megállapítható összefüggéseket.

A fenti kutatási témák az izotópklimatológiai kutatások jelenlegi élvonalát jelentik. Szinte minden megcélzott téma gyorsan fejlődő kutatási terület. Ilyen például: a clumped isotope termometria paleoklimatológiai kutatásokban, in-situ izotópos kőzetfelszín korolás a gleccserek mozgásainak megértéséhez, a légköri nagy pontosságú fosszilis szénterhelés mérése, nemesgázizotópos szénhidrogén kutatás. Jelentős eredményeket hozhat a fenti módszerek alkalmazása a Kárpát-medence utolsó kb. 30.000 évének paleohidrológiai, paleoklimatológiai és paleoökológiai sajátosságainak megismerésében is. Az új eredmények áttörést ígérnek a földkéreg magmás, metamorf és hidrotermás fluidumai eredetének meghatározásában.

#### *Geokronológia kutatások megerősítése*

Az ATOMKI K/Ar laboratóriuma 1973 óta foglalkozik K/Ar radiometrikus kormeghatározással, Magyarországon és Közép-Kelet Európában egyedülállóan. Laborunk szolgáltatta a Kárpát-medence kőzetein végzett kormeghatározások 90%-át. Innen és a Föld összes kontinenséről több mint 8800 minta radiometrikus korát határoztuk meg eddig. A nemzetközi színvonal fenntartásához fejlesztésekbe kezdünk, melynek legfontosabb láncszeme a GINOP támogatásból beszerzendő ARGUS VI tömegspektrométer, mely segítségével az argon nemesgáz igen kis mennyiségű izotópjainak nagy pontosságú mérésére van lehetőség. A berendezés elsősorban a K/Ar és a  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  radiometrikus kormeghatározási módszerek alkalmazására ad lehetőséget. Intenzíven bővítjük a labor profilját is. Ezzel a labor képessé lesz széles hőmérsékleti spektrumban lejátszódó földtani események korának meghatározására. Gyakorlatilag az összes radiometrikus kormeghatározási módszer lehetősége fennáll majd az ATOMKI-ban, amivel világszinten fontos geokronológiai centrum jön létre Debrecenben.

#### *Örökségtudományi Laboratórium kialakítása*

Az Atomki Van de Graaff laboratóriumára alapozva 2015-ben kezdetét vette az IPERION CH (Integrated Platform for the European Research Infrastructure ON Culture Heritage) EU H2020 projekt hozzáférést biztosítva a gyorsítóra alapozott ionnyalábanalitikai módszerekhez nemzetközi partnerek, elsősorban múzeumok számára. Egyik kutatási feladat a sugárzás hatásának vizsgálata sugárzásra érzékeny anyagok esetében.

Az Atomki a kulturális és természeti örökség kutatásával foglalkozó multidiszciplináris E-RIHS (European Research Infrastructure for Heritage Science) kutatási infrastruktúra egyik csomópontja. Az E-RIHS felkerült a 2016-os ESFRI Roadmap-re. Megvalósulását az E-RIHS-PP H2020-as pályázat támogatja.

Az örökségtudományi laboratórium megerősítését a GINOP is támogatja. Textíliák, papír, pergamen, archeogeológiai minták analízisét fogjuk végezni egy kihozott nyalábos elektronmikroszkóppal, ami ugyanazon a kiválasztott területen képes optikai, elektron mikroszkópos, illetve egyéb opcionális modalitásokban EDX és mikro-Raman képet készíteni. A mikro-XRF berendezés segítségével a mintában lévő elemek koncentrációját és eloszlását lehet meghatározni. A kutatási programok heterogén minták analízisére fognak irányulni, nyomelem szintű analitikai érzékenységgel. Ilyenek például a dekoratív fémtárgyak, féldrágakövek és egyéb ásványok. A kulturális és természeti örökség tárgyainak vizsgálatánál az első lépés a tárgy alapos megfigyelése, valamint jó minőségű optikai felvételek készítése. A beszerzés alatt álló 3D mikroszkóp nemcsak megmutatja a mikrostruktúrák szerkezetét, hanem kvantitatív információt is nyújt azok méreteiről. A beszerezni kívánt AGE3 típusú automatizált grafitizáló berendezés kiváló kiegészítője lesz az intenzív módszertani fejlesztésekkel felépített világszínvonalú AMS C-14 minta-előkészítő laboratórium eddigi feltáró rendszereinek. Az automatizált eszköz kompatibilis módon tudja fogadni a megfelelően előkészített szerves mintákat (növényi maradványok, talajminta, csont kollagén, műtárgyak és képkeretek faanyaga, papír és papirusz)

melyek a régészeti alkalmazások fő hányadát adják, ugyanakkor a régészeti alkalmazások újabb irányait képviselő szervesetlen karbonátok (pl. csiga és kagylóhéj tárgyak, égetett csontok bioapatit tartalma) is feldolgozhatók lesznek. Az újonnan kiépítendő infrastruktúra biztos alapot fog nyújtani ahhoz, hogy az örökségtudomány területén megszerzett pozíciónk tovább erősödjön.

#### *Az Anyagtudományi Laboratórium megerősítése*

Tervezzük az Anyagtudományi laboratórium továbbfejlesztését. A Debreceni Egyetemmel elnyert közös GINOP pályázat keretében kívánunk további lehetőségeket biztosítani a fémek és polimerek, nanoszerkezetek, vékony rétegek, 1 és 2 dimenziós rendszerek vizsgálatára. A pályázatból egy vékonyréteg röntgen-diffraktométert szerzünk be és helyet adunk egy atomi skálán való vékonyréteg megmunkálást lehetővé tevő FIB berendezésnek is. Vékonyfilmek felületére ultra-nagyvákuum körülmények között termikus módon rávitt atomi réteg felületi morfológiai változásainak a vizsgálatát tervezzük: felületi fraktál szerkezetek képződését, rétegnövekedés mechanizmusát, kis aktivációs energiájú atommozgási folyamatok tanulmányozását. Fénnyel indukált alacsony hőmérsékletű felületi atomi mozgásokat és önszerveződési folyamatokat tanulmányozunk kalkogénideken és nanokompozitokban. Fotofizikai és fotonikai kutatást végzünk Hatékonyabb fény-anyag kölcsönhatást biztosító szervesetlen, oxid és kalkogénid-alapú tömbi- és vékonyréteg anyagokat, nanokompozitokat, valamint fényérzékeny szerves-szervesetlen kompozitokat fogunk vizsgálni. Felületkezelt szilícium alapú aerogél tulajdonságait is fogjuk vizsgálni.

#### *Stratégiai jellegű műszaki fejlesztések*

Ipari partnerrel együttműködve GINOP pályázat keretében a tandetron, a  $^{60}\text{Co}$  forrás és a nagyintenzitású neutronforrás fizikai környezetének paramétereit (hőmérséklet, légnyomás, relatív nedvesség tartalom) monitorizáló rendszereket építünk ki. A miniPET-3 tomográf rendszerintegrációját lehetővé tevő szoftver fejlesztünk az adatgyűjtő és a képrekonstrukciós programokhoz. A miniPET-3 scannert CT modalitással egészítjük ki (miniPET/CT-1), melynek eredményeként megvalósítható a vizsgált minta funkcionális és morfológiai képi információjának közvetlen fúziója. Az Atomkiban kifejlesztett MiniPET-3 nagy feloldású pozitron kamerát alkalmazzuk heterogén katalízis vizualizálására.

A tervidőszakban folyik a gyorsítóvezérlő-rendszer fejlesztése az ESS-hez in kind beszállításként. Részt veszünk a CERN CMS detektor pozicionáló rendszerének üzemeltetésében és a fejlesztésében, valamint a szupravezető mágnesek védelmét szolgáló rendszer fejlesztésében. Töltött részecske detektort fejlesztünk a GANIL-ba az AGATA projekthez és hasadási detektort az ELI-NP számára EU-s támogatásból.

#### *Kidolgozás alatt levő középtávú stratégiai tervek*

##### *Paks-2-höz kapcsolódó kutatások*

Pakson jelenleg is Atomki gyártású eszközökkel monitorozzuk bizonyos radioaktív izotópok levegőbe és vízbe való kibocsátását. Részt veszünk a radioaktív hulladéktárolók ellenőrzésében. Tervezzük a Pakson jelenleg is folyó radioaktív izotóp kibocsátások mérésének folytatását, tematikai, módszertani esetleg területi kibővítését, a szükséges eszközpark megújítását. Az atomipar számára tervezzük hatáskeresztmetszetek mérését, anyagok szerkezeti vizsgálatát. A töltött részecske-indukált reakciók hatáskeresztmetszetének meghatározása terén az atomkis eredmények pontossága, megbízhatósága nemzetközi szinten elismert. A NAÜ ajánlott hatáskeresztmetszet adatai több esetben szinte csak a mi mérésünkre támaszkodnak. Neutron indukált, illetve neutron kibocsátással járó reakciók keresztmetszetének pontos meghatározása az általunk elérhető energiatartományban szintén fontos lehet fúziós reaktor szerkezeti anyagok kiválasztása vagy hasadványtermékek reprocessálása során. Folytatjuk a NAÜ adatbázisok

fenntartásában, bővítésében és karbantartásában vállalt tevékenységeinket.

### *ELI-re való felkészülés: az atom és molekulafizikai irány megerősítése*

Lehetőleg EU-s forrás bevonásával meg kívánjuk erősíteni a molekula – ion, atom – ion, atom – foton ütközések vizsgálati irányt. Kutatók hazahívásával az irány megerősítés elkezdődött. A tervek kidolgozása folyamatban van. Technikai oldalról egyedi fejlesztésű, az adott célfeladatra a világ legjobbjai közé tartozó elektron spektrométereket tervezünk építeni foton-atom, foton-molekula és foton-felület kölcsönhatások vizsgálata szinkrotronsugárzással, nagy teljesítményű lézerekkel és nagy intenzitású vákuum-ultraibolya sugárzással. A molekula – ion és atom – ion ütközések hazai és vezető nemzetközi laborokban történő vizsgálatán túl az új eszközökkel felületi és határrétegekben, valamint nanostruktúrákban zajló, röntgen fotonok és elektronok által indukált folyamatok elektronspektroszkópiai módszerekkel történő megfigyelését és modellezését is tervezzük a gyakorlati felhasználás lehetőségének szem előtt tartásával.

### *Sugárbiológiai kutatások*

Az intézetben található gyorsítók többé - kevésbé lefedik a teljes energia tartományt a néhány keV-es től a 20 MeV-es energiáig. Ez az eszközpark lehetővé teszi, a radioaktív sugárzások okozta elváltozások vizsgálatát molekuláris, sejt és élőlény szinten radioterápiai vizsgálatokhoz, úrkutatáshoz, valamint sugárbiológiai vizsgálatokhoz. Ugyanakkor elegendő energiával rendelkezünk radioaktív izotópok előállításához. Tervezzük – ipari és egyetemi partnerekkel való együttműködésben ezen izotópokat megfelelő molekulákba beépítve ipari és mezőgazdasági folyamatok időbeli lefolyásának vizsgálatát nyomjelzéses technikával.

### *Kvantuminformatika*

Az elmúlt időben jelentős sikereket értünk el a kvantum korrelációk terén. Folytatni kívánjuk az elméleti vizsgálatokat olyan témákban, mint például a Bell-féle korrelációkból származó véletlenszerűség kinyerése két-kubites állapotokból általánosított mérésekkel, vagy a többrésű kvantumállapotok eszközfüggetlen tesztjének kidolgozása. Az értékelő bizottság javaslatával összhangban erősíteni kívánjuk a kvantum informatikai csoportot. Létre akarjuk hozni az elméleti jóslatok kísérleti igazolásának a feltételeit, hogy gyakorlatorientált kvantuminformatikai fejlesztések irányába is el tudjunk mozdulni és tudjunk integrálódni a kvantum technológiai EU-s kutatási főirányba.

### *Külkapcsolatok*

A tematikus célok elérésében erősen támaszkodunk a vezető nemzetközi laboratóriumokkal való együttműködésre. Kulcsfontosságú a nukleáris asztrófizika számára kulcsfontosságú a jelenleg egyetlen föld alá telepített gyorsító laboratórium a LUNA, a radioaktív nyalábon végzett magfizikai kísérletek elképzelhetetlenek a RIKEN, illetve a GANIL radioaktív nyalábgyára nélkül, a hamarosan elkészülő ELI-NP új távlatokat nyit az óriás rezonanciák és a fotohasadás vizsgálata terén. A kísérleti részecskefizikai kutatásunk a CERN CMS detektorán folyik, az atomfizikai kutatásokhoz fontos a BESSY szinkrotron és az atom és molekulafizikai jelenségek attoszekundumos skálán való megfigyelésére nyújt lehetőséget az ELI-ALPS. Hosszútávú terveink között szerepel a FAIR-hez való csatlakozás, ami a magfizikai tematika megújítás is segítené. GSI-s múltunk révén a FAIR-rel való nem hivatalos kapcsolatunk jelenleg is aktív.

Hazai stratégiai partnereink közt tudhatjuk a Debreceni, a Miskolci, a Szegedi Egyetemeket, az ELTE-t, az akadémiai intézetek közül a Wignert, az EK-t és a CsFK-t, továbbá a Nemzeti Múzeumot, a Déri Múzeumot és az Országos Meteorológiai Szolgálatot. Interregionális kapcsolatot tartunk fenn a Nagyváradi Egyetemmel.



## ***Kutatást támogató szervezeti struktúra kialakítása***

### *Tudományszervezés*

A hagyomány hierarchikus, funkcionális kutatási szervezetében a kutatómunka laboratóriumokban folyik, melynek vezetője felelős a kutatási infrastruktúráért, annak használatáért, a munkaügyi rendeletek betartásáért és intézményfinanszírozási rendszerben az ott folyó kutató munka eredményességért. Projektrendszerű finanszírozás esetén viszont szétválik a laboratórium működtetése és a kutatás szervezése. A kutatás egy-egy projektre összeállt alkalmi csoportokban folyik, amit szakmai szempontból a témavezető vezet. Ugyanakkor a kutatási infrastruktúra működtetése, a munkaügyi szabályok betartatása továbbra is a laborvezetők feladata. Így kettős vezetés jön létre: szakmai szempontból a témavezető irányít, munkaügyi szempontból pedig a laborvezető. Az azonos tudományterületen dolgozó csoportok munkáját tudományos osztályvezető koordinálja. A mátrix szerkezet bevezetésével egy rugalmas, a finanszírozás változásaira gyorsan reagáló szervezet jön létre. Kutatócsoportot a laboratóriumok határait figyelmen kívül hagyva lehet szervezni, ami kedvez az interdiszciplinaritásnak is. A szervezetben csökken az irányítási szintek száma, mivel a főosztályoknak nincs helye ebben a szervezésben.

### *Minőségbiztosítás:*

Minden félévben beszámol egy osztály az elmúlt időszakban végzett munkájáról, így 3-4 évente ciklikusan minden osztály sorra kerül. A beszámolóról és azt követő vitáról egy hozzáértő kívülről jelentést tesz a nemzetközi tanácsadó testületnek. Törekedni kell rá, hogy a beszámolót értékelés és javaslattevés kövesse.

Projekt szinten beszámolás a támogató felé kötelező jelleggel megoldott. Elvárható, hogy egy – egy lezárt projektről az intézet nyilvánossága előtt is beszámoljon a témavezető. Egyéni szinten a kutatói értékelést a Kjt írja elő. Dolgozunk azon, hogy az éves jelentéshez leadandó teljesítmény-mutatók adatbázisban legyenek nyilvántartva, melyekből automatizált módon lehet generálni az egyéni értékelő lapot.

Fiatalok előrehaladását segítő működtetjük a gyakornoki szabályzatot. A PhD hallgatók, fiatal kutatók és segédmunkatársak előrehaladását féléves ciklusban kívánjuk ellenőrizni, hogy szükség esetén be lehessen avatkozni a képzésükbe.

### *Irányítási rendszer fejlesztése*

A stratégiai tervezés és irányítás fontos eleme, hogy megfelelő adatok álljanak a döntéshozó rendelkezésére. Hosszútávon automatikusan generálható, megbízható, megfelelően granulált eredményességi mutatók kidolgozására van szükség. Szükség van az irányítást jobban segítő pénzügyi tervező és monitorozó rendszer bevezetésére is.

## ***Oktatás, ismeretterjesztés***

A továbbiakban is fenn kívánjuk tartani az oktatásban és ismeretterjesztésben betöltött magas szintű szolgáltatásainkat. Kiemelt partnerünk a Debreceni Egyetem, Fenntartjuk és működtetjük a közös tanszéket, továbbfejlesztjük a közös anyagtudományi laboratóriumot. A törvény adta lehetőségek szerint részt veszünk a doktori iskolákban és szakrendszerű képzésben. Ápoljuk az együttműködést a Miskolci, a Nagyvárad és a Kolozsvári Egyetemekkel. A tudomány ünnepéhez kapcsolódva megrendezzük a fizikus napokat, csatlakozunk a kutatók éjszakája rendezvénysorozathoz. Több mint 30 éve fenntartjuk a nyitott kapuk rendszerét és fogadjuk a tágabb régióból az érdeklődőket. Megpróbálunk eleget tenni a közoktatásból a természettudomány népszerűsítésére irányuló rendezvényeken való részvételre és bemutatók tartására irányuló kérelmeknek.

Debrecen, 2017. szeptember 23.

Dombrádi Zsolt  
igazgató