

**Az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont,  
valamint intézeteinek,  
a Részecske- és Magfizikai Intézetnek és  
a Szilárdtestfizikai és Optikai Intézetnek  
komplex beszámolóí (2010-2015) és  
5 éves stratégiai tervei (2016-2020)**

A Magyar Tudományos Akadémia 2016-ban megfogalmazott felkérésére az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont (Wigner FK), valamint intézetei, a Részecske- és Magfizikai Intézet (RMI) és a Szilárdtestfizikai és Optikai Intézet (SZFI) összefoglalta az elmúlt 6 évre vonatkozó (2010-2015) beszámolóját, valamint elkészítette a következő 5 évre (2016-2020) vonatkozó stratégiai terveit. A stratégiai terveket 2017-ben kiegészítettük az új eredmények alapján.

Ebben a dokumentumban a következő jelentések kerültek összegzésre [összesen 1+44 oldal]:

- |  |           |
|--|-----------|
| 1. A Wigner FK tevékenységének önértékelése (2012-2015)      | [5 oldal] |
| 2. A Wigner FK stratégiája (2016-2020)                       | [5 oldal] |
| 3. A Wigner FK RMI tevékenységének önértékelése (2010-2015)  | [5 oldal] |
| 4. A Wigner FK RMI legfontosabb publikációi (2010-2015)      | [3 oldal] |
| 5. A Wigner FK RMI stratégiája (2016-2020)                   | [4 oldal] |
| 6. A Wigner FK RMI stratégiájának kiegészítése (2016-2020)   | [5 oldal] |
| 7. A Wigner FK SZFI tevékenységének önértékelése (2010-2015) | [5 oldal] |
| 8. A Wigner FK SZFI legfontosabb publikációi (2010-2015)     | [3 oldal] |
| 9. A Wigner FK SZFI stratégiája (2016-2020)                  | [5 oldal] |
| 10. A Wigner FK SZFI stratégiájának kiegészítése (2016-2020) | [4 oldal] |

Ezekben a dokumentumokban az adott időtartományra foglaltuk össze eredményeinket és kutatási céljainkat, amelyeket éves bontásban korábban is eljuttatunk az MTA-hoz az éves jelentések elkészítéséhez. További, részletes adatok megtalálhatóak a Wigner FK évenként megjelenő évkönyvében, amelynek PDF változata letölthető a Wigner FK WEB-lapjáról: <https://wigner.mta.hu/hu/evkonyv>

Ezen dokumentumok szolgálták alapjául az MTA intézetértékelésének, amelyet a 2018. májusi MTA Közgyűlés elfogadott. Innentől kezdve publikusakká váltak a fenti jelentések.

Budapest, 2018. május 15.

dr. Lévai Péter József főigazgató

## MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont (Wigner FK) önértékelése a 2012 – 2015-ös időszakról

Az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont 2012-ben alakult meg az addig önálló kutatóintézetekként működő MTA KFKI Részecske és Magfizikai Kutatóintézet (MTA KFKI RMKI) és az MTA Szilárdtestfizikai Kutatóintézet (MTA SZFKI) összeolvadása révén. A szervezeti átalakulást az MTA intézményi hálózatának stratégiai átalakítása eredményezte. A szervezeti váltás során a kialakuló kutatóközpont vezetése mindent megtett, hogy megőrizze az addig is kiváló tudományos eredményeket felmutató kutatóintézetekben felhalmozott tudományos értékeket, miközben kihasználja az egyesülés eredményeként jelentkező, bevezethető újszerű módszereket, minden előnyükkel egyetemben.

Az átszervezés egybeesett az MTA finanszírozási rendszerének átalakításával, a magyar kutatási és K+F rendszer lényegi újragondolásával, egyúttal az európai kutatási környezet érezhető megváltozásával. Így a kutatóközponttá válást több lépcsős, sokszor átgondolt és megtárgyalt változás jellemezte, amit olykor a külső körülmények eléggé be is határoltak. A változások során kiemelt cél volt, hogy a Wigner FK tudományos profilja (nevezetesen a fizika tudományterületén és határterületein folytatott felfedező jellegű alapkutatás folytatása, kiegészítve bizonyos alkalmazott kutatási tevékenységekkel, amelyek költséghatékonyan végezhetőek) fenntartható legyen. A tudományos publikációk számának és minőségének több éves alakulását elemezve az látható, hogy ezt a kitűzött célt sikeresen elérte az intézmény tudományos közössége és vezetése. A kutatások anyagi háttérét megteremtő pályázati források és egyéb bevételi csatornák elemzése azt mutatja, hogy az alapkutatási tevékenység szinten tartása, esetenként szerény emelkedése mellett az alkalmazott kutatások támogatásából és a kutatóintézeti szolgáltatásokból származó bevételek és kiadások jelentős mértékben növekedtek. Mindez azt eredményezte, hogy a kutatóközpont és benne az intézetek finanszírozása egyrészt volumenben nőtt, másrészt stabilabbá vált. Az intézményirányítás sokrétűbbé, a finanszírozás nyomom követése komplexebbé vált, ami a kutatóktól, különösen a kutatóosztályok és a kutatócsoportok vezetőitől nagyobb odafigyelést, egyúttal nagyobb felkészülést is igényelt. Külső körülményként a pályázati rendszerek bonyolultabbá váltak, ugyanakkor sikeresség esetén nagyobb értékű források nyíltak meg (lásd MTA Lendület-pályázat, EU H2020 pályázatok). Mindez jelentős adminisztrációs terhet rótt a kutatócsoportok vezetőire és a pályázásból eredő stressz-terhelés is jelentősen nőtt.

Mindeközben kutatóközponti, adminisztratív szinten folyamatos volt az igazodás a külső körülmények gyors változásához, így az NKFIH-ban és az EU-ban kialakult újabb beszámolási kötelezettségekhez, valamint az MTA által bevezetett beszámolási módokhoz is. Mindez azt eredményezte, hogy a kutatók az adminisztratív terhelés növekedéséből eredő negatív hatásokat a kutatóközponttá válás következményeként azonosították. A kutatóközpont vezetése nagyon sok energiát fordított a folyamatok megértésére és elmagyarázására, s a leginkább kutatóbarát megoldások megtalálására. Ennek a törekvésnek is betudható, hogy a Wigner FK-ban bevezetett új módszerek és megoldások felkeltették a többi, újonnan alakult kutatóközpont érdeklődését is. Az elmúlt évek során a Wigner FK menedzsmentje tapasztalatainak megosztásával rendszeresen segítette a többi központ vezetőit. Mindehhez az adott érveket, hogy a Wigner FK tudományos teljesítménye kimutathatóan növekedett, kiugró tudományos eredmények jöttek létre (hangsúlyt fektetve azok láthatóságának növelésére), s nagyon szigorú pályázati tevékenységet folytatva a tudományos kutatások és K+F tevékenységek anyagi alapjai is megerősödtek. **Kijelenthető, hogy az eltelt 1+3 év alatt a Wigner FK egy erősebb, fejlettebb, az európai kutatási környezetben sikeresen résztvevő, egyúttal eredményesen beintegrálódó, ugyanakkor még mindig döntően alapkutatást végző intézménnyé vált.** A továbbiakban kiemelt eredmények bemutatásával és értékelésével támasztjuk alá ezt a kijelentést.

- Kutatói potenciál, humán erőforrás:** A kutatóközponttá válás előtt, 2011-ben, a két kutatóintézetben együttesen 377 közalkalmazott tevékenykedett, közülük 239 kutató státuszban. A kutatóközponttá válás egybeesett a közalkalmazottak nyugdíjba vonulási szabályainak állami szinten történt rendezésével, amelynek során hirtelen nagyszámú (kb. 60) idős kollégának szűnt meg a közalkalmazotti státusza. A nyugdíjazottak közül néhányan a professor emeritusi státuszon keresztül, legtöbbször a „Wigner FK külső munkatársa” státusz segítségével továbbra is kapcsolatba maradtak az intézménnyel, s részben folytathatták tudományos tevékenységüket. Párhuzamosan sok, rendezetlen státuszú, hosszabb-rövidebb ideig pályázatokból fizetett fiatalabb kutató helyzete vált stabilizálhatóvá – szem előtt tartva a kutatói előmenetel szabályait lefektető, többször átdolgozott belső szabályzatot, amely a nyílt pályázás és a kiválóság kritériumait tartotta szem előtt. Eredményként 2015-ben 357 közalkalmazott, ebből 217 kutató tevékenykedett a kutatóközpontban. Eközben a kutatás során keletkezett eredmények nemhogy csökkentek, hanem inkább emelkedő tendenciát mutattak. 2015 végére 20-20 kutatócsoport tevékenykedett a két intézetben, ahol a kutatócsoport vezetők feladata a kiemelkedő kutatási irányok megtalálása és a csoportokon belüli koherens tevékenység biztosítása volt. A kutatócsoportok 2013-as létrehozása sikeresnek bizonyult az új pályázati körülményekhez való alkalmazkodás elősegítésére. Egyes elméleti kutatások területén ugyan látszanak a kutatócsoporti tevékenységből eredő határok, azonban az anyagi források független, jól követhető elszámolása kárpótolja a csoport tagjait.
- Személyi összetétel:** Jelenleg a kutatóközpont kutatóinak 70 %-a 45 év alatti kutató, amely a kutatóközpont jövője és fenntartható fejlődése szempontjából nagyon fontos. Az elmúlt évek során 7 MTA Lendület csoport és 1 ERC csoport alakulhatott meg. Saját forrásból évente 8 Wigner kutatócsoport és vezetőiknek kiemelt támogatására kerül sor, amely a saját nevelésű, kiváló teljesítményű, 35-45 éves fiatal kutatóink elvándorlását hivatott megállítani. Sajnos a 30-35 éves korosztálynál 2015-re felerősödött az elvándorlási hajlandóság, remélhetőleg a most induló kiemelt poszt-doc ösztöndíjak segítenek gyengíteni ezt a jelenséget. A Wigner FK és az itt folyó tevékenység jelentős vonzóerővel bír a felsőoktatásban résztvevő diákok számára, ezért a szerény számú Fiatal Kutatói állások betöltése nem jelent gondot. Ugyanakkor érezhető a középiskolában kiválóságot szerző, 18 éves korban külföldre távozó tehetséges diákok hiánya, akik nem kapcsolódnak be a magyar felsőoktatásba és egyetemistaként sem találkozunk velük.
- Publikációs tevékenység:** A két kutatóintézetben a publikációs tevékenység kissé eltérő jellegű. Az RMI-ben a kevés szerzős cikkek évi száma 150-250 között változik. Ezt egészíti ki a nagy nemzetközi együttműködésekben származó, évi 500-800 között változó számú cikk, melyeknél a szerzők száma 30-nál nagyobb (sőt ezen cikkek döntő többségénél 1000 szerzőnél is több). Az SZFI-nél továbbra is a kis szerzőszámú publikáció a jellemző, s azok száma évente a 220-300 között változik. A kevés szerzős cikkeket publikáló kutatók számára a 2 cikk/év publikációs teljesítmény az elvárás, amelyet legtöbbször folyamatosan teljesíteni tudnak. A nagy együttműködésekben tevékenykedő kutatóknak a kollaborációs cikkek mellett konkrét egyéni kiválóságot is fel kell mutatnia, hogy teljesítménye jóra, esetenként kiemelkedőre legyen értékelhető. Az elmúlt 3 évben nem törekedtünk a publikációk számának növelésére (a nagy együttműködések esetében ezt nem is tudjuk lényegesen befolyásolni), azonban a minőség emelésére igen (pl. magasabb impakt faktorú folyóiratban való publikálásra, mint például a Nature és Science folyóiratok). Ez egyúttal a nemzetközi pályázatok sikerességének növeléséhez is alapvető fontosságú.
- Pályázási tevékenység és eredményesség:** A Wigner FK-ban meghozott stratégiai döntések meghozatalánál mindig megvizsgáltuk, hogy azok mennyiben növelhetik a pályázási kedvet és hozzájárulnak-e a sikeresség növeléséhez. A fiatal kutatóink életpályamodelljének fontos eleme a pályázási képesség figyelemmel kísérése, s ez a kutatócsoportok alapításánál és tevékenységük megerősítésénél is fontos szempont. A hazai OTKA pályázatok esetében látszik a pozitív eredmény: az elmúlt 6 évben 50 OTKA pályázat (+/- 10%) futott minden évben, megalapozva az alap kutatások sikeres művelését.

Ugyanakkor az egyéb, főként alkalmazás-orientált pályázatok esetében a kép már sokkal bonyolultabb: 2011-ben 89 hazai pályázatot nyertek el az akkor még külön tevékenykedő két intézmény kutatói, jelentős anyagi forrásokra szert téve ezzel. A pályázati rendszer átalakítása sajnos hátrányosan érintette a Wigner FK-t, ugyanis 2014-ben már csak 28, 2015-ben pedig csak 22 hazai (nem-OTKA) pályázat elnyerésére került sor. Ugyanakkor elhamarkodott lenne ezt a jelentős csökkenést a kutatóközponttá váláshoz kapcsolni, ugyanis világosan látszik a pályázati kiírásokból, hogy az elmúlt 4 év során a vállalkozás és hasznosítás központú pályázati kiírások váltak dominánssá, míg az alap kutatások támogatására szinte csak a TÉT pályázatok minimális mobilitási támogatása szolgált. Pozitívan értékelhetjük, hogy ebben a megváltozott környezetben egyáltalán sikerült 22 pályázatot a Wigner FK kollégáinak elnyernie. Ezen eredmény eléréséhez növelnünk kellett a hazai ipari vállalatokkal és MSE-vel való aktív együttműködésünket.

Az elnyert EU pályázatok esetében jelentős a fluktuáció (az elmúlt 6 évre az átlagérték évi 31 sikeres pályázat művelése, ugyanakkor az évi lebontás: 47/22/34/45/24/15), ami egyrészt magyarázható az FP7 program végével és a H2020 program kezdetével. Ugyanakkor a H2020 kiírások is döntően az ipari kiválóságot, a piacra jutást, a fejlesztést és az innovációt támogatják, az alap kutatások támogatására mind kevesebb a kiírás. Viszont siker esetén jelentősebbek a támogatások. (2012-ben 34 EU-pályázat 237 MFt támogatást hozott, 2015-ben a 15 EU-pályázat már 513 MFt-ot). Ugyanez a tendencia látszik az EU-n kívüli pályázatok esetében is: az elmúlt 6 év átlaga évi 10 sikeres pályázat (9/11/15/11/10/6), ugyanakkor 2012-ben a 15 pályázat bevétele 144 MFt, 2015-ben a 6 sikeres pályázat bevétele 902 MFt. Bizonyos trendekre ugyan utalnak ezek a számok, azonban a fluktuációk ahhoz eléggé jelentősek, hogy a pontos tervezés nehéz legyen.

Itt jegyezzük meg, hogy az EU FP7 program során a Wigner FK az elnyert 29 pályázattal az újonnan csatlakozott EU13 országok kutatóintézeti között a TOP10 intézmények között 6. helyen végzett. A H2020 programban eddig 67 pályázatot küldtünk be és ebből 7 nyert – a 10 %-os sikerességi ráta biztató, ugyanakkor a sikertelen 60 pályázat egyúttal rengeteg hiábavalóan elvégzett munkát jelez. Az intézményi adatokból az is látszik, hogy a vállalkozási bevétel többszörösére nőtt az elmúlt 6 év alatt (2010-ben 130 MFt, 2015-ben már 866 MFt). Ez azonban jórészt a Wigner Adatközpont szolgáltatási tevékenységének növekedését tükrözi, s csak kisebb mértékben ered a Nyitott Laboratóriumok, az ipari megrendelések és a hasznosított szabadalmak bevételeiből. Ugyanakkor ez utóbbi tételek bevételeinek növekedése egyértelműen kimutatható. Összefoglalásként azt mondhatjuk, hogy a Wigner FK pályázati tevékenysége sikeres, azonban oly mértékben szerteágazó és a külső körülményektől függő, hogy azokat hosszú távra előre tervezni lehetetlen. Csak speciális megoldások (projekt alapú alkalmazások, költségek rendszeres kimutatása) bevezetése és fenntartása mellett tudjuk a pályázati bevételeket és tevékenységeket követni és beintegrálni.

- 5. Nemzetközi kapcsolatok:** A nemzetközi kapcsolatok rendkívül szerteágazóak és bonyolult kapcsolati hálót alkotnak. A kutatók az együttműködések és a kapcsolatépítések céljából támogatásaik terhére rendszeresen utaznak nemzetközi szemináriumokra és konferenciákra. A Wigner FK támogatja a Fiatal Kutatók és a 35 év alatti kollégák nemzetközi kapcsolatépítését (ez kb. évi 40 út támogatását jelenti). Tudományos együttműködések tartunk fel minden földrész fizikai kutatóintézeteivel, rendszeresen MoU-kkal hivatalosított intézményes kapcsolatokat hozunk létre, ezzel előkészítve a későbbi, átgondolt, együttes pályázást, amely anyagi alapot is biztosíthat a közös kutatáshoz, a nemzetközi kapcsolat folytatásához. A kapcsolatfelvételt a vezető kutatók kezdeményezik, fenntartásuk kutatócsoporti szinten történik, világosan dokumentálva, hogy milyen területen, kiknek az irányítása mellett folyik az együttműködés. Nemzetközi kapcsolataink fő célpontja az EU-tagállamokban működő kutató és oktató intézmények, az azokban tevékenykedő kollégák, kutatócsoportok. A nagy európai kutatási infrastruktúráknál és kutatási szervezetekben (CERN, ELI, ESS, ESA, ESRF, XFEL, stb.) a Wigner FK kutatóit és kutatócsoportjait is ott találhatjuk. A Wigner FK-ban folyó kutatási tevékenységek széles körét az is jellemzi, hogy a



munkatársak szinte minden fizikai nagyberendezés mellett megtalálhatóak voltak. 2015-ben az NKFIH megkezdte a nemzetközi együttműködések áttekintését, a belépés/kilépés részletes vizsgálatát. A Magyar Útitervezés elkészítése erősen befolyásolhatja majd a Wigner FK nemzetközi kapcsolatainak alakulását az EU-n belül.

Az EU-n kívüli kapcsolataink is kiválóan működnek. 2010 után több évig sikeresen működött a Wigner FK-ban a Közös Dél-Koreai-Magyar Laboratórium a plazmafizika témakörében (dél-koreai támogatással). 2014-15-ben közös MAP („Modern Applications for Physics”) Laboratóriumot alapítottunk több kínai intézettel és egyetemmel (Lanzhou, Dalian, Wuhan) – célunk ezekkel, hogy az egyszerű kutatócsere szintről az innovációs együttműködési szintre jussunk el, ami újszerű kapcsolat és időbe telik a kiépítése. Ugyanakkor magyar-indiai viszonylatban már sikerült elnyernünk és elkezdünk ilyen K+F+I centrumú közös pályázatot a neutronfizika területén. A Tokió Egyetemmel is felvettük a kapcsolatot közös K+F program végrehajtása céljából. Wigner Jenő nevének felvétele jelentős mértékben növelte a kutatóközpont nemzetközi láthatóságát. 2015 óta Wigner Kollokvium címen szeminárium-sorozatot indítottunk, amely eredményeként világhírű kutatók látogattak el Csillebércre, például a Nobel-díjas t’Hooft.

6. **Hazai kapcsolatok, vállalati együttműködések, hasznosítás:** A hazai tudományos kapcsolataink fejlődését bizonyítja, hogy a korábbi közös kutatási tevékenység fejlesztése céljából 2015-ben telephelyet hoztunk létre Nagycenken és Piskésten, az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont területén. Így az űrkutatás és gravitációkutatás geofizikával átfedő határterületein még szorosabb együttműködést folytathatunk, beleértve a közös pályázást is. Az MTA ATOMKI gyorsító-fejlesztési programját is támogatjuk, jelenleg folyik a most üzembe helyezett Tandetron gyorsító mellett a Wigner-nyaláb kialakítása közös ionimplantációs és anyagtudományi kísérletek végrehajtására. Meglévő vállalati kapcsolataink erősítése céljából telephelyet hoztunk létre ipari partnereink szomszédságában Székesfehérváron és Zalaegerszegen, stratégiai együttműködést kötöttünk innovációs tevékenységünk összehangolása céljából pl. a BHE Zrt.-vel, amely egyezményt újabbak követhetnek a közeljövőben. 2014-ben megalkottuk a saját Szellemi Tulajdon Kezelési szabályzatunkat, bevezettük a szolgálati szabadalmak elbírálását, megkezdjük ilyen szabadalmak intézményi bejelentését és hasznosítását. Jelenleg egy virtuális Innovációs Irodánk működik, amelyben az innovációs titkár vezetése mellett, külső szakértők bevonásával támogatja a kutatóközpont a kutatók és a kutatócsoportok innovációs tevékenységét.
7. **Részvétel hazai és nemzetközi tudományos életben:** A Wigner FK kutatói szinte minden hazai tudományos szervezetben és bizottságban jelen vannak, ide értve az MTA és az NKFIH szakértői bizottságait is. A meghívást azért kapják, mert egyik oldalról kiváló kutatók, másrészt mert jelentős méretű kapcsolati hálójával rendelkeznek más országok kutatói felé. A kiválóságot a nagyszámú publikáció és a még inkább kiugró nagyságú hivatkozási számok bizonyítják. A tudományos kutatás a két kutatóintézetben folyik, alapvetően a vezető kutatók feladata és felelőssége a kutatási téma megválasztása, ebben az illetékes vezetővel történt egyeztetés után maguk döntenek. Kutatóközponti szinten legfeljebb csak a kutatási beszámolók véglegesítésénél, valamint az együttműködő partnerek magas szintű fogadásánál kerül sor beavatkozásra.
8. **Részvétel a felsőoktatásban:** A Wigner FK kutatói nagy számban vesznek részt a felsőfokú oktatásban, a vizsgált időszak alatt 60-ról 80-ra nőtt a bevont kutatók száma. Az oktatott kurzusok száma nem nagyon változott, kb. évi 100-110 kurzusról van szó, amelyek tematikája szorosan kapcsolódik a kutatók szakértelméhez, specializációjához. Rendszeres a BSc és MSc diplomamunkák vezetése az oktató kutatóknál. A PhD képzésben is hasonlóan magas szintű a kutatói részvétel: folyamatosan 30 +/- 3 kutató szerepel a Doktori Iskolák tisztségjainak listáján, a többi egyszerű témavezető. 2013-15 között 10-12 doktori iskolával kötött a Wigner FK együttműködési szerződést. A közös kutatások elősegítése érdekében 2015-ben telephelyet hoztunk létre a Miskolci Egyetem és a Pécsi Egyetem területén. Az MTA Kiválósági Program keretében a Budapesti Műszaki Egyetemmel és a Miskolci Egyetemmel 2014 óta zajlik egy közös K+F projekt a lézer-

anyag kölcsönhatás vizsgálatára és az eredmények hasznosítására. 2015-ben bevezettük a Wigner Gyakornok státuszt, amit MSc hallgatók nyerhetnek el, s munkájuk elismeréseként havi rendszeres ösztöndíjat kapnak az eredményeiket felhasználó kutatócsoportoktól.

9. **Ismeretterjesztő és utánpótlás-nevelő tevékenység:** A Wigner FK kutatói a fizika legújabb eredményeinek köszönhetően rendszeres szereplői a rádió és televízió ismeretterjesztő műsorainak. A riportműsorok és beszélgetések mellett esetenként filmek készítésére is sor került. Legfontosabb célpontunk a középiskolások és a tudományok iránt érdeklődő állampolgárok. Csillebércen rendszeresen szervezünk nyitott napokat, s rendszeresen fogadunk középiskolás és egyetemista csoportokat, esetenként már külföldről is. A Sokszínű Fizika Busz 2014 óta járja az országot, hétfévente és esetenként hét közben is, évi 40-45-ször látogat meg középiskolás helyszíneket ismeretterjesztésben gyakorlott kollégák kíséretében. A látogatásoknak nagyon pozitív a visszhangja, rendszeres az ismételt meghívás. Ugyanakkor a kutatók elérték maximális terhelhetőségüket ezen a területen, ennél több ismeretterjesztő előadás már a kutatási feladataik elvégzését kockáztatná. A Wigner FK laboratóriumai rendszeresen fogadnak kutatótanárokat, akik továbbképzésüket végzik, esetenként a PhD dolgozatukat írják meg a Wigner FK-ban. Az ismeretterjesztő tevékenységet a kommunikációs titkár hatékonyan segíti.
10. **A Wigner FK vezetői gyakorlata:** A Wigner FK-ban a vezetési hierarchiát a lehető legegyszerűbbre szerveztük. Az egyik intézet igazgatója a főigazgató, a másik intézet igazgatója a főigazgató helyettes, s ha mindketten külföldön vannak, akkor néhány napra a két igazgatóhelyettes egyikére hárul az adminisztratív felelősség. A gazdasági vezetővel és helyettesével, valamint a Közalkalmazotti Tanács képviselőjével kiegészített Igazgatói Tanács (IT) minden hétfőn ülészik. Minden kedden a Vezetői Tanács (VT) ül össze, amelynek a tagjai az IT tagjai kiegészítve az osztályvezetőkkel és titkárokkal. A tudományos tevékenységet befolyásoló kérdéseket a közös Wigner Tudományos Tanács vitatja meg és ad tanácsot a vezetésnek. Szükség esetén a Kutatócsoport Vezetők Fóruma kerül összehívásra. A vezetők munkáját 3 titkársági munkatárs (titkárnő) segíti, akik egyúttal a kutatók és alkalmazottak problémáit is igyekeznek megoldani. Az ügyintézés és az információmozgás ebben a rendszerben gyors, hatékony és költségkímélő.
11. **Az intézményi kutatásfinanszírozás szerkezete és hatékonysága:** Az MTA-tól kapott alapellátás (a költségvetés 33 %-a) fedezi az alkalmazottak alapfizetését és a Wigner FK rezszi költségeinek egy részét. A saját bevételek rezszi címén visszatartott része kiegyensúlyozza az éves költségvetést, így az intézmény a közfeladatainak eleget tud tenni. A munkatársak a pályázati pénzek terhére, az extra feladatok ellátása során és eredményeként, jutnak teljesítményüktől függő kiegészítő jövedelemhez. A beérkező bevételek azonnal felcímkézésre kerülnek és az elektronikus elszámoló rendszer (ECOSTAT) követi a felhasználásukat (jelenleg 470 elszámolási csatorna működik). Túlköltés nem jöhet létre. A cash-flow problémákat a Gazdasági Osztály gondos tervezéssel és ütemezéssel igyekszik megoldani, rendkívüli esetben (pl. ESS in-kind beszállítás előfinanszírozása) az MTA segítségét kértük. A hatékonyságon javítana, ha sikerülne az ECOSTAT elszámolás kimenetelét a sokféle pályázati elszámoláshoz is igazítani. Ez folyamatban van.
12. **A kutatási infrastruktúra minősége és kihasználtsága:** A helyi infrastruktúrák folyamatos felújítást, karbantartást igényelnek. Jelenleg a NEKIFUT Regiszterben nyilvántartott egységek Nyitott Laboratóriumokká való átalakítása folyik, javítva a külső és belső megrendelések befogadását. Egyes infrastruktúrák kihasználtsága 100 % közelében van, másoké 50 % alatti, mert a külső megrendelések, forráshiány miatt, nagymértékben csökkentek az elmúlt 5 év alatt.

**Összefoglalva:** a Wigner FK a folyamatosan változó peremfeltételek közepette teljesítette alapfeladatait, miközben megtartotta alapkutató intézeti jellegét. Működése stabil. Szerteágazó, saját maga által felvállalt kutatási és kutatás-fejlesztési feladatoknak és kötelezettségeknek tesz eleget.

**Összeállította: Lévai Péter J. főigazgató**

## **Az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont (Wigner FK) stratégiája a 2016 – 2020-as időszakra**

Az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont következő 5 évre vonatkozó stratégiájának ismertetése során abból indulunk ki, hogy ezen időszakban a kutatóközpont továbbra is két alap kutatás-orientált intézetből, a Részecske és Magfizikai Intézetből (RMI) valamint a Szilárdtestfizikai és Optikai Intézetből (SZFI) áll. Ez azért fontos, mert mindkét intézet a maga speciális kutatási területein az alap kutatási projektek végrehajtására fókuszál, természetesen beintegrálva olyan kutatás-fejlesztési és innovációs projekteket, amelyekhez munkatársaink kellő hozzáértéssel rendelkeznek, s amelyek nem kockáztatják a Wigner FK által felvállalt közfeladatok ellátását, valamint a jelenleg folytatott projektek végrehajtását.

A kutatóközpont stratégiáját alapvetően a lehetőségek és a szükségsszerűségek határozzák meg. Ezeket a várható sikeresség és a fenntarthatóság megítélése alapján rangsorolja a Wigner Tudományos Tanács, majd az intézményi vezetés. Támaszkodunk a kutatócsoportok, kutatóosztályok által megfogalmazott tervekre, megvizsgáljuk, hogy a tervek végrehajthatóak-e, az eredményük fenntarthatóak-e, s belátható időn belül megvalósíthatóak-e. Mindez szükségessé teszi az intézményi alap- és támogató infrastruktúrák és irányítási technikák folyamatos felülvizsgálatát és fejlesztését.

A futó kutatási és K+F projektek jelentős része nemzetközi együttműködésekhez kapcsolódik. Ezek nagyon fontosak a külföldi infrastruktúrák rövid ideig tartó, nagyon intenzív igénybe vételének előkészítéséhez. Ahhoz, hogy versenyképes kutatást és K+F tevékenységet folytathassunk, valamint vonzó partner maradhassunk, az itthoni körülmények folyamatos fejlesztésére van szükség. Az intézetek középtávú stratégiájában fontos igényként jelenik meg a saját laboratóriumok infrastruktúrájának fejlesztése. Sok esetben, a modern berendezések beszerzésével ugrásszerű fejlesztés is végrehajtható. A következő években az MTA infrastruktúra pályázatai lehetőséget nyújtanak arra, hogy a tervek, beszerzési javaslatok megvalósulhassanak – de ezzel párhuzamosan felújításokra is sor kerülhessen.

Az NKFIH infrastruktúra fejlesztési programjára (VEKOP) részletesen kidolgozott és benyújtott pályázatok már most világosan mutatják a kutatócsoportok nagyívű terveit. A következő beruházások a legégetőbbek, egyúttal legígéretesebbek, ugyanakkor már középtávon megvalósíthatóak:

- Számítógépes kapacitás fejlesztése (GPU Klaszter) a Wigner Adatközpontban a számításigényes projektek támogatására, mint pl. a gravitációs hullámok adatainak elméleti elemzése (250 MFt);
- Kvantummérés-technológiai Laboratórium kiépítése, kvantummechanikai elveken alapuló fotonikai technológiák, atomlézerek és azok információtechnológiai alkalmazásának vizsgálata (358 MFt);
- Magas olvadáspontú szálkristályok növesztését és azok vizsgálatát lehetővé tevő berendezések beszerzése, a kristályok lézerfizikai, szcintillációs és kvantumoptikai alkalmazása (150 MFt);
- Nanorendszerek atomi szerkezetének meghatározása speciális esetekben, mint magas hőmérsékletű szupravezetők, fullerének, nanocsövek és fém organikus vázszerkezetek (127 MFt);
- Mozgás-szabályozási laboratórium fejlesztése ember-gép kapcsolat vizsgálatára és kutatására, speciális berendezések fejlesztése, azok mozgás-rehabilitációban való alkalmazása (125 MFt);
- Az anyagszerkezeti kutatások feltételeinek javítására egy új neutron diffraktométer létesítése a BNC reaktor mellett működő Hidegneutron Laboratóriumban (425 MFt).

Ezt a listát kiegészíthetjük még a 2015-ben az NKFIH GINOP pályázatára benyújtott, a Wigner FK vidéki telephelyein megvalósítandó beruházásokkal, amelyek az MTA Csillagászati és Földtudományi Központjával együttesen kerültek kidolgozásra:

- A Pizskéstetői Telephelyen a földalatti Mátra Gravitációs és Geofizikai Laboratórium (MGGL) fejlesztése, speciális szeizmográfok és geofonok beszerzése, a Mátra feltérképezése (250 MFt);
- A Nagycenki Telephelyen felépítendő Zéró Mágneses Tér Laboratórium (ZBL) létrehozása, ott űrkutatási, geofizikai, orvosbiológiai és egyéb kapcsolódó kutatások folytatása (378 MFt).

Ezek a kutatócsoportok által összeállított tervek önmagukban 2 Mrd Ft értékű rövid és középtávú fejlesztési igényt képviselnek. Az Operatív Programok támogatása elvileg lehetőséget biztosíthatnának a megvalósításukra, a következő években meglátjuk, hogy a felsorolt, főként alapkutatást támogató fejlesztések mekkora hányada nyer támogatást, melyek azok, amiket az NKFIH támogatásával tudunk megvalósítani, s melyek azok, amelyeket esetleg MTA támogatásból.

A Wigner FK-ban folyó kutatások a kutatócsoportok tevékenységén alapul, amelyek tematikájuk szerint kutatóosztályokba és intézetekbe szerveződnek. A kutatócsoportok és kutatóosztályok stratégiai tervei az RMI és az SZFI intézeti stratégiai terveit tartalmazó összefoglalókban megtalálhatóak. A kutatóközponti stratégiának ugyanakkor arra is ki kell terjednie, hogy miként lehetséges hathatósan segíteni és támogatni a kutatócsoportok munkáját, milyen szintű és értékű logisztikai támogatásokat kell biztosítani számukra, s párhuzamosan hatékonyabbá lehet-e tenni a kutatóközponti szinten, főigazgatói irányítás alatt lévő egységek tevékenységét. Fontos feladat az is, hogy miként lehetséges a szervezési és adminisztratív terhek egy részét levenni a vezető kutatók válláról és nagy tapasztalattal rendelkező, professzionális segítőkkel (természetesen gyorsan és költség szempontból a kutatási projektek támogatásának nagyságához igazodva) elvégeztetni. Ez sok esetben azért sem egyszerű, mert a kutatók az elmúlt évtizedekben megszokták, hogy szinte mindent ők végeznek, s az önmenedzselés a legtermészetesebb számukra. Ugyanakkor világossá is vált, hogy ez a tradicionális hozzáállás manapság már olyan mértékű terhet ró a nemzetközi megmértetést is felvállaló kutatóink vállára, amely sok esetben már-már megakadályozza a kitűzött kutatási feladat elvégzését, a magyar kutató versenyképességének fenntartását. A következőkben ismertetjük a Wigner FK központi egységeire vonatkozó stratégiai elképzeléseket:

**A, Vezetőség, menedzsment:** Jelenleg a főigazgató egyúttal az egyik intézet igazgatója, s a főigazgató helyettese a másik intézetet vezeti. Munkájukat egy-egy igazgatóhelyettes támogatja. A gazdasági vezetővel és helyettesével kibővített Igazgató Tanács hetente ülésezik, s operatív döntéseket hoz. Az osztályvezetőkkel és egységvezetőkkel, valamint kutatóközponti titkárokkal kibővített Vezetői Tanács szintén hetente ülésezik, s biztosítja a döntések előkészítését és végrehajtását, a kétirányú információ-áramlást. A Wigner Tudományos Tanács a tudományos kérdéseket tekinti át időről-időre, és javaslatot tesz a vezetésnek. Ezen a minimalizált és optimalizált döntési rendszeren nem kívánunk változtatni.

**B, Gazdasági Osztály (GO):** Az elmúlt években kialakult, megszilárdult egy közös, számítógépesített elszámolási és adminisztrációs rendszer. Ebben jelenleg 470 projekt nyomon követése folyik. Fontos cél ezen rendszer javítása, a nyilvántartások, a kötelezettség-vállalások pontosítása, az adatszolgáltatás és elszámolás gyorsítása, a pályázatokhoz igazított elszámolások automatikus létrehozása, egy még inkább kutatóbarát rendszer létrehozása és üzemeltetése. Jelenleg vezetőváltás folyik. Az új gazdasági vezető korábbi tapasztalatai és újítási elképzelései, kombinálva a szükségesnek gondolt változások végrehajtásával, egy újszerű GO-t eredményezhet.

**C, Számítástechnikai Hálózati Központ (SZHK):** Egyes kollégák nyugdíjba vonulása miatt jelenleg itt átalakítások folynak. A feladatok újraosztása és az IT-szolgáltatások újraértékelése a kutatási feladatok megbízhatóbb és magasabb szintű kiszolgálását, a magas szintű IT-tevékenység fenntarthatóságát célozzák meg. Folyamatban van a Wigner FK WEB-oldalának és az SZHK WEB-szolgáltatásainak újragondolása, új módszerek bevezetése, a kommunikációs titkárral való együttműködés megerősítése.

**D, Wigner Adatközpont (WDC):** 2016-ban a kihasználtság már eléri a 90 %-t, köszönhetően az újabb CERN-kapacitások megérkezésének. Jelenleg folyik a Wigner-felhő és az MTA-felhő szolgáltatásának beindítása, amelyek meghatározzák a következő évek fejlesztési irányát. Erőfeszítések történnek speciális IT-pályázatok benyújtására, és abba az irányba, hogy az Adatközpont más nemzetközi együttműködés (pl. ELI, EGO VIRGO) számára is TIER-0 vagy TIER-1 szintű szolgáltatást nyújthasson.



**E, Wigner Könyvtár:** Az elmúlt években a Wigner Könyvtár szerepe letisztázott, magas szintű szolgáltatásai elfogadottá váltak (pl. e-könyvtár). A stratégiai fejlesztések egyrészt biztosítani kívánják a megszokott (egyúttal igényelt) szolgáltatási szint fenntartását, de gondoskodnak új módszerek bevezetéséről, az informatika területén jelentkező újdonságok meghonosításáról. Növelni kívánjuk az E-könyvek arányát az új beszerzésekben. Az MTMT 2.0 véglegesítése után újragondoljuk a Könyvtár és munkatársainak szerepét a kutatóközpont publikációinak kezelésében.

**F, Műszaki háttér, Műhely:** A kísérletező kutatócsoportok és a nemzetközi együttműködésekben felvállalt berendezés-építő feladatok magas szintű ellátása szempontjából alapvető fontosságú egy magas technológiai színvonalú, speciális feladatokat is ellátni képes műhely üzemeltetése, folyamatos fejlesztése. Ez nagy értékű eszközöket és jól képzett szakembereket igényel, ami a koncentráció irányába mutat. A kutatócsoportok tevékenységét befolyásoló, lehetőségeiket kiszélesítő stratégiai döntés a Műhely tevékenységének intenzívebbé tétele, a magas hozzáadott érték biztosítása felé tett fejlesztések.

**G, Nyitott Laboratóriumok:** A Wigner FK-ban található, a NEKIFUT Regiszter által beazonosított stratégiai és regionális kutatási infrastruktúrák (SKI, RKI) az eddigiekben alapkutatási és K+F feladatokat egyaránt elláttak. Az új pályázati és elszámolási feltételek abba az irányba mutatnak, hogy célszerű ezeket a kutatási infrastruktúrákat és az őket körbevevő laboratóriumokat világosan körülhatárolni, az ott végezhető feladatokat definiálni, egyúttal a költségeket kimutatni, elszámolhatóvá tenni. Ily módon megerősíthetjük a Nyitott Laboratórium-jellegű működtetésüket. A modern, nemzetközi színvonalú berendezések várható megjelenése a helyi infrastruktúrákért felelős személyek feladatainak, kötelességének újragondolását kényszeríti ki. A berendezések beszerzését követnie kell a működtető szakemberek biztosításának, mert a helyi infrastruktúra kihasználtsága (így költségei) is erősen függnek a körülötte koncentrálódó üzemeltetési szakértelemtől. Amennyiben stratégiai feladatokkal akarjuk felruházni a helyi kutatási infrastruktúránkat, akkor gondoskodnunk kell magas szintű üzemeltetésükről.

**H, Innovációs tevékenység, Technológia Transzfer Iroda (TTI):** A K+F tevékenységet, az ipari kapcsolatok erősítését, az innovációs tevékenység támogatását eddig az innovációs titkár végezte egy személyben. Miután a külső feltételek az ipari kapcsolatok intenzívebbé tételét, a K+F feladatok súlyának növelését szorgalmazzák, ezért szükséges az innovációs tevékenység megerősítése. Stratégiai döntés hogy ezt egy Technológia Transzfer Iroda (TTI) létrehozása formájában történik majd. Várhatóan az időszakos feladatokkal megbízott külső munkatársak helyét állandó munkatársak váltják fel, amennyiben a TTI fenntartásának a pénzügyi háttere tisztázódik. A TTI melletti döntést az ez szükséges, hogy rövidesen lezárulnak az intézményközi tárgyalásaink az Európai Űrkutatási Szervezettel (ESA, ahová idén februárban csatlakozott Magyarország), s első eredményként egy ESA Broker Network Point (ESA BNP) elindítására kerülhet sor 2016 nyarán, amelynek működtetését a TTI keretein belül tudjuk optimálisan elvégezni. Az ESA BNP finanszírozási ideje 2+1 év. Jelenleg folynak a tárgyalások az ESA-val a kapcsolatok ennél magasabb szintre való emeléséről, amelyhez az MTA és az NFM vezetésének támogatására is szükség van. Nevezetesen egy üzleti inkubációs központ (BIC: Business Incubation Centre) budapesti kialakítását tervezzük az ESA hálózat keretében. Egy ilyen centrum az űrkutatás eredményeit hivatott terjeszteni a spin-off cégek, start-up-ok és kisvállalkozások között, ezzel egy nagyon aktív technológia transzfer tevékenységet felvállalva. Az ESA BIC létrehozása mellett tárgyalunk egy CERN BIC létrehozásáról is, amely a nagyenergiás fizika területén létrejött tudományos eredmények hasznosításában vállal híd-szerepet. Ezek a stratégiai lépések nagy odafigyelést igényelnek, mert ez a terület a tudományos kutatók számára nem szokványos. Az innovációs titkára és jövőbeni munkatársaira jelentős feladatok hárulnak. Párhuzamosan a Wigner FK vezetésének speciális vezetői hozzáértésre kell szert tennie a technológia transzfer és innovációs tevékenységek irányába. Mindezen túl a kutatóközpont természetesen tovább kívánja folytatni a szolgálati szabadalmak bejelentését, gondozását és hasznosítását. Ezekről a tevékenységtől azt várjuk, hogy egyrészt lekötik a Wigner FK szabad infrastrukturális és humán erőforrásbeli kapacitását, másrészt a kutatóink extra anyagi

forrásokhoz juthatnak, amelyek javíthatják személyes anyagi feltételeiket. Az innovációs tevékenység intenzívebbé tétele és a technológia transzferrel kapcsolatos feladatok felvállalása fontos stratégiai döntés, s a következő 5 évben sok fog múlni ezen tevékenységek kiteljesedésén vagy épp visszaesésén.

**I, Tudományos és innovációs együttműködések:** Az elmúlt 3 évben megújítottuk hazai és nemzetközi kapcsolatainkat, főként a kutatócsoportok tevékenységére támaszkodva, egyúttal stratégiai fejlesztési irányokat is felvállalva. Ezeket a lépéseket, a kutatási kapcsolatok kiépítését, azok intenzívebbé tételét folytatni kívánjuk. Miután azonban a kutatások mellett az ipari kapcsolatok is előtérbe kerülnek, ezért várhatóan megnő a szellemi tulajdont érintő megállapodások száma, csakúgy, mint az innovációs partnerségi viszonyt megalapozó egyezmények száma. A kutatóközpont támogatja és segíti az ilyen ipari és innovációs kapcsolatok létrejöttét és megerősödését.

**J, A Wigner FK Telephelyei:** Jelenleg 6 konvergencia régióban rendelkezik telephellyel a Wigner FK, amelyeket az MTA más intézményeivel, egyetemekkel és ipari cégekkel folytatott aktív együttműködés intenzívebbé tétele céljából hoztunk létre. Ezek létrehozása szükségszerű volt, egyúttal stratégiai döntés is. Minden telephely mögött egy vagy több kutatócsoport aktív tevékenysége található, ez alapozza meg a sikeres tevékenységet. Az innovációs partnereinkkel folytatott együttműködések a közeljövőben is folytatni kívánjuk, ehhez új pályázati és egyéb extra erőforrások bevonását tervezzük. A tervek szerint 2017 végén és 2020 végén felülvizsgáljuk a Telephelyek működését, az elért eredményeket.

A Wigner FK fejlesztési stratégiájának eddigiekben felsorolt lépései azokat az elemeket tartalmazták, amelyek évek óta napirenden vannak. Sok esetben megvárjuk a megvalósulásukhoz szükséges kedvező körülmények létrejöttét, illetve a kutatóközpont szerves fejlődésébe most illesztjük be a részleteiben végiggondolt, azonban az előzőekben túl korainak tartott fejlesztéseket, mert csak most látszik biztosítottak az új elem fenntarthatósága. Természetesen rendelkezünk nagy költségigényű, nagy volumenű tervekkel is, amilyen egykoron a 8.5 Mrd Ft-ból megvalósult Wigner Adatközpont volt. Ezek a következők:

**AA, A Wigner FK épületeinek energetikai és esztétikai korszerűsítése:** A kb. 3 Mrd Ft-ot igénylő felújítás eredményeként megoldódna az elavult energetikai és infrastrukturális rendszerek korszerűsítése, a központi négykörös hűtő-fűtő rendszer beállítása pedig lehetővé tenné, hogy bizonyos kutatócsoportok télen is használhassák szobáikat, másokat pedig nyáron ne kellessen elküldeni kéthónapos otthoni munkavégzésre, mert a nyári hőségben egészségre ártalmas körülmények alakulnak ki dolgozószobáikban. A felújítás során csekély anyagi ráfordítással az 50-es évek laktanya-hangulata is megváltoztatható lenne és egy komoly, megbízható, XXI. századi színvonalat képviselő kutatóintézet képét mutathatná a Wigner FK épületegyüttese. Mindez természetesen része egy, az egész Csillebércei Telephelyet érintő energetikai korszerűsítésnek, amely összességében, az EK-t is érintve, kb. 6 Mrd Ft-ba kerülne.

**BB, Technológiai Központ kialakítása:** A kb. 1.4 Mrd Ft-ból megvalósítható új épületrész kialakítása magába foglalná a kutatóközpont számára életfontosságú hélium-cseppfolyósítás technikai megoldását, egyúttal biztosítaná az épület szerelőcsarnokában a folyékony hélium költségkímélő felhasználását. Továbbá lehetőséget biztosítana speciális high-tech körülményeket megkövetelő konstrukciós projektek megvalósítására az úrfizika, a részecske- és magfizika, a plazmafizika, a neutronfizika, a lézerfizika és azok határterületein. Egy ilyen Központ létrehozása hatékonyan támogatná az ESA BIC és CERN BIC működését is, egyben finanszírozási kapcsolatot is biztosíthatna a BIC-ek tevékenysége és az MTA más intézményei között.

**CC, Látogató Központ kialakítása:** A kb. 1.8 Mrd Ft-ból megvalósítható beruházás a mostani KFKI-ebédlő helyére egy modern, zöld-energiás épület megjelenését eredményezné. Itt találkozhatna a Csillebérci Telephelyen belül folyó kutató és K+F+I tevékenység a külvilággal. Egy 300 fős előadóterem (felszerelve modern audiovizuális és IT-eszközökkel), kisebb tárgyalószobák (alkalmassá téve videokonferenciák lebonyolítására), állandó jellegű ismeretterjesztő kiállítás, időszakos kiállításokhoz és rendezvényekhez elegendő hely, valamint a kulturált étkeztetést és találkozást biztosító helyszín lehetőséget adna a Telephelyen folytatott tevékenység európai szintű bemutatására – egyúttal hatalmas előrelépés lenne a jelen viszonyokhoz képest. A Látogató Központ nemcsak a kutatási és innovációs területen jelentene előrelépést, hanem a diákok közötti tudomány-népszerűsítés, az utánpótlásképzés, a tanár-továbbképzés és a szélesebb körű ismeretterjesztés területén is új dimenziókat, új lehetőségeket nyitna meg a Wigner Fizikai Kutatóközpont és munkatársai számára. De várhatóan a Csillebérci Telephely többi MTA intézménye, valamint a CSFK Csillagászati Intézete is kiválóan fel tudná használni a Látogató Központ által nyújtott lehetőségeket. Egy új Látogató Központ létrehozása, az általa nyújtott szolgáltatások nagyon hiányoznak a Telephelyről. A sikeres megvalósítás jelentős mértékben megváltoztatná a külvilág Csillebércen folyó kutatásokról alkotott képét. Ezzel párhuzamosan munkatársaink hozzáállását is gyökeresen átalakítaná, különösen a fiatalabb korosztályét. Meg merem kockáztatni az állítást, hogy az utóbbi évben felerősödött elvándorlási tendenciát is mérsékelni tudná egy optimista jövőképet sugárzó Látogató Központ létrehozása.

Összefoglalásként kijelenthetjük, hogy az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont következő 5 évre felvázolt stratégiai elképzelései azt mutatják, hogy az intézményben erős a fejlődési és fejlesztési szándék. Ez köszönhető az elmúlt évtizedekben itt elért eredményeknek, a létrejött kutatói és kutatói kapacitásnak, melyek mindegyike továbbfejlesztésre érdemes. Ugyanakkor az intézmény rendelkezik annyi rugalmassággal, hogy jól átgondolt megbeszélések eredményeként új kutatói és K+F+I irányokat is integrálni képes – amennyiben az ehhez szükséges anyagi háttér biztosított. A jelenlegi finanszírozási források azonban csak nagyon lassú áthangolást tesznek lehetővé, ezt figyelembe kell vennünk a tervek végrehajtása során. A felsorolt fejlesztési tervek, stratégiai elképzelések sokszor átgondolt, reális terveken nyugszanak, átgondolt megvalósításuk a Wigner FK megindokolható fejlesztésén, megerősítésén túl az MTA egészének színvonalát, az MTA intézményeiben folytatott kutató és fejlesztő munka megítélését is tovább javíthatná.

**Összeállította: Lévai Péter J. főigazgató**

## MTA Wigner FK Részecske és Magfizikai Intézet (RMI) önértékelése a 2010 – 2015-ös időszakról

A Részecske és Magfizikai Intézet (RMI) az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont részeként működik. 2012-ig önálló kutatóintézetként, "KFKI Részecske és Magfizikai Kutató Intézet" (röviden KFKI RMKI) néven tevékenykedett. A szervezeti váltás terheit a vezetés igyekezett nagymértékben magára vállalni, a kutatási tevékenység lehető legkisebb zavarásával. Az átszervezés a tudományos kutatási irányokat nem változtatta meg, de – részben a nemzetközi és a hazai kutatásfinanszírozási rendszerek és trendek változásainak a hatására - megszorodtak a kutatásszervezési feladataink. Ebben a dokumentumban nem teszünk különbséget az RMKI-ként és az RMI-ként végzett kutatások között.

### 1. Tudományos csúcsteljesítményeink, ezek (nemzetközi és hazai) elismerése:

A vizsgált időszakban elért legjelentősebb tudományos eredményeink széleskörű és nagylétszámú nemzetközi együttműködésekhez kapcsolódnak; csúcstechnológiát igénylő alapkutatásokhoz még a leggazdagabb nemzetek is kevésnek bizonyulnak önmagukban. A legfontosabb felfedezések, amelyekben az RMI 2010-től 2015-ig részt vett, a következők:

1. A Higgs bozon kísérleti felfedezése (CERN CMS + ATLAS).
2. Leszállás egy üstökös felszínén (ROSETTA).
3. Gravitációs hullámok közvetlen detektálása (LIGO + VIRGO).

Kisebb sajtónyilvánosságot kapott, de hosszútávon fontos és intézetünk kutatási stratégiájának gerincét képező területek még

1. Fúziós energiatermelés (EURATOM).
2. Kvaranyag-kutatás (CERN ALICE, RHIC STAR).
3. Űridőjárás és Naprendszeren belüli plazma vizsgálata.
4. Kulturális örökség: anyagvizsgálat nukleáris módszerekkel (CHARISMA, HYPERION).
5. Molekuláris és atomi átmenetek időfelbontásos spektroszkópiája.

A CERN kutatásaiban intézetünk évtizedek óta részt vesz, Magyarország tagsága óta még intenzívebben, mint azelőtt. Érezhetően jelen vagyunk a CMS és ALICE csoportokban, valamint az NA49/NA65-SHINE, és kisebb létszámmal a TOTEM kísérletben. Ezek az együttműködések nagy létszámúak (100 – 1000), hierarchikusan szervezettek és szigorú szabályokat követelnek meg a résztvevőktől a közösen elért eredmények publikálása és hasznosítása terén. Munkánk értékét nemcsak a tagként elfogadás pusztá ténye adja, hanem, ezt tovább árnyalva, kollégáink különböző csoportokon belüli funkciókra való felkérése, azok magas szintű ellátása is bizonyítja. Emellett célzott fejlesztési és adatanalizáló feladatok elvégzése kimondottan intézetünkben működő csoportokhoz kapcsolható. A detektorfejlesztési munka melléktermékeként japán szabadalmi bejelentés is készül a müon detektor használatára a geológia terén. Több évtizedes CERN-es kutatási és informatika-hálózati tevékenységünk elismerése is tükröződött abban, hogy kemény versenyben elnyertük a [CERN@WIGNER](mailto:CERN@WIGNER) projekt Wigner Adatközpontba történt telepítését. Idézve a CERN akkori főigazgatóját: "*A CERN második szíve Budapesten dobog.*"



A Higgs bozon és a kvarkanyag-kutatás Univerzumunk fizikai természetének alapvető kérdéseit vizsgálja: mi az elemi részecskék tömegének eredete, milyen volt az Ősrobbanás kezdetén uralkodó forrásban az anyag minősége, ma már ismeretlen fázisa. Itt rengeteg szálon kapcsolódunk a kutatásokhoz a detektorfejlesztéstől az adatanalízisen át az elméleti számolásokig. Sajátos eredményeink közé sorolhatók a detektorok új generációjának kifejlesztése, a részecskéket azonosító energia-spektrumok tanulmányozása s az ebből levonható mind egyedi mind statisztikus természetű következtetések. Elméleti eredményünk a kis rendszerekben végbemenő statisztikai folyamatok összekapcsolása modern, Boltzmann utáni entrópiaképletekkel.

Az űrfizikai és űrtechnikai kutatások több évtizedes, hosszútávú projektekhez kötöttek. Ebből következően szokványos publikációs és idézettségi mutatóink ezen a területen jelentősen fluktuálnak. Itt alkatrész- és szoftverbeszállítás útján járultunk hozzá a missziók közös sikeréhez. A bolygóközi térben megfigyelhető plazma és napszél mozgásának, a mágneses térrel és önmaga részecskéivel való kölcsönhatásának a tanulmányozása többéves rutint kíván elméleti fizikai számolásokban, ami intézetünk űrfizikai kutatócsoportjában bizonyítottan megvan. Szerepünk a nemzetközi együttműködésekben elismert, munkánk az űrbeli és a földi időjárás kölcsönhatásairól jövőbemutató.

A gravitációs hullámok közvetlen detektálása az emberi tudomány csúcsteljesítménye. Nemcsak hihetetlenül érzékeny detektorokat kell építeni, amit már az 1970-es években elkezdtek, hanem olyan kozmológiai esemény is szükségeltetik hozzá, amely erős hullámokat bocsát ki. Az ilyen források térben és időben ritkák. Bár a sajtóbejelentés csak 2016-ban történt meg, a történelmi mérést 2015 szeptemberében végezték. Intézetünk munkatársai a VIRGO együttműködésben tevékenykedik, de a detektálást végrehajtó USA-beli LIGO és a VIRGO között 2007 óta közös bejelentési és publikációs adatcsere egyezmény volt érvényben. Kutatóink főleg a különböző lehetséges gravitációs hullám források általános relativitáselméleten alapuló matematikai modellezésével, jelalakok és erősségek jóslásával járultak hozzá ehhez a mérföldkövet jelentő sikerhez.

A fúziós energiatermelés az emberiség jövőjének egyik kulcskérdése. Az elmúlt időszakban eljutottak az energiatermelést rövid pillanatokra elérő technika laboratóriumi megvalósításáig, s a nemzetközi közösség dolgozik a tartósan energiatermelő termonukleáris reaktor megvalósíthatóságának demonstrációján (ITER). Intézetünk, mérnöki és kutatói fejlesztői munkaként, a rendkívül gyors plazma-diagnosztika terén ért el saját eredményeket.

Az elektronikai fejlesztések számára is fontos mágneses vékonyrétegek vizsgálatától eljutottunk a molekuláris moziig a nukleáris anyagtudományi kutatásaink terén. A legmodernebb kutatásokhoz itt is szükséges a nemzetközi együttműködés, főként európai nagyberendezéseknél végzett mérések (ESRF Grenoble, MPG Garching, XFEL Hamburg).

*Az eddig felsoroltak mind kiemelkedő kutatási sikerek tekinthetők és feltétlenül tovább folytatandók.*

Voltak ugyanakkor problémásabb területek és kutatócsoportok is. Ezek – forrásaik fokozatos leépülésével – csökkenő és elöregedő létszámban határozottabban állnak a megújulás és az utánpótlás vonzásának kihívása előtt. A lézeres plazmadiagnosztika egy kisebb frakciója a Szegeden épülő ELI (Extreme Light Infrastructure) felé orientálódik; a hideg atomok lézeres vizsgálata pedig jó táptalaját fogja nyújtani a kibontakozó plazmahullám elvű gyorsítók (CERN AWAKE) illetve a tervbe vett Wigner FK-beli lézer-atom laboratórium szakember gárdájának. Jelentős nemzetközi elismerést kivívó matematika centrikus elméleti kutatások folynak, mint például az integrálható kvantumrendszerek és a konformis térelméletek tulajdonságainak tanulmányozása, vagy az általános relativitáselmélet matematikai problémáinak elemzése. Ezek az elméleti vizsgálatok elkülönülnek az RMI egyéb

tevékenységétől. Ezek a területek szerényebb igényűek a finanszírozás terén, ezért a hazai tudományos életben nagyobb számmal szerepelnek, relatíve jobb eredményeket érnek el a nemzetközi összehasonlításban is, mint az eszköz- és pénzigényes, csúcstechnológiai laboratóriumot igénylő kutatások. Kivéve azokat, amelyek részeivé tudtak válni a nemzetközileg is élvonalas nagyberendezéseken folyó kutatásoknak.

## **2. Kutatási infrastruktúrák, ezek működtetése:**

Az RMI legköltségesebb hazai nagyberendezése a gyorsító, amelynek elődjét még Simonyi Károly építette meg. Ez a berendezés elnyerte a stratégiai infrastruktúra státuszt és fontos bázisát alkotja a magfizikai módszerű anyagvizsgálatnak. Ez utóbbi egyaránt része alapkutatási és alkalmazott kutatási projekteknek. Neutronforrásként hasznosítjuk a campus területén levő, de az MTA Energiatudományi Kutató Intézet által kezelt kutatóreaktort különböző anyagvizsgálatokhoz.

MTA Lendület program keretében ebben az időszakban felépült egy detektorfejlesztő laboratórium a nagyenergiás fizikában használatos újgenerációs detektorok fejlesztésére, prototípus készítésre (REGARD). Lézeres tisztaszoba és új laboratórium épült plazmafizikai diagnosztika és hideg atomok vizsgálata céljára.

Kutatásaink egyre fontosabb része a modern informatikai infrastruktúra, ami szintén sokat fejlődött az elmúlt időszakban. A Számítógép Hálózati Központ az RMI része, de kiszolgálja az egész KFKI campus igényeit. A hálózati kommunikáció egyre nagyobb sebességű biztosítása mellett, új technikák, pl. a grid computing s legújabbban a felhő-szolgáltatások úttörője.

Az RMKI/RMI legfontosabb stratégiai kutatási infrastruktúrái: az Innovatív Gázalapú Detektor Fejlesztő Laboratórium és az Ionnyaláb Laboratórium. A mi vezetésünk alatt működik a Magyar CERN GRID Konzorcium, a Magyar Mössbauer Laboratóriumok Hálózata. Jelentős a részvételünk a Budapesti Neutron Központ, a Magyar Ionnyaláb Platform és a Magyar Kiszögű Szórás Hálózat működésében.

## **3. Együttműködések itthon és külföldön:**

Kutatásaink nagy része eleve nemzetközi együttműködésekhez kapcsolódik a nagyenergiás gyorsító fizika (CERN), a fúziós energiatermelés és plazmadiagnosztika (EURATOM, EUROFUSION), az űrkutatás (ESA) területén. Kisebb hangsúllyal, de a jövőre nézve potenciális lehetőségekkel kapcsolódunk a Mössbauer spektroszkópia (ILL) az európai spallációs forrás (ESS) és a készülő lézeres nagyberendezés (ELI) kutatásaihoz. Emellett számos kutató és kutatócsoport tart fenn bilaterális kapcsolatot külföldi és hazai intézményekben dolgozó kollégáikkal. Ez főleg a kisebb csoportok és az elméleti munka tekintetében gyakori.

Kollégáink tagsága nemzetközi szervezetekben és bizottságokban, valamint szakfolyóiratok szerkesztőségében szerteágazó. Ezek a tagságok személyes meghívásokból állnak össze, de az intézet ismertségét is emelik. Ebből a szempontból az új fizikai kutatóközpont "Wigner" nevének felvétele érezhető növekedést jelentett az odafigyelésben. Konferenciák szervezése és szemináriumi előadásokra meghívások rendszeres részét alkotják az RMI-n belüli kutatói életnek. Az ilyen jellegű tevékenységből kiemelkedik a Wigner kollokviumok tartása, ami két éve kezdődött és igen magas nemzetközi presztízse kezd alakulni. Immár Nobel díjas előadót (t'Hooft) is sikerült szerezni, számos igen ismert szakember (Bekenstein, Fadeev, Slavnov, Burgdörfer, Krausz, Baym) és további, szakmájukhoz magas szinten értő meghívottak mellett.

#### **4. Oktatás, fiatal kutató nevelés:**

Az RMKI hagyományát az MTA Wigner FK RMI-ben is folytatva elsőrendűen fontos feladatnak tartjuk a fiatal kutatók vonzását, foglalkoztatását és nevelését. Tapasztalt kollégáink immár az ország 14 egyetemén vagy más felsőoktatási intézményben tartanak különböző szintű kurzusokat és vállalnak témavezetést. Intézetünkben kihelyezett szakmai gyakorlat és laboratóriumi mérőhelyek állnak a felsőfokú képzésben résztvevők rendelkezésére. Diákjainkat igyekszünk külföldi kapcsolataink felhasználásával már korán nemzetközi tapasztalatokhoz juttatni: konferenciákon, nyári iskolákon szerepeltetni.

A kutatócsoportok intézeti belső értékelésnek fontos szempontja az oktatás, mind a megtartott kurzusok számát, mind a vezetett diákok számát és az elért fokozatszerzéseket évente monitorozzuk. Minden erőfeszítésünk ellenére azonban hullámlások tapasztalhatók a fiatalok érdeklődésében a modern fizikai kutatások iránt, ezért igyekszünk a társadalmi programok mellett célzottan középiskolás rétegeket is elérni. Legnépszerűbb ezen a téren a "Sokszínű Fizika Busz", amit a Wigner FK tart fenn az EK-val együttműködve. Sajnos forrásaink messze nem elegendőek az igények kielégítésére.

#### **5. HR erőforrások, demográfiai összetétel:**

Az RMKI története folytán teljes generációk hiányoztak a kutatói állományból (a 70-es 80-as évek során távozottak), aminek a hatása mára már lecsengett. Komoly létszámcsökkenést élt át az intézet a 90-es években is. Jelenleg is aggasztó trend a fiatalok külföldre vándorlása a jobb kutatási és megélhetési feltételek miatt. A Lendület program és az MTA postdoc, valamint vendégkutatói programok, igen alacsony megszerezhetőségi arányuk miatt, ezen számottevő módon nem változtattak. Külföldi postdoc munkaerő bevonása tevékenységünkbe fehér hollónak számít, ennek a lehetőségei túl szűkösek.

Az intézet létszáma a hatéves időszak kezdetén mintegy 200 fő, mára kb. 160. Ebből a kutatói létszám nagyjából 60 százalék. A korfa összetétele sok lúkat mutatott korábban, mára a természetes öregedés és a nyugdíjasok tömeges kiválása miatt egyenletesen csökkenő az évfolyam kohorsok szerint.

A teljes munkaidejű közalkalmazotti foglalkoztatás mellett a projektfinanszírozás terhére történő részfoglalkoztatás és az oktatott diákok ingyenes részvétele kutatási feladatokban egyre inkább teret nyer. A nem kutatói személyzetben, különösen a gazdasági osztályon, nagy a fluktuáció; ott dolgozó munkatársainknak viszonylag könnyű jobban fizető hazai munkahelyet találniuk. A kutatók esetében ez inkább külföldi ösztöndíj vagy állás esetén fordul elő.

A humán erőforrásaink szűkülnek, nem utolsósorban a relatíve csökkenő életpálya-lehetőségek, a több mint 10 éve elmaradó kutatói fizetésemelés hatására. Ilyen feltételek mellett a fiatalok érdeklődése, akik már egyetemistaként elmehetnek külföldre, tendenciózusan csökken. Az évi 4-5 MTA fiatal kutatói álláshely, az RMKI idejében jellemző 10-hez képest, krónikusan alacsony.

#### **6. Pályázati erőfeszítések és elnyert támogatások:**

A hazai és nemzetközi pályázati rendszerekben igen kevés a kutatásra fordítható pénz az igényekhez képest. Ehhez járul, hogy egyre több pályázatot kell elkészíteni az egyszeri elnyeréshez, s ezek mindegyikének rendkívül megnöttek a bürokratikus terhei. A már egyszer elnyert támogatás felhasználását is egyre kicsinyesebb részletszabályok akadályozzák. Budapesti székhelyű intézetként különösen érzékenyen érintette az RMI-t az olyan pályázati lehetőségek megjelenése, amelyekre csak

vidéki régiókból lehetett pályázni (GINOP). Ezt volumenben a központi régiót segíteni hivatott lehetőségek (pl. VEKOP) érdemben nem ellensúlyozzák.

A nehéz és neheztelőkörülmények ellenére kutatóink – tudományos és innovációs titkárunk, valamint a Gazdasági Osztály segítségével - rengeteg pályázatot készítenek, főleg az OTKA (NKFIH) és a TÉT jellegű kiírásokra. A nyeresési esély jelentősen csökkent a megelőző évtizedekhez képest, a kutatás helyett pályázatkészítésre fordított idő viszont aránytalanul nőtt. Mindezek fényében az elnyert pályázatok száma és forintösszege jónak mondható, hozzájárulva ahhoz, hogy részvételünket az emberiség tudományos csúcsteljesítményeiben eddig még nem kellett lemondani. (Részletes adatokat ld. az éves beszámolóokban és a Wigner FK évkönyveiben.)

## **7. Intézeti struktúra, management, szervezeti átalakulások:**

Az RMKI maga is átment átalakuláson, a főosztály+osztály szerkezetet felváltotta egy egyszerűbb és átláthatóbb osztály+kutatócsoport szerkezet még a Wigner FK-vá egyesülés előtt. Ez a szerkezet a Wigner RMI-ben azóta (3 éve) változatlan. A kutatócsoportok évente újjáalakulhatnak tagjaik szándéka szerint, de minimum 4 minősített kutatóval. Vezetőjüket maguk választják, illetve önként csatlakoznak. Létszámuk 4 és 20 között szór. Az osztályvezetők pályázat útján nyerhetik el pozíciójukat, alapesetben 3 évente az intézet igazgatója nevezi ki őket. Helyettesét megbízással szintén az igazgató nevezi ki. Jelenleg az RMI igazgatója egy személyben a Wigner FK főigazgatója is.

A management és segítői kutatóközponti szinten szervezettek 2013 óta. Jelentős a Gazdasági Osztály, munkaügyi, könyvelői, anyagbeszerzői és utaztatói részleggel – ezeket a funkciókat örökölte a központ az RMKI-tól. Titkárság intézeti és kutatóközponti szinten létezik, ezen kívül innovációs titkár, kommunikációs titkár, tudományos titkár, valamint műszaki igazgató, balesetvédelmi felelős segíti intézeti szinten a munkánkat. A korábbi, osztályonkénti titkárnői státuszok megszűntek. Az adminisztrációs munka elektronikus felületekre terelése folyamatban van, ezt egy belső “Wigner Ügyintézői Rendszer” kezeli. Ezen a téren fejlődésünk folyamatos.

## **8. Balesetvédelem, tűzvédelem, munkahelyi biztonság:**

Műszaki vezetésünk folyamatosan modernizálja épületeink felszereltségét a környezetvédelem és az energiafelhasználás csökkentésének szempontjait szem előtt tartva. Ennek ellenére sajnós a meglévő épületállomány, s főleg a gépészeti megoldások elöregedését nem tudjuk kompenzálni. Sajnos a telephely kezelése sem intézetünk, de még nem is a Wigner kutatóközpont kezében van; ezen a téren eddig nem sikerült az MTA-t egy modernebb, a jelenleginél mindenki számára hasznosabb vagyonkezelési rendszer bevezetésére rávenni. Az adottságok mellett a munkavégzés biztonsága intézetünkben garantált, az intézeti felelős mellett osztály- és laboratóriumi szinten is kidolgozott balesetvédelmi protokollok állnak rendelkezésre.

## **9. Társadalmi párbeszéd (outreach) szervezése és eredményei:**

Az RMKI hagyományait követve az RMI dolgozói is gyakran szerepelnek rádióban, televízióban, egyetemi és középiskolai rendezvényeken, Budapesten éppúgy, mint vidéki magyar és határközeli intézményekben. Főleg fiatal kutatóink, de néhány tapasztaltabb kolléga is rengeteg időt és energiát áldoz ezekre a rendezvényekre. Jelen voltunk a Mindentudás Egyeteme programban, a Kossuth rádió TérIdő műsorában, rendszeresen szervezünk Tudomány Ünnepet, Wigner Nyílt Napot, Lányok Napját, Simonyi Napot, részt veszünk a Sokszínű Fizika Busz programjain. A Fasori Evangélikus Gimnáziumban az Európai Fizikai Társulat elnökével emléktáblát avattunk és előadásokat tartottunk középiskolás hallgatóságnak a gimnázium tanáraival közösen. **Összeállította: Bíró Tamás S. RMI igazgatóhely.**



## MTA Wigner FK Részecske és Magfizikai Intézet (RMI) kiemelt publikációi a 2010 – 2015-ös időszakból

Osztályonként 6-6 publikációt emelünk ki a hatéves időszak többezres terméséből.

### 2010

Vankó Gy, Glatzel P, Pham V-T, Abela R, Grolimund D, Borca CN, Johnson SL, Milne CJ, Bressler C:

*Picosecond Time-Resolved X-Ray Emission Spectroscopy: Ultrafast Spin-State Determination in an Iron Complex*, *Angew. Chem. - Int Ed* 49: 5910-5912 (2010) **IF: 12.73**

E.R. Solano, P.J. Lomas, B. Alper, G. Xu, Y. Andrew, G. Arnoux, A. Boboc, L. Barrera, P. Belo, M.N.A. Beurskens, M. Brix, K. Crombe, E. de la Luna, S. Devaux, T. Eich, S. Gerasimov, C. Giroud, D. Harting, D. Howell, A. Huber, G. Kocsis, A. Korotkov, A. Lopez-Fraguas, M. F. F. Nave, E. Rachlew, F. Rimini, S. Saarelma, A. Sirinelli, H. Thomsen, L. Zabeo, D. Zarzoso and JET EFDA contributors: *Observation of confined current ribbon in JET plasmas*, *Phys. Rev. Letters* **104** 185003 (2010) **IF: 7.622**

CMS Collaboration: *Transverse momentum and pseudorapidity distributions of charged hadrons in pp collisions at  $\sqrt{s} = 0.9$  and 2.36 TeV*, *J. High Energy Phys.* 02 (2010) 041; **IF: 6.049**

G. Fodor, P. Forgács, M. Mezei; *Mass loss and longevity of gravitationally bound oscillating scalar lumps (oscillatons) in D dimensions*, *Phys. Rev. D* 81:(6) Paper 064029. 22 p. (2010) **IF: 4.964**

Erdős, G., A. Balogh: *North-south asymmetry of the location of the heliospheric current sheet revisited*, *J. Geophys. Res.* 115, CiteID A01105, doi:10.1029/2009JA014620 (2010) **IF: 3.082**

### 2011

ASACUSA Collaboration: *Two-photon laser spectroscopy of antiprotonic helium and the antiproton-to-electron mass ratio*, *NATURE* 475 (2011) 484; **IF: 36.280**

Djotyan G. P.; Sandor N.; Bakos J. S.; et al., *An extremely robust strong-field control of atomic coherence*. *OPTICS EXPRESS* **19** 17493 (2011) **IF: 3.749**

R. Vértési, T. Csörgő, J. Sziklai: *Significant in-medium  $\eta$  ' mass reduction in root  $s(NN)=200$  GeV Au+Au collisions at the BNL Relativistic Heavy Ion Collider*, *Phys. Rev. C* 83 (2011) 054903. **IF: 3.308**

Szegő, K., Németh, Z., Erdős, G., Földy, L., Thomsen, M., Delapp, D., *The plasma environment of Titan: The magnetodisk of Saturn near the encounters as derived from ion densities measured by the Cassini/CAPS plasma spectrometer*, *J. Geophys. Res.* 116, A10, CiteID A10219 (2011) **IF: 3.30**

Merkel DG, Bottyán L, Tanczikó F, Zolnai Z, Nagy N, Vértesy G, Waizinger J, Bommer L: *Magnetic patterning perpendicular anisotropy FePd alloy films by masked ion irradiation*, *J Appl Phys* 109: 124302 (2011) **IF: 2.168**

## 2012

Erdős G, Balogh A: *Magnetic flux density measured in fast and slow solar wind streams*; *Astrophys J*; 753, 130 (2012) **IF: 6.024**

Jeynes C, Barradas NP, Szilágyi E: *Accurate Determination of Quantity of Material in Thin Films by Rutherford Backscattering Spectrometry*, *Anal Chem* 84: 6061-6069 (2012) **IF: 5.695**

Y. Kwon, S.H. Lee, K. Morita, Gy. Wolf ; *A renewed look at eta' in medium*, *Phys. Rev. D* 86 (2012) 034014 **IF: 4.691**

CMS Collaboration: *Observation of a new boson at a mass of 125 GeV with the CMS experiment at the LHC*, *Phys. Lett. B* 716 (2012) 30; **IF: 4.569**

P. Lalouis, I.B. Földes, H. Hora: *Ultrahigh acceleration of plasma by picosecond terawatt laser pulses for fast ignition of fusion*; *Laser and Particle Beams* **30**, 233-242 (2012) **IF: 2.016**

Gergely Gábor Barnaföldi, Gergő Hamar, Hunor Gergely Melegh, László Oláh, Gergely Surányi, Dezső Varga: *Portable cosmic muon telescope for environmental applications*, *Nucl. Instrum. Meth. A* 689 (2012) 60; **IF: 1.142**

## 2013

ALICE Collaboration: *Long-range angular correlations on the near and away side in pp-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV*, *Phys. Lett. B* 719 (2013); **IF: 6.019**

Pápai M, Vankó G, de Graaf C, Rozgonyi T : *Theoretical investigation of the electronic structure of Fe(II) complexes at spin-state transitions*, *J Chem Theor Comput* 2013: 509-519 (2013) **IF: 5.389**

Szego K, Nemeth Z, Foldy L, Cowley SWH, Provan G: *Dual periodicities in the flapping of Saturn's magnetodisk*. *J. GEOPHYS. RES.* 118:(6) pp. 2883-2887 (2013) **IF: 3.174**

L.B. Szabados: *On the total mass of closed universes with a positive cosmological constant*, *CLASSICAL AND QUANTUM GRAVITY* 30:(2013) Paper 165013. **IF: 3.103**

G. Demeter: *Adiabatic passage in photon-echo quantum memories*, *Phys. Rev A* **88**, 052316 (2013). **IF: 2.991**

## 2014

Zhang W, Alonso-Mori R, Bergmann U, Bressler Ch, Chollet M, Galler A, Gawelda W, Hadt RG, Hartsock RW, Kroll Th, Kjaer KS, Kubicek K, Lemke HT, Liang HW, Meyer DA, Nielsen MM, Purser C, Robinson JS, Solomon EI, Sun Z, Sokaras D, van Driel TB, Vankó G, Weng T-C, Zhu D, Gaffney KJ: *Tracking excited-state charge and spin dynamics in iron coordination complexes*, *NATURE* 509: pp. 345-348. (2014) **IF: 41.456**

CMS Collaboration: *Search for supersymmetry in pp collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV in events with a single lepton, large jet multiplicity, and multiple b jets*, Phys. Lett. B 733 (2014) 328; **IF: 6.131**

Erdős G, Balogh A: *Magnetic flux density in the heliosphere through several solar cycles*, ASTROPHYS J, 781: (1) Paper 50. 12 p. (2014) **IF: 6.28**

Gyulassy M, Lévai P, Vitev I, Biró T S: *Non-Abelian bremsstrahlung and azimuthal asymmetries in high energy p+A reactions*, PHYSICAL REVIEW D 90:(5) Paper 054025. 16 p. (2014), **IF: 4.643**

P.T. Lang, A. Burckhart, M. Bernert, L. Casali, R. Fischer, O. Kardaun, G. Kocsis, M. Maraschek, A. Mlynek, B. Ploeckl, M. Reich, F. Ryter, J. Schweinzer, B. Sieglin, W. Suttrop, T. Szepesi, G. Tardini, E. Wolfrum, D. Zasche, H. Zohm, ASDEX Upgrade Team: *ELM pacing and high-density operation using pellet injection in the ASDEX Upgrade all-metal-wall tokamak*, *Nuclear Fusion* **54**, 083009 (2014) **IF: 3.062**

## 2015

Nilsson H, Stenberg WG, Behar E, Wedlund CS, Gunell H, Yamauchi M, Lundin R, Barabash S, Wieser M, Carr C, Cupido E, Burch JL, Fedorov A, Sauvaud JA, Koskinen H, Kallio E, Lebreton JP, Eriksson A, Edberg N, Goldstein R, Henri P, Koenders C, Mokashi P, Nemeth Z, Richter I, Szego K, Volwerk M, Vallat C, Rubin M: *Cometary science. Birth of a comet magnetosphere: a spring of water ions*, SCIENCE 347 (6220) Paper aaa0571. 5 p. (2015) **IF: 33.611**

Canton S E , Kjær K S , G Vankó , van Driel T B , Adachi S , Bordage A , Bressler C , Chabera P , Christensen M , Dohn A O , Galler A , Gawelda W , Gosztola D , Haldrup K , Harlang T , Liu Y , Møller K B , Németh Z , Nozawa S , Pápai M , Sato T , Sato T , Suarez-Alcantara K , Togashi T , Tono K , Uhlig J , Vithanage D A , Wärnmark K , Yabashi M , Zhang J , Sundström V , Nielsen M M: *Visualizing the Nonequilibrium Dynamics of Photoinduced Intramolecular Electron Transfer with Femtosecond X-ray Pulses*, NATURE COMMUNICATIONS 6: Paper 6359. 9 p. (2015) **IF: 11.470**

Zoltan Bajnok, Romuald A. Janik: *String field theory vertex from integrability*, JHEP 1504 (2015) 042, DOI: 10.1007/JHEP04(2015)042 e-Print: arXiv:1501.04533, **IF: 6.111**

G. Kocsis, T. Baross, C. Biedermann, G. Bodnar, G. Cseh, T. Ilkei, R. König, M. Otte, T. Szabolics, T. Szepesi, S. Zoletnik: *Overview video diagnostics for W7-X stellarator*, *Fusion Engineering and Design*, **96-97** 808 (2015) **IF: 1.152**

## **MTA Wigner FK Részecske és Magfizikai Intézet (RMI) stratégiája a 2016 – 2020-as időszakra**

A Részecske és Magfizikai Intézet várhatóan a következő években is az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont részeként fog működni. Ebben a szervezeti keretben adottak az RMI – SZFI együttműködések elmélyítésének lehetőségei, a közös management-en túl a kutatási tevékenységben is. Az RMI vezetésének egyik hagyományos alapelve a *kutatói szabadság* lehetőségek szerinti maximális biztosítása; a jelenlegi jövedelmi színvonal mellett ez lehet az agyelszívás elleni fő visszatartó erő. A kutatócsoportok, mint bázis önállóságára építve megtartjuk a módszertani, berendezés-használati és közös szélesebb kutatóterületi elvek szerint hagyományosan kialakult 5 fő osztályt: Elméleti Fizika Osztály (EFO), Nagyenergiás Fizika Osztály (NFO), Plazmafizika Osztály (PFO), Nukleáris Anyagtudományi Osztály (NAO), valamint Űrfizika és Űrtechnika Osztály (UUO).

Ebben a felosztásban a legheterogénebb s egyben legflexibilisebb az Elméleti Osztály, 7 kutatócsoporttal. Az NFO és a PFO nemzetközi, míg a NAO hazai és nemzetközi nagyberendezésekhez kötött kísérleti kutatások köré csoportosuló tevékenységeket tömörít, az UUO kutatói pedig több évtizedes űrmissziókban vesznek részt itthon is végezhető fejlesztői és kutatói tevékenység révén. A fizikusi és egyéb kutatói, valamint a mérnöki munkaigény aránya a területek és az idő függvényében változó, ezen a téren az RMI-nek hajlékony stratégiát célszerű alkalmaznia. A tevékenységünkbe bevonható kutatói és egyéb létszám egyre növekvő mértékben függ a csak pályázatokon elnyerhető pénzforrásoktól, ez a tendencia a közeli jövőben még fokozódni látszik. Bár sokszor érződik úgy, hogy elértük pályázatíró képességünk (és idő-ráfordításaink) határát, eme nem-kutatói tevékenység hatékonysága talán még fokozható, ha a terhek még nagyobb részét sikerülne levenni a kutatók válláról. Ennek egyik lehetséges eszköze pályázatíró segéderők (pl. hazai és nemzetközi pályázati menedzser) alkalmazása, sémák kidolgozása, a pályázati folyamat értelmes szakaszolása.

Az alábbiakban az egyes kutatási osztályok 2016-2020-as időszakra vonatkozó terveit részletesen, egyenként tekintjük át.

### **Wigner FK RMI Elméleti Osztály**

Az Elméleti Osztályt 7 kutatócsoport alkotja, melyek egy része több kutatási projekten dolgozik. Az Osztály egyik nagyon fontos feladata, és a jövőre vonatkozó stratégiája, hogy segítse elméleti munkájával az MTA Wigner FK kísérleti kutatásait. Itt megjegyzendő, hogy nem csak elméleti számolásokkal járul hozzá a kísérleti tevékenységhez, hanem az ALICE/CERN, CBM/FAIR, NICA/Dubna, PHENIX/RHIC és TOTEM/CERN kísérletek magyar csoportjainak vezetői, valamint a VIRGO-LIGO intézeti csoport vezetője is, az Osztály dolgozói. Ennek megfelelően ezen kísérletek elméleti támogatása a jövőben is az EFO stratégiájának gerincét alkotja. Fájóan hiányzik ebből a sorból a CMS/CERN, amelynek elméleti támogatása sajnos nincs jelen az Osztály palettáján. A jövőben is erőfeszítéseket teszünk ebbe az irányban; eddig sajnos nem találunk erre alkalmas kutatókat.

Ezen tevékenységek intenzitása természetesen jelentősen függeni fog az országos szintű kötelezettség vállalásoktól, a nagy együttműködésekben való közreműködés anyagi támogatásától. Jelenleg készül az NKFIH-ban az európai nagyberendezések mellett folyó kutatásokban való részvételt döntően meghatározó Nemzeti Útiterv véglegesítése. Ennek tartalma jelentősen befolyásolhatja a kutatók terveit. Természetesen bízunk abban, hogy az eddig is kiemelkedő sikerességgel folytatott, ugyanakkor nagy költség igényű nagyenergiás fizikai kutatásokat továbbra is módunk lesz művelni.



A kísérletek támogatása mellett fontos olyan területek művelése, fenntartása, melyek Magyarországon máshol nem, vagy alig vannak jelen, mint az általános relativitáselmélet, a holografikus térelmélet, az algebrai térelmélet. A biofizikán belül fontos távlati cél a Nemzeti Agykutató Programmal való együttműködés, különösen a tapintásért felelős neurális hálózatok feltérképezése, a struktúra-funkció viszonyának tanulmányozása az agykérgi hálózat köztes szerveződési szintjén.

A jövőben is rendkívül fontosnak tartjuk az utánpótlás nevelését. Az Osztály számos tagja tanít különböző egyetemeken, és számos diák szerez diplomát, PhD-t az Osztály dolgozóinak vezetésével. Ezt az eredetileg nem kutatóintézetre, hanem egyetemekre koncepcionált tevékenységet mindenképpen erősíteni tervezzük. Mindezek mellett a tudományos ismeretterjesztésben is erősebben fogunk részt venni. Erre kiváló lehetőséget ad az, hogy a nagy nemzetközi együttműködések olyan korszakos eredményeket értek el a közelmúltban, amelyek méltán váltották ki a nagyközönség érdeklődését.

### **Wigner FK RMI Nagyenergiás Fizikai Osztály**

A *MTA Lendület Innovatív Detektorfejlesztő Kutatócsoport* középtávú stratégiája a meglévő, elmúlt 3 évben indított sikeres kutatási projektekre alapul. Ezek közül H2020 támogatással GEM detektorok precíziós mérés technikája illetve neutron-detektorok fejlesztése zajlik (AIDA2020 és BrightnESS). CERN együttműködésben részt veszünk az ALICE TPC detektor újjáépítésében, egyéb projektek mellett. Kozmikus részecskékkel történő képalkotást föld-alatti üregkutatásra és vulkanikus tevékenység vizsgálatára fogunk használni. A csoport a detektorfizikai, a gáztöltésű detektorok működésének elvi kérdéseit vizsgáló kutatásokat is tervezi kiterjeszteni, melyet a kialakított infrastruktúra lehetővé tesz.

A *Hadronfizika Kutatócsoport* az erős kölcsönhatás jellemzőit vizsgálja nukleonok és atommagok nagyenergiás ütközéseinek tanulmányozásán keresztül. Több, egymással versengő kísérleti CERN együttműködésben (CMS, ALICE, NA61) veszünk részt, a kiértékelésekben esetenként vezető vagy döntő szerepet játszva. Feladatunk többek között a keltett részecskék eloszlásainak, korrelációinak megmérése, a részecskék és hadronzárók azonosítása, valamint azok modellekkel való összevetése. Terveink között szerepel nehézion ütközésekben létrejött újfajta anyag (kvark-gluon plazma) újabb jellemzőinek mérése, a kvantum-színdinamika kritikus pontjának keresése, valamint a kis részecskeszámú proton-proton ütközések részletes vizsgálata.

Az *Új Fizika Keresése és Standard Modell Ellenőrzése Kutatócsoport* célja az LHC által létrehozott, és a CMS kísérlet által megmért proton-proton ütközések kiértékelése. Az új fizikai folyamatok megfigyelésére a Higgs-bozon felfedezéséhez használt adatmennyiség több, mint 20-szorosát fogjuk feldolgozni. A csoport az elmúlt 4 évben megtervezte és legyártotta a felújított CMS pixel nyomkövető detektor kiolvasó elektronikáját. Az új detektort szuperszimmetrikus folyamatok keresésére és vizsgálatára fogjuk használni. Terveink között szerepel, továbbá, részt venni a 2020-as évek második felére tervezett nagy intenzitású LHC adatgyűjtési időszak CMS nyomkövető detektorának megtervezésében is.

Tervezzük egy új kutatócsoport indítását, amely a gyorsító fizika és technológia legújabb eredményeit alkalmazná és fejlesztené idehaza, erős kapcsolatot kiépítve a hazai high-tech iparral. A CERN-el való jelenlegi kapcsolatok megalapozzák ezen csoport közel-jövőbeni működését. Kérdés, hogy az ipari kapcsolatok segíteni tudnak-e abban, hogy a finanszírozási alapok létrejöjjenek.

## Wigner FK RMI Plazmafizikai Osztály

A PFO kutatási témái a jövőben, csak úgy, mint eddig is, két fő, egymással laza kölcsönhatásban lévő területre fognak koncentrálni. Az egyik a különböző kis- és nagyhőmérsékletű plazmarendszerek lézer által történő manipulációja, a másik a nagyon magas hőmérsékletű, mágneses terekkel összetartott fúziós plazmafizikai kutatások és műszaki fejlesztések.

Az első terület fő célkitűzései a kvantumrendszerek állapotainak koherens kontrollja terén

1. Atomi belső és translációs állapotok koherens manipulációja ultrarövid frekvencia-csörpölt lézerimpulzusokkal (elmélet és kísérlet);
2. Lézerimpulzusok terjedése nemlineáris rezonáns közegekben (elmélet és kísérlet);
3. Ionizációs folyamatok vizsgálata alkáli atomokban erős lézertér hatására (elmélet és kísérlet);
4. Rb-atomok robusztus előgerjesztése (preparálása) ultrarövid lézerpulsusok segítségével, OBI, ill. alagút- ionizáció céljára: ennek távlati célja a részecskegyorsítás lézerrel létrehozott plazmában, részvétel az AWAKE/CERN együttműködésben.

RMI – SZFI együttműködésként magas harmonikusok és attoszekundumos impulzusok keltésének és alkalmazásainak vizsgálata a Wigner FK hELios és az SZTE HILL laboratóriumában, továbbá nemzetközi együttműködésben, elsősorban a garchingi MPQ-ban. Az ELI-ALPS indulása után attoszekundumos kísérletek az ottani lézerrel. Protongyorsítás és nagyintenzitású lézer-plazma kölcsönhatások vizsgálata az SZTE-vel való szoros együttműködésben. Jelentős várakozás kíséri a 2016 elején beszerzett 0.8 TW-os femtoszekundumos lézer körül kialakítható, intézetben belüli kísérletek beindulását és jövőbeni fejlődését. A lézeres plazmagyorsítás területén jelenleg formálódik az a nemzetközi együttműködési hálózat, amely EU-forrásokat igyekszik a kutatások mögé állítani.

A második, a forró plazmákat megcélzó kutatási és fejlesztési terület fő célkitűzései:

Fúziós plazmák megfigyelése ultragyors, intelligens video-diagnosztikai rendszerek alkalmazásával. A kutatások fő célja a veszélyes, a berendezés szerkezeti elemeire nagy hőterheléssel járó események (pl. plazma instabilitások) valós időben történő észlelése, továbbá a fűtőanyag-utánpótlásához használt pelletek plazmával való kölcsönhatásának vizsgálata. A fenti célok eléréséhez továbbfejlesztjük a korábban megalkotott, előre definiált eseményeket automatikusan felismerő gyorskamera rendszerünket.

Tovább folytatjuk domináns pozícióink kiépítését az ITER Diagnosztikai Csoportjának nyújtott mérnöki kutatások és fejlesztések terén. Ezen belül

5. tovább dolgozunk a teljes ITER berendezés diagnosztikai jelátvitelét szolgáló elektromos infrastruktúra-hálózat megtervezésén;
6. hozzájárulunk az ITER teljes kisugárzott teljesítményét mérő, mintegy 100 bolométer kamerából álló rendszer kifejlesztéséhez és megtervezéséhez;
7. folytatjuk az ITER cadarache-i telephelyén, a Diagnosztikai Csoportnak közvetlenül nyújtott mérnöki szolgáltató tevékenységünket.

A forró plazmákkal foglalkozó csoportok finanszírozása a korábbi EURATOM, most F4E (Fusion for Energy) európai szintű együttműködés finanszírozza, amely megbízható alapot nyújt a következő évekre.

## **Wigner FK RMI Nukleáris Anyagtudományi Osztály**

A Nukleáris Anyagtudományi Osztály elsősorban magfizikai kultúráan alapuló módszerekkel kísérleti anyagtudományi alapkutatást végez, fejleszt az ehhez szükséges módszereket és azok elméleti háttérét valamint kiértékelési eljárásait. Nukleáris anyagtudományi kutatásainkat két fő témára koncentráljuk, az infokommunikációs technológiákban alkalmazható vékonyrétegek és nanoszerkezetek kutatására, valamint az ultragyors atomi és molekuláris folyamatok vizsgálatára, mely folyamatok a katalízisben, a mágneses információtárolásban és a biokémiai reakciók mechanizmusának megértésében játszanak fontos szerepet. Foglalkozunk a kulturális örökség részét képező tárgyak vizsgálatával is, aminek során kapott eredmények erősítik a természettudomány és a humán tudományok szinergiáját e széles körben érdeklődést kiváltó területen. Itt jelentős segítséget nyújt a közelmúltban elnyert YPERION H2020 pályázat, amely egyben a nemzetközi láthatóságot is jelentős mértékben segíti. A kutatómunkát saját és nemzetközi hozzájárulású (szinkrotronok, szabadelektron-lézerek, stb.) mérőberendezésekkel végezzük. Meglévő eszközparkunkat (MBE, iongyorsítók, polarizált neutronreflektométer, valamint Mössbauer- és röntgenspektrométerek, valamint időfeloldásos lézeres spektrométerek) üzemeltetjük és fejlesztjük. Fejlesztési terveink között szerepel egy a szerkezet vizsgálathoz szükséges röntgendiffraktométer, valamint egy az összetétel-analízis célját szolgáló ún. „Wigner-nyalábág” további fejlesztése az Atomki új Tandetron gyorsítóján. Ez utóbbi fejlesztést az Atomkival közösen, a Magyar Ionfizikai Platform (HIPP) keretében tervezzük.

## **Wigner FK RMI Űrfizikai és Űrtechnikai Osztály**

Az UÚO osztályon folyó munkát a nemzetközi együttműködésekben vállalt kötelezettségek szerint kell végezni. Az Űrtechnikai Csoport feladata nagy megbízhatóságú, hiba-toleráns fedélzeti elektronika és földi ellenőrző egységek készítése, tesztelése és karbantartása a BepiColombo, a Solar Orbiter és a JUICE szondákhoz, amelyek rendre a Merkúr, a Nap és a belső helioszféra, valamint a Jupiter és Európa nevű holdjának vizsgálatát fogják végezni. Az ESA együttműködések nyújtotta lehetőségek kihasználásával előkészítjük más, új űrprogramokba való bekapcsolódásunkat is. Az Űrfizikai Csoport a Rosetta üstökös-kutató szonda adatainak feldolgozását végzi, amely feladat még évekkel túlnyúlik a szonda küldetésének 2016 augusztusában bekövetkező vége utáni időszakra. Izgalmas időket él a Szaturnusz vizsgáló Cassini projekt is, mivel a misszió végéhez közeledve olyan pályára mozgatták az űrszondát, amelynek közelpontja egyre közelebb kerül az anyabolygóhoz. Az innen származó mérési adatoknak a feldolgozása az elkövetkező évek fontos feladata. Számítógépes szimulációkat végzünk úridőjárás jelenségek jobb megértése céljából, különös tekintettel a Solar Orbiter misszió tudományos méréseinek előkészítésére.

Tervezzük egy nulla mágneses tér laboratórium létrehozását a soproni Geofizikai és Geodéziai Kutatóintézzettel közösen a nagycenki telephelyen, amennyiben az erre a célra beadott GINOP pályázat támogatást nyer. A laboratóriumot az Alkalmazott és Nemlineáris Optika Osztállyal együttműködve új típusú magnetométer (ún. SERF) fejlesztésére fogjuk használni.

Az RMI kutatócsoportjai és kutatóosztályai a következő években a fentebb felsorolt fő kutatási célok és stratégiai elképzelések megvalósításán dolgoznak. A korábban az RMI-hez tartozó, de jelenleg már kutatóközponti szinten, főigazgatói felügyelet mellett tevékenykedő egységek, mint például az egész KFKI campus érdekében végzett IT-szolgáltatást nyújtó Számítógép Hálózati Központ (SZHK), vagy a Műhely stratégiai fejlesztése a kutatóközponti terveknél kerül ismertetésre.

**Összeállította: Lévai Péter J. RMI igazgató és Bíró Tamás S. RMI igazgatóhelyettes**

## **MTA Wigner FK Részecske és Magfizikai Intézet (RMI) stratégiája a 2016 – 2020-as időszakra (kiegészítés – 2017/09/30)**

Az MTA Wigner FK Részecske és Magfizikai Intézet 2016-2020-ra vonatkozó 5 éves stratégiáját 2016 év elején készítettük el és májusban bocsátottuk az MTA értékelő bizottságának rendelkezésére. 2016 nyarától azonban külső tényezők a kidolgozott stratégia, cselekvési terv végrehajtásának ártértékelését kényszerítették ki. A korábban megfogalmazott, az alapító okiratunkban leírtakkal koherens középtávú kutatási céljaink nagyrészt továbbra is helyesnek, elérhetőnek véltük és véljük, azonban az elérésükhöz szükséges utat és módszereket újra kellett gondolnunk, a stratégia megvalósításának finomhangolását kellett elvégeznünk.

A legfontosabb változás abból ered, hogy a 2016 során elnyert egyetlen (1 !) OTKA pályázat (15 beadottból!) mélyen elgondolkoztatta a vezető kutatókat a felügyeletük mellett működő kutatócsoportok témaválasztását illetően és újra átgondolták a csoportok kutatási céljainak megfogalmazását. Ennek meg is lett az eredménye, mert 2017-ben 13 beadott OTKA pályázatból már 8 lett sikeres – azaz a kutatócsoportok közel fele nyert el új anyagi támogatást alapkutatási feladatainak végrehajtására. Ez év elején a Nemzeti Agykutatási Program (NAP-II) keretében a számítógépes agykutató csoport is újabb támogatáshoz jutott. Ha mindezt még kiegészítjük az NKFIH pályázatán 2016-ban elnyert Zéró-mágneses Laboratóriummal, amit az MTA CSFK-val közösen a Nagycenki Telephelyünkön kívánunk megvalósítani, valamint a 2017-ben elnyert femtoszekundumos lézerberendezéssel (Vankó György RMI-s Lendület-csoportja és Dombi Péter SZFI-s Lendület-csoportjának együttműködéséből), akkor kijelenthetjük, hogy 2016/17 során a kutatási célok elérésének ártértékelése az RMI-s munkatársak kutatási lehetőségeit nagymértékben megnövelték.

A következőkben tömören ismertetjük ezeket a módosulásokat, hangsúly változásokat, kiegészítve ezzel a korábban létrehozott középtávú stratégiát. Célszerűnek tűnik előbb az öt kutatóosztályt sorra vennünk, majd összességében is megfogalmazni az új stratégia fő elemeit.

### **Wigner FK RMI Elméleti Osztály**

Az Elméleti Osztályon a gravitációs kutatócsoport tevékenységét pezsdítette fel a megújult finanszírozás. Az elnyert OTKA pályázat többek között azt a kutatási tevékenységet támogatja, amelyet az utóbbi másfél év során az MTA anyagi támogatásával Gyöngyösoroszában, a föld alatt létrehozott Mátra Gravitációs és Geofizikai Laboratóriumban végeznek az MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet munkatársaival együttműködve. Céljuk a szeizmikus és civilizációs zajok szerepének tisztázása a gravitációs hullámok észlelése során. Ez a kutatás a harmadik generációs Einstein Teleszkóp megépítéséhez kapcsolódik. Az Európában folyó nemzetközi projekt új lendületet kapott azzal, hogy az olaszországi VIRGO detektor 2017 év elején megkezdte működését és a 2017 szeptember végi bejelentés szerint a berendezés már látott is gravitációs hullámra utaló jelet. Ezzel a VIRGO csatlakozott a már másfél éve működő két USA-beli LIGO detektorhoz és megkezdődhetnek a hármas észlelések. A 2017-es Nobel-díjat végül a LIGO detektor és az azt kigondoló három kutató kapta, ami újabb lökést adott ennek a sikeres területnek. A Wigner FK gravitációs csoportja tagja az LVC (LIGO-VIRGO Collaboration) együttműködésnek és részt vesznek a detektált adatok elemzésében. Ehhez a Wigner Adatközpontban található Wigner Felhőt használják. Mindezen eredmények ahhoz vezettek, hogy ezen jelentés beadásával egyidőben dolgoznak az Elméleti Osztály kutatói egy HORIZON2020-WIDENING pályázat benyújtásán a TWINNING kategóriában, amelyben a holland NIKHEF és a német MPI Albert Einstein Gravitációs Intézettel tervezik az együttműködést elméleti és kísérleti területen a gravitációs hullámok témakörében.

A nemzetközileg jegyzett, matematikai fizikai kutatásokat végző csoport is sikeresen megújította a támogatását, lehetőséget biztosítva ezzel azoknak a fiataloknak a csatlakozásra, akik a fizikai elméletek és modellek matematikai megalapozásával kívánnak foglalkozni.

A nehézionfizikai csoport tagjai egyrészt egy új EU COST pályázatot nyertek el (THOR), amellyel a korábbi, a neutroncsillagok belső szerkezetét vizsgáló EU COST COMPSTAR program folytatását sikerült biztosítani. Az NKFIH magyar-kínai Tét pályázatán elnyert nagy összegű (50 Mft) támogatás megkoronázta azt a 3 éves együttműködést, amely a Lanzhou-ban található IMP magfizikai kutatóintézetrel folyt. A magfizika területén végzett közös munka eredményeként nagy számban jelentek meg kínai MSc és PhD hallgatók az Elméleti Osztályon.

A Nemzeti Agykutatási Program első szakasza (NAP-I) idén zárul. A számítógépes agykutatással foglalkozó Lendület-csoport és a vele együttműködő NAP-kutatócsoport sikeresen befejezi az első időszakra tervezett kutatásokat. Az elvégzett munka és az eredmények elismeréseként kutatóink lehetőséget kaptak a folytatásra a NAP-II-ben, ami tovább erősítette a csoport kutatási potenciálját.

## **Wigner FK RMI Nagyenergiás Fizikai Osztály**

A CERN CMS kísérletében tevékenykedő kutatócsoport is elnyerte a kutatásainak folytatásához szükséges anyagi támogatást. A 2012-ben Nobel-díjjal elismert Higgs-kutatás mostanra új lendületet vett a CERN-ben, ahol most folyik a gyorsító és detektorainak felkészítése arra, hogy a jelenlegi adatgyűjtés lezárulásával felújításon essenek át és közel megtízszerezett kapacitással újraindítva a következő években reális esély legyen a Standard Modellen túli világ feltérképezésére. Ez a várakozás és az új eredmények fogják meghatározni ennek a csoportnak a munkáját a következő, támogatásban részesült 4 évben.

A CERN ALICE kísérletben dolgozó csoport még 2016-ban biztosította a támogatottságát. Jelenleg sikeresen zajlik az unikális TPC detektor upgrade-jéhez, továbbfejlesztett változatának megépítéséhez kapcsolódó konstrukciós és minőségbiztosítási munka a Detektorfizikai Lendület-csoport tagjainak irányítása mellett. A szoros nemzetközi együttműködésben végzett fejlesztési tevékenység az elmúlt másfél évben futott fel és kivívta a külföldi partnerek elismerését. Ez a munka – összekapcsolva az adatgyűjtő rendszereket (DAQ) fejlesztő magyar kollégák CERN-ben végzett tevékenységével – alapozza meg a következő évek kvark-gluon plazma kutatását.

A magyar-kínai együttműködés felfutásának pozitív hatásából a Detektorfizika Lendület-csoport is részesült: a közös elméleti munka mellett a közös kísérleti és K+F tevékenység is megerősödött. Kiépült egy nemzetközi színvonalú Kínai-Magyar Közös Laboratórium, amelyben a CERN, a GSI/FAIR és a kínai HIAF gyorsító körüli kísérleti kutatásokhoz kapcsolódó detektor-fejlesztéseket együtt végzik a magyar és kínai kutatók és hallgatók. A kutatócsoport tagjai által korábban kifejlesztett hordozható, autonóm muon-tomográf felkeltette a japán kutatók érdeklődését is, amely egy nagyon érdekes együttműködéshez vezetett, majd egy közös szabadalmat eredményezett a vulkanológia területén. Ezzel egy új alkalmazott fizikai irány jelent meg az RMI palettáján, amely a következő években még sokat fog hallatni magáról.

A CERN NA61 kísérletben tevékenykedő kutatók is biztosították a projektjük folytatásához szükséges OTKA-finanszírozást. Így lengyel kollégáikkal együttműködve, új lendületet véve tovább folytathatják a kvark-gluon plazma megjelenési pontjának szisztematikus tanulmányozását az SPS mellett végzett fix tergetes kísérletben.

A megalapítás előtt álló, gyorsító-mágnesekre specializálódott csoport szintén sikeres projektekre kezdett. Ezek közül kiemelkedik a SUSHI projekt, amely a következő generációs gyorsító, a 100 TeV-re tervezett Future Circular Collider (FCC) nyalábvezérlő mágnesének fejlesztéséről szól. A résztvevő kutatók és a növekvő számban csatlakozó fiatalok elmélyültek a szupravezető mágnesek alkalmazásának bonyolult kérdéseiben, miközben szoros és nagyon



értékes kapcsolatokat építettek ki finommechanikai feladatok nagy pontossággal való megoldására szakosodott cégekkel. Most folyik az első olyan CERN-i ipari megrendelés hazahozatala, amely gyorsítómágnesek, azok alkatrészeinek itthoni elkészítését célozzák meg.

### **Wigner FK RMI Plazmafizikai Osztály**

Az alacsony hőmérsékletű plazmák témakörébe tartozó, a plazma-lézerfény kölcsönhatás különböző aspektusait vizsgáló és felhasználó területen tevékenykedő kutatócsoport jelentős előrelépést hajtott végre az elmúlt másfél év során: több forrás integrálásával sikerült egy új 25mJ-os 10 Hz-es lézert beszerezni és installálni, amely kiválóan alkalmas a lézeres plazmagyorsító kifejlesztéséhez kapcsolódó kísérletek itthoni elvégzésére. Az intézetben újonnan megépített tisztalaboratóriumban fél éve kezdődtek meg az ultrahomogén rubídium plazma lézeres gerjesztéssel történő előállítását célzó kísérletek, s ezzel elindultak a CERN AWAKE kísérlethez kapcsolódó itthoni referenciamérések. Időközben a CERN-ben kiépítették az AWAKE kísérlet környezetét, ahol az LHC-ből kinyert gyorsított protonnyalábot használnának elektrongyorsításra alkalmas plazmastruktúrák létrehozására az ultrahomogén rubídium plazmában. A csoport tagjai az itthoni méréseken túl felkészültek a CERN-i mérésekbe való személyes bekapcsolódásra, amire a következő két évben kerül majd sor. Ez a projekt egyben az MTA Kiválósági Programjának is az egyik pillére, ahol a BME és az ME munkatársaival közös K+F fejlesztéseket hajtottunk végre. A 3. évet lezártuk, nagy szükség lenne még egy 4. évi támogatásra az eddig elért fejlesztések tökéletesítéséhez.

Párhuzamosan egy pekingi csoporttal is sikerült kiépíteni egy munkakapcsolatot, akik a szénionok gyorsítására specializáltak magukat és a hadronterápiához kapcsolódó műszaki kérdéseket vizsgálnak. Megkezdődött az itthoni, szén nanocsöveket tartalmazó targettel történő kísérlet kiépítése, amelyeket a magyar kutatók a következő 2-3 évben kívánnak végrehajtani. Ez utóbbi a projekt közvetlenül kapcsolódik az ELI rövidesen induló kísérleti programjához, most folyik az együttműködés alapjainak tisztázása.

A forró plazmával való fúziós kutatások precízen kidolgozott nemzetközi projektek keretében történnek (Fusion for Energy – F4E), az EU által támogatottak és szigorúan ellenőrzöttek. Itt a menetrend betartására kell koncentrálniuk a kollégáinknak. Az utóbbi másfél évben az alábbi eredményeket sikerült kutatóinknak elérnie:

--- A Wendelstein 7-X kísérletben folytatták a sztellarátorban létrehozott plazma tulajdonságainak vizsgálatát. A Wendelstein 7-X kísérlet az első szupravezető moduláris sztellarátor, amely fontos alternatívát jelenthet a tokamak típusú berendezések mellett. A Wigner FK munkatársai két fontos mérőrendszert építettek meg és üzemeltetnek a berendezésen: a videokamera rendszert és az alkáli nyaláb diagnosztikát. A cél továbbra is az, hogy saját és mások mérésein keresztül a plazma szélének instabilitásait, a plazma alakját, szimmetriáját tanulmányozhassák. Fontos kutatási téma továbbá a Wendelstein 7-AS berendezésen felfedezett HDH üzemmód reprodukálása és tanulmányozása, amely szinte ideális üzemmódnak tekinthető egy fúziós reaktor számára.

---- Hosszú plazmakisüléseket vizsgáltak és vizsgálnak tokamak típusú berendezésekben. Kollégáink a Wigner FK RMI-ben épített berendezéseket üzemeltetnek a világ nagy szupravezető tokamak berendezésin: KSTAR (Dél-Korea), EAST (Kína), JT-60SA (Japán). Kiderült, hogy a mérésekben való folyamatos, aktív részvétel költséghatékonyan úgy lehetne biztosítani, ha egy helyi vezérlő- és mérőközpontot hozunk létre, ahol a hazai kutatók, esetleg vendégkutatókkal együttműködve a távoli mérésekben is részt tudnak venni. Miután a szükséges gyorsaságú és kapacitású internet kapcsolat Csillebércen rendelkezésre áll, ezért a rövid távú intézeti stratégia egyik fő pontja ezen mérőszoba létrehozása. Ebben szeretnénk az MTA infrastruktúra pályázatának támogatását igénybe venni. Ez a cél nem szerepelt a korábbi stratégiai terveink között.

## **Wigner FK RMI Nukleáris Anyagtudományi Osztály**

A Nukleáris Anyagtudományi Osztály elsősorban magfizikai kultúrán alapuló módszerekkel kísérleti anyagtudományi alapkutatást végez, fejleszti az ehhez szükséges módszereket és azok elméleti háttérét valamint kiértékelési eljárásait. Azonban a nemzetközi porondon időközben megjelent két nagyberendezés, amelyek új kutatási irányok beemelését tették lehetővé a NAO munkatársai számára.

2017 szeptember 1-én felavatásra került Hamburgban a jelenleg legmodernebb, legnagyobb teljesítményű szabadelektronlézer, az XFEL. A szeptemberi, tesztjellegű próbamérésekre Vankó György Lendület-csoportja is jelentkezett, és a magyar csoport elsők közt ismerkedhetett meg az XFEL nyújtotta kutatási potenciállal – a nagy bonyolultságú molekulák szerkezetének vizsgálata céljából begyűjtött mérési eredményekből rövidesen elkészülnek az első tudományos publikációk. Ugyanezen kutatócsoport tagjai a következő hetekben hasonló próbaméréseket végezhetnek a prágai székhelyű ELI-BEAMS beüzemelt szuperlézerén is. Ez a két kísérletezési lehetőség várhatóan újabb lendületet ad majd az Osztályon folyó kutatómunkának.

A külföldi helyszínű mérésekre az itthon, a Wigner FK-ban található lézer és röntgenlaboratóriumokban készültek/készülnek fel a kollégák. 2017 elején az NKFIH VEKOP pályázatán egy femtoszekundumos lézerberendezést nyert el a Vankó György és a Dombi Péter által vezetett két Lendület-csoport összefogásából létrejött szövetség. A berendezés beszerzése jelenleg folyik, nagy szükség van erre az új lézerre a további kutatási projektek előkészítésére. Úgy tűnik, hogy a nagyberendezéseken való végleges, tudományos szempontból már kiemelkedő fontosságú mérések elvégzésének így semmi akadálya nem lesz.

Az anyagszerkezetek nukleáris módszerekkel történő vizsgálatára visszatérve, az RMI meghatározó kutatóival való tárgyalások során felmerült, hogy célszerű lenne a Csillebérci Telephelyen egy izotóptermelesre is alkalmas ciklotron telepítése. A fejlesztésre az MTA Energiatudományi Kutatóközponttal szoros együttműködésben kerülne sor, a két intézmény szakemberei most vizsgálják az elgondolás megvalósíthatóságát.

## **Wigner FK RMI Űrfizikai és Űrtechnikai Osztály**

A korábbi stratégiai összefoglalóban már elhangzott, hogy az UZO osztályon folyó kutatásokat és fejlesztéseket a nemzetközi együttműködésekben vállalt hosszútávú kötelezettségek követésével kell végezni, azaz itt új stratégiai célok meghatározására nincs is igazán lehetőség. Nem is történt ilyen.

Azonban új módszerek bevezetésére, a meglévő kutatási terület kiszélesítésére van lehetőség. Ezért pályázták meg a kollégák az MTA CsFK Geodéziai és Geofizikai Intézetének munkatársaival együttműködve a Zéró Mágneses-tér Laboratórium megépítését Nagycenken, az ottani CSFK intézetben, ahol a Wigner FK is rendelkezik Telephellyel. A közös tervek elnyerték az NKFIH támogatását 2016-ban, s jelenleg nagy lendülettel folyik az építkezés és a laboratórium elemeinek beszerzése. Elkészülte után (kb. másfél év) ez a Laboratórium új lehetőségeket biztosít majd saját kutatóink számára, de az egész MTA hálózat tagjai számára is. A lehetséges projektek pontos meghatározása most folyik.

Miután 2015 februárja óta hazánk hivatalosan is tagja az Európai Űrügynökségnek (ESA). Ez egyrészt új lehetőségeket nyitott a kutatók számára, másrészt az ESA erősipari jellege miatt újra kellett gondolni a Wigner FK jövőbeni szerepét az űrkutatásban. Felmerült egy olyan Műszaki Bázis létrehozása Csillebércen, ahol kisebb űrszonda-egységek, űrbéli körülmények között dolgozó berendezések megépítésére és tesztelésére lenne lehetőség. Ennek pillanatnyilag kicsi a realitása –főleg anyagi okok miatt. A másik elgondolás szerint bekapcsolódunk az ESA technológia transzfer hálózatába s ezen keresztül jutunk az ESA által összegyűjtött és birtokolt,

de hasznosításra váró tudásra. 2016 februárban sikeresen létrehoztuk Wigner FK saját Technológia Transzfer Irodáján belül az ESA Broker Network Pointot (ESA BNP), amely pontosan a fent leírt technológia transzfer tevékenységet folytatja ESA támogatással, a nemzetközi standardok szerint. Jelenleg folyik egy ESA Business Innovation Center létrehozása Csillebércen. Reményünk szerint a földrajzi közelség elősegíti a Wigner FK-ban összegyűjtött szakmai tapasztalat és tudás hasznosítását, hasznosulását.

### **Számítógépes Tudományok Osztálya (Computing Science Department)**

Ez az Osztály eddig az intézményi szervezeti ábrán mint „Számítástechnikai Alkalmazások Laboratóriuma” szerepelt. Ide tartoztak a GPU Laboratóriumban, az SGI ICE miniszuperszámítógépnél, a Tier-2 és egyéb clustereknél tevékenykedő, információtechnológiában jól képzett, a magas szintű számítástechnika különböző területeken való alkalmazásában járatos (pl. vakok mobiltelefonhasználata, mozgás segítése számítógépes vezérléssel), esetenként határozott időre, vagy részmunkaidőben alkalmazott munkatársak.

Most érkezett el az idő, hogy a Wigner Adatközpont által üzemeltetett Wigner Felhő és Akadémiai Felhő felhasználóiból, valamint a fentebb említett kisebb-nagyobb infrastruktúrákhoz tartozó kollégákból, csoportokból, csoport-kezdeményekből a Laboratórium helyett egy Osztályt szervezzünk. Miután a modern számítástechnika és információtechnológia alkalmazási területei nagyon szerteágazók, ezért jelent meg a „Computing Science” az újjászervezett egység nevében. Év végéig sor kerül az új osztály megszervezésére, s a rövidesen megújított Szervezeti és Működési Szabályzatban már fentebb említett módon fog szerepelni.

### **Összefoglalás**

Az elmúlt másfél évben létrejött (legfontosabb) változtatások felsorolásának a végére értünk. Az új kihívásokra az MTA Wigner FK Részezske- és Magfizikai Intézetének munkatársai, kutatócsoportjai mindig is nagyon érzékenyen és nagy rugalmassággal válaszoltak, keresve az új megoldásokat. Most is így történt. Az elmúlt másfél évben a Csillebérci Telephelyhez kötött, fizikai témájú alapkutatói tevékenységüket a munkatársak kiszélesítették. Felértékelődött a Budapesten kívüli Telephelyeink szerepe, megerősödtek a K+F és az innovációs tevékenységek, az EU pályázatok nyújtotta lehetőségek új csatornáit kezdték el feltérképezni az RMI kutatói. Remélhetőleg mindez a változás, finomhangolás rövidesen vissza fog köszönni az intézet fiatalabb és idősebb kutatóinak sikereiben.

Külön ki szeretném emelni, hogy társintézetünkben, az MTA Wigner FK Szilárdtestfizikai és Optikai Intézetében is hasonló szellemiséget, hozzáállást, rugalmasságot tapasztaltam, ami nagyban megkönnyítette az RMI-ben végrehajtott finomhangolások végrehajtását. Ezúton fejezem ki köszönetemet az SZFI-s munkatársak nagyfokú kollegialitásáért, szolidaritásáért és az SZFI vezetése által mutatott maximális szintű együttműködésért. Természetesen sok eredmény nem jött volna létre az MTA új típusú pályázati rendszere és az ott elnyerhető támogatások elérése nélkül, amit az RMI kollektívájának nevében köszönök.

A dokumentumot összeállította:

dr. Lévai Péter József  
az MTA Wigner FK RMI igazgatója

Budapest, 2017. szeptember 30.

# MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont

## Szilárdtestfizikai és Optikai Intézet

### önértékelése 2010-2015

#### I. Az intézet feladatai/missziója

A kutatóintézet korábban 10 az átszervezés után 6 osztályának keretein belül 19 kutatócsoport végez *alapkutatásokat* az elméleti és kísérleti szilárdtestfizika (kondenzált anyagok fizikája, nanoszerkezetek, vékonyrétegek és felületek fizikája), továbbá az elméleti és kísérleti optika (optikai kristályok fizikája, nemlineáris és kvantumoptika, lézerfizika) területén. *Alkalmazott kutatások* keretében új anyagok előállítása és vizsgálata, új anyagvizsgáló módszerek fejlesztése, optikai kristályok és vékonyréteg eszközök előállítása és alkalmazása, valamint a lézerek fejlesztése és alkalmazása folyik. Az alaptevékenységhez illeszkedő *új metodikák* kifejlesztésével valamint *graduális és posztgraduális szakemberképzéssel* is foglalkozik a kb. 150 kutatói és mérnöki valamint technikus státuszban foglalkoztatott munkavállaló (*ebből 114 kutató*).

#### II. Tudományos eredmények

A tudományos tevékenység mércéi - a publikációs és idézettségi mutatók a vizsgált 6 éves időszakban a korábbiakhoz hasonlóan egy lassan emelkedő átlagérték körül fluktuáltak. Az intézetben évente átlagosan 250 cikk jelent meg, melynek 70-76%-a nemzetközi kooperációban íródott, közülük 53-58% első vagy utolsó szerzős publikáció. A közlemények jellemzően kevés társszerző (<10) közreműködésével jelennek meg, nagy kollaborációkban az SZFI nem érintett. Az utóbbi időben megemelkedett a *Nature* publikációk száma (*N. Materials, N. Communications, N. Nanotechnology, N. Physics*) a szén nanocsövek, grafén, félvezető nanoszerkezetek, kolloid szuszpenziók, kvantum mágnesek stb. témákban. Sikerült néhány kimagaslóan magas impakt faktorú folyóiratban is publikálni, mint pl. a *Chemical Society Review, a Nano Letters, Review of Modern Physics*, ezen cikkek speciális folyadékstrukturákkal, nano rudakkal, és hideg atomok fizikájával foglalkoznak. A fentiekén kívül számos magas impakt faktorú publikációt hoztak a statisztikus fizika, a folyadékkristályok, a komplex rendszerek, a fémfizika, a plazmafizika, a szemcsés anyagok, a szén nanocsövek és a mesterséges gyémántok terén végzett kutatások.

A publikációk jelentős része a saját szakterületi folyóiratok legjobbjaiban jelent meg. A folyóiratok nemzetközi rangsora alapján a cikkek 70%-a az első negyedbe (Q1 kvantil) sorolt újságokban jelent meg, ebből pedig 43% az első tizedben. A publikációk idézettsége kb. 10%-al növekszik évente, 2015-ben elérte a 7400-at. Az alkalmazott kutatások területén 2010-2015 között 3 szabadalom is született.

Intézetünkben 4 Lendület csoport működik, melyből 3 véglegesítése kiváló eredménnyel már megtörtént.

Az intézetet első Lendület pályázatának győztese, az *Elméleti Szilárdtestfizikai Osztályon* 2010-ben kezdte el alapkutatással foglalkozó Félvezető Nanoszerkezetek Kutatócsoport felépítését, mely keretében új típusú, élő szervezetekben hasznosítható biológiai jelzőrendszerek, hatékony napelemek és kvantumtechnológiához köthető szilárdtestbeli rendszerek fejlesztését illetve vizsgálatát tűzte ki célul. Mindegyik tématerületen sikerült mérőföldkönek mondható eredményeket elérni a kutatócsoportnak.

A második Lendület pályázatot 2011-ben a *Kvantumoptika és Kvantuminformatika Osztály* keretében működő Kvantummérés Kutatócsoport nyerte. Ennek a projektnek a keretében a mikroszkopikus és a makroszkopikus testek közötti, úgynevezett mezoszkopikus mérettartományban lévő objektumokból felépülő, - de még a kvantummechanika törvényeinek engedelmeskedő - hibrid rendszereket kutatják. Eredményeik előrelépést jelenthetnek a jövő mikro- és nanotechnológiájában.

2012-ben alakult a harmadik Lendület csoport az *Elméleti Szilárdtestfizika Osztályon* Erősen Korrelált Rendszerek témában. A projekt célkitűzése a kvantumfizika rendszerek jobb megértése, a kvantummechanika alaptörvényeire épülő új matematikai algoritmusok kifejlesztése. Ezek az

algoritmusok több tudományterületen alkalmazhatók például a szilárdtest-fizikában, a statisztikus fizikában, a kvantumoptikában és a kvantuminformatikában.

A negyedik Lendület csoport a kísérleti fizika területéhez kötődik és az *Alkalmazott és Nemlineáris Optika Osztályon* működik, melyet 2014-ben nyert el a németországi munkavállalásból hazatért fiatal témavezető az „Ultragyors nanooptika” című pályázatával. A projekt célkitűzése a nanorendszerekben extrém gyorsan lejátszódó folyamatok vizsgálata és optimalizálása a lehetséges alkalmazásokhoz (pl. nanoméretű ultragyors optikai kapcsolók létrehozásához).

A négy Lendület csoport mellett évente 4 kiemelt „**Wigner Kutatócsoport**” is működik, a lézerfizika, komplex folyadékok fizikája, a fémfizika, a statisztikus fizika és kvantumoptika területein.

### III. Díjak, kitüntetések, elismerések

Kollegáink kutatási eredményességét igazolja még a nagyszámú állami, alapítványi, akadémiai, egyéb hazai és nemzetközi szakmai kitüntetés, melyeket az utóbbi években kaptak. Az intézet a tudományos színvonal emelésére, és a kutatóinak motiválására már évtizedek óta meghirdeti a mára hagyománynak számító Publikációs és Alkalmazott Kutatási Díj pályázatokat, és 2013 óta kerül sor a Wigner kutatócsoport elismerő cím adományozására. Ez utóbbi célja a Lendület pályázatra való felkészülés és tehetséges fiatal kutatóink elvándorlásának mérséklése. 2010-től 6 Publikációs Díjat és négy egyéni valamint két megosztott Alkalmazott kutatási Díjat adott ki az intézet, melyek a magasabb kitüntetések előszobájának tekinthetők.

Az **állami kitüntetések** közül a Szilárdtesfizikai és Optikai Intézet öt Széchenyi Díjat, kettő Magyar Köztársasági Érdemrend lovagkeresztje (polgári tagozat 2010, 2012), és egy-egy Magyar Köztársasági Érdemrend tisztikeresztje (polgári tagozat 2011, 2014), Magyar Köztársasági Érdemrend középkeresztje a csillaggal (polgári tagozat 2011), továbbá egy-egy Magyar Örökség Díjat (2012), Lánchíd Díjat (2012) és Nemzeti Kiválósági Díjat (2015) mondhat magáénak.

**Alapítványi díjak** közül említést érdemel a NOVOFER Alapítvány hazai Gábor Dénes-díja (2010), a 2011-ben elnyert Prima Primissima Díj a tudomány kategóriában, valamint négy Junior Prima Díj (2011, 2012, 2013, 2015).

Amire különösen büszkék vagyunk, hogy a 2012-es Junior Prima díjat az intézetben dolgozó fiatal kutatónők egyike kapta, és egy másik kutatócsoport tagja a L'Oréal - UNESCO „Women for Science” díjat, aki ezzel a média érdeklődésébe került, sikeres életútjával példát mutatva a természettudományok iránt érdeklődő fiatal lányoknak. Lányok bevonása a természettudományos oktatásba kiemelt európai uniós célkitűzésként is megfogalmazódott az utóbbi néhány évben.

Az **MTA által kiadott díjak** közül 2010-ben egy Akadémiai Díj került az intézetbe és fiataljainknak 2010-től minden évben sikerült egy-egy Akadémiai Ifjúsági Díjat elnyerni. Fizikai Díjat 2011, 2012, 2014-ben, MTA Szabadalmi Díjat 2011-ben nyert intézeti kutató. Több **hazai szakmai díj** közül említést érdemel a hat Eötvös Lóránd Fizikai Társulati Díj, valamint a tizenegy Bolyai Ösztöndíj.

A **nemzetközi díjak** között olyanokat találunk, mint a Finn Oroszlán Lovagrend Parancsnoki Érdemrendje 2010, Lee Hsu Lecture Award, Chinese Academy of Sciences 2011, Vision Award, Angström Materials Academy (AMA) 2011. 2015-ben intézetünk egyik emeritus professzorának ítelték oda először a Texas A&M Egyetemen alapított Charles Hard Townes Award elismerő kitüntetést kiemelkedő tudományos és közéleti tevékenységéért. A teljesség igénye nélkül megemlítjük még a több alkalommal elnyert Outstanding Referee Award valamint DAAD és Newton Nemzetközi Ösztöndíjakat.

### IV. Társadalmi hasznosság

Az intézetben folyó kutatások nagy része hosszabb vagy rövidebb távon szolgálja olyan globális társadalmi problémák megoldását, mint az egészség megőrzése, a környezeti ártalmak csökkentése, a kulturális örökség megőrzése, az energetika, stb. Az intézet adottságai révén rövidtávon újfajta vizsgálati módszerek és berendezések fejlesztésével, újfajta technológiák kidolgozásával, hosszabb távon különleges anyagok fejlesztésével járulhat hozzá a problémák megoldásához.



A lézerfizika területén működő egyik csoport olyan, a gyógyászati mindennapokban nagyon előnyös eljárásokon dolgozik portugál együttműködés keretében, amelyek vegyszerek felhasználása nélkül alkalmasak különböző gyógyászati eszközök sterilizálására.

Lézeralkalmazással foglalkozó kutatók az EK-val közösen egy másik az egészségügy számára hasznos berendezést fejlesztettek ki, melyben az aeroszol depozíció vizsgálható üreges tüdőmodellekben.

Az egészségügy mellett napjaink nagy kihívása a környezetvédelem ezen belül is a *levegő szennyezettségének* csökkentése. Az intézet *Alkalmazott és Nemlineáris Optika Osztálya* több levegőszennyezettség mérő optikai lézeres részecskeszámláló berendezést fejlesztett ki, melyek a levegőben lebegő szilárd és cseppfolyós részecskék (aeroszolak) koncentrációját, méreteloszlását és optikai paramétereit mérik. Nagyrészt ezekre a berendezésekre alapozva hoztak létre egy mobil (mikrobuszba épített) környezetvédelmi laboratóriumot a légkör állapotának vizsgálatára. A mobil laboratóriummal vizsgálták a levegő állapotát Budapesten és néhány ipari vállalat, valamint a repülőtér környékén. A vizsgálatok alapján levegő-szennyezettség térképeket állítottak össze. A mobil laboratórium nagyon hasznosnak bizonyult a *vörösiszap* katasztrófa következményeinek vizsgálatára.

*A kulturális örökség megőrzése* – A neutronspektroszkópiai kutatásokat igen szerteágazó területekről és különböző korszakokból származó leleteken végezték, pl. a Kárpát-medencei kőkori leleteken (horvát, szerb, romániai múzeumokból), különböző európai reneszánsz üvegeken (belga, lengyel, német múzeumokból), középkori fegyvereken (angol, olasz, magyar gyűjteményekből). A vizsgálatokból következtetni lehetett a vizsgált tárgyak eredetére és a korabeli előállítási technológiákra.

## V. Életpálya modell, értékelési rendszer

Intézetünk felismerve az emberi erőforrásoknak a tudástársadalomban játszott szerepét tradicionálisan fontos hangsúlyt fektet nemcsak a kutatói állomány személyi összetételére, hanem az inspiráló kutatói légkör kialakítására és a munkakörülmények folyamatos javítására. Az SZFI-ben jelenleg 8 akadémikus, 8 „professor emeritus”, 21 MTA doktora, és 64 PhD-vel rendelkező kutató tevékenykedik. Évente egy vagy két kolléga szerzi meg az MTA doktora és 6-7 fiatal kutató a PhD fokozatot.

Intézetünk vezetése joggal büszke a 2010-ben kidolgozott és azóta alkalmazott kutatói életpályamodellre, mely a két intézet egyesítése után az egész kutatóközpontban további folyamatos finomításokkal elterjesztésre került. Ez nagyban hozzájárult a kutatóközponton belül egy egészségesebb korfa kialakulásához. Véleményünk szerint részben ennek a pályázatokon alapuló életpálya modellnek is, valamint az elnyert MTA fiatalkutatói álláshelyeknek is köszönhetően, jelentősen megnőtt az intézetben foglalkoztatott fiatalok száma. A 35 évnél fiatalabb kutatók száma megközelíti a 36-55 év közötti két korcsoport összlétszámát. A bevezetett pályázati rendszer lehetővé tesz egy teljesítmény alapú kiválasztást, mely átláthatóságát a Tudományos Tanács mellett működő Pályázat Bíráló Bizottság szavatolja.

Az intézetvezetés ezen erőfeszítései ellenére az utóbbi időben több PhD fokozattal rendelkező fiatal hagyta el az intézetet.

## VI. Nagyberendezések – infrastruktúra

Az intézet jelentős nemzetközileg is elismert infrastruktúrája a kampuszon működő reaktorra épülő Budapesti Kutatóreaktor Műszerközpont (BKM), a neutronszerzési kutatásokra kiváló lehetőségeket biztosító neutronforrás. A 2008-09-ben végrehajtott fűtőelem konverziós program és jelentős friss fűtőelem készlet beszerzése 2019-ig biztos perspektívát nyújt. A hidegneutron forrás és modernizált neutronvezetők, új mintakörnyezeti eszközök üzembe helyezésével, a spektrométerek pályázati forrásokból történő folyamatos fejlesztésével az elmúlt másfél évtizedben kialakult egy nemzetközi szinten is nyilvántartott infrastruktúra. A Budapesti Kutatóreaktor Műszerközpont (BKM) keretein belül a reaktor neutronnyalábainak tudományos, illetve alkalmazott kutatási hasznosítása jelentős részben a Wigner FK hatáskörébe tartozik.

A *Neutronspektroszkópiai Osztály* kutatói működtetik a BKM hét spektrométerét, ami a saját tematikus kutatási tevékenységen túl, a nemzetközi együttműködésben végzett munka során

kitekintést nyújt több tudományterület aktuális kérdéseire és eredményeire. Ugyanakkor a Wigner FK és szélesebb körben a KFKI telephely tudományos környezete és kutatási eszköztára biztosítanak interdiszciplináris ötlet- és módszerforrást. A BKM termikus csatornáin diffraktométert, háromtengelyű spektrométert (amely egyúttal neutron-holográfia berendezés is), valamint nagyfelbontású repülési-idő diffraktométert, a hidegneutron-csatornákon pedig reflektométert, kisszögű szórásvizsgáló berendezést, háromtengelyű spektrométert és egy fókuszáló kisszögű spektrométert üzemeltetünk.

*Az Alkalmazott és Nemlineáris Optika Osztály* kutatóinak és az ELI PP projektben való sikeres magyar részvételnek egyik nagy eredménye, hogy az ELI Infrastrukturális nagyberendezés attoszekundumos része Magyarországra került. Az ELI-ALPS - programra való felkészülést segíti a hELIOS laboratórium, ahol egy hasonló (CPA) elven működő lézer-rendszerre 5 kísérlet épül. A hELIOS program keretében folyik speciális optikai vékonyrétegek fejlesztése a Szegeden épülő szuperlézer számára. A jelenlegieknél hatékonyabban működő lézerekhez és optikai rendszerekhez gyakran újabb anyagokra, különleges optikai tulajdonságokkal rendelkező egykristályokra van szükség, melyekhez alapanyagot a Kristályfizikai laboratóriuma biztosít.

Az MTA infrastrukturális támogatásával az utóbbi években sikerült beszerezni olyan új, nagyértékű berendezéseket, mint az Anton Paar reometer, a 3D-s nagyfelbontású ZYGO felületvizsgáló interferométer, a NeoSNOM Nano FTIR közelterű infravörös mikroszkóp, valamint a RIGAKU Supernova egykristály Röntgen diffraktométer berendezés.

A fentiekén kívül az intézet oszlopos tagja az ILL és az XFEL infrastrukturális nagyberendezéseknek, valamint beszállítója az ESS programnak.

## **VII. Nemzetközi kapcsolatok és pályázatok**

A kutatási eredményeink legnagyobb része hazai és nemzetközi együttműködések keretében valósul meg. A nemzetközi kapcsolatok alapját főleg az EU keretprogramjaiban való részvételünk erősítette meg. Az intézet már az EU 5. keretprogram keretén belül elnyerte az EU Centre of Excellence címet, ami további lehetőséget teremtett nemzetközi kapcsolataink fejlesztésére. Az EU keretprogramjaiban azóta is folyamatos a részvételünk, a 7. keretprogram idején a Wigner FK az újonnan csatlakozó 13 ország egyik legsikeresebben teljesítő kutatóintézetei közé került, egy EU felmérés szerint.

A vizsgált időszakban EU keretprogramokban 17 nyertes pályázata volt az intézetnek, továbbá 5 COST akcióban vettünk részt.

Hazai finanszírozású pályázataink között 73 OTKA, 45 MTA kétoldalú egyezményes, 18 TÉT támogatás szerepel. További egyéb hazai (NKTH, NKFIH) pályázataink közül 15 volt eredményes.

Külföldi egyetemekkel és kutatóhelyekkel folyamatosan növekszik az együttműködések intenzitása, különösen észrevehető volt a mobilitás felgyorsulása a Lendület csoportok beindulásakor.

Intenzív nemzetközi együttműködésben folynak a neutron spektroszkópiai kutatások a Budapesti Neutron Központ (BNC) keretében. A BNC rendszeresen szervez elméleti és gyakorlati továbbképzést külföldi fiatal kutatók számára.

Egyik fiatal munkatársunk által elnyert Marie Curie nemzetközi reintegrációs pályázat keretében változatos rendszerek sztatikus és dinamikus tulajdonságainak numerikus tanulmányozására nyílik lehetőség.

Tartós kapcsolat alakult ki az European Space Agency (ESA) és az intézet egyik kutatócsoportja között az olvadékok megszilárdulásának kutatása témájában, akik. 2011-ben két újabb témában nyertek el támogatást.

## **VIII. Oktatás**

Az intézet munkatársai több egyetemen vesznek részt a graduális és posztgraduális képzésben a szilárdtestfizika és az optika tárgykörében. Különösen szoros a kapcsolat az ELTE TTK-n a fizikus- és a BME TTK-n folyó mérnök-fizikusképzéssel, a SOTE-n az SZTE-n, továbbá a PTE Fizikai Intézetében folyó oktatással. 2010 és 2015 között az intézet 38 kutatója vett részt az egyetemi oktatásban rendes és speciális előadások tartása, továbbá kurzusok és laborgyakorlatok vezetése formájában. Angol és magyar nyelven megjelent a szilárdtestfizika elméleti alapjait tárgyaló

monográfia harmadik kötete, amely alapvető mű a graduális és posztgraduális képzésben egyaránt. A hagyományos egyetemi képzésen kívül az *Alkalmazott és Nemlineáris Optika Osztály* munkatársai 32 orvos számára továbbképző tanfolyamot szerveztek a lézeres gyógyászati kezelések elterjedése és alkalmazásuk szakszerűségének javítása érdekében.

A Szegedi Tudományegyetemmel együtt (TÁMOP projekt) az ELI-ALPS-hoz kapcsolódó 2 féléves előadássorozatot tartottunk a Kecskeméti Főiskolán (GAMF), ezek anyagát 4 jegyzetfüzetben jelentettük meg.

Fontos misszió a tudomány népszerűsítése, az eredmények megismertetése, különösen a fiatalok körében.

## **IX. A 2012-es MTA intézményi átalakítás hatásai**

2012 január 1-től az MTA Szilárdtestfizikai és Optikai Kutatóintézet egyesült az MTA KFKI Részecske és Magfizikai Kutatóintézetével, ezzel létrejött az **MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont**.

Az egyesülő két kutatóintézet missziója és célkitűzései korábban is a felfedező kutatásokra irányultak. A művelt tématerületek különbözőek, így az egyesülés után a kutatóközpont tevékenysége a fizika igen széles spektrumát fedi le. A 40 kutatócsoport a hazai fizikai kutatások legjelentősebb intézményét képezi. A kutatóközpont megszervezése során nem volt szükség a csoportok tevékenységébe beavatkozni. A vezetés törekedett is arra, hogy az átszervezéssel járó elkerülhetetlen változások terhei a lehető legkevésbé zavarják meg a mindennapi kutatómunkát.

Az RMKI és SZFKI gazdálkodása is hasonló elvek mentén történt korábban, ezért ezen a téren sem volt szükség megrázó változtatásokra.

A szükséges szervezeti átalakulások megtörténtek, a tudományos osztályok száma és összetétele átalakult. Az SZFI-ben a korábbi 10 osztály 6-ra csökkent, de megmaradtak a kutatás elemi egységei, a kutatócsoportok. Létrejöttek a közös vezetői fórumok: **Wigner Igazgató Tanács, Vezetői Tanács, Tudományos Tanács**, valamint a közös **Gazdasági Osztály**. Az SZFI szemszögéből nézve az átalakítás a tervek szerint megvalósult.

## A Wigner FK SZFI által legkiemelkedőbbnek ítélt 5-5 publikáció 2010-2015

### 2010

1. Simon E, Szilva A, Újfalussy B, Lazarovits B, Zaránd G, Szunyogh L: Anisotropic Rashba splitting of surface states from the admixture of bulk states: Relativistic ab initio calculations and  $k \cdot p$  perturbation theory, Phys Rev B, 81, 23543/1-5, 2010
2. Salamon P, Éber N, Buka Á, Gleeson JT, Sprunt S, Jákli A: Dielectric properties of mixtures of a bent-core and a calamitic liquid crystal, Phys Rev E, 81, 031711/1-11, 2010
3. Tompa K, Bánki P, Bokor M, Kamasa P, Rácz P, Tompa P: Hydration water/interfacial water in crystalline lens, Exp Eye Res, 91, 76-4, 2010
4. Bakonyi I, Péter L: Electrodeposited multilayer films with giant magnetoresistance (GMR): progress and problems, Progr Mater Sci., 55, 107-245, 2010
5. Meiszterics A, Rosta L, Peterlik H, Rohonczy J, Kubuki S, Hentis P, Sinkó K: Structural characterization of gel-derived calcium silicate systems, J Phys Chem A, 114, 10403-10411, 2010

### 2011

1. Barcza G, Legeza Ö, Marti KH, Reiher M: Quantum information analysis of electronic states at different molecular structures, Phys. Rev. A, 83, 012508/1-15, 2011
2. Iglói F, Rieger H: Quantum relaxation after a quench in systems with boundaries, Phys. Rev. Lett., 106, 035701/1-4, 2011
3. Sütő A: Ground state at high density, Commun. Math. Phys., 305, 657-710, 2011
4. Iványi V, Gällström A, Son NT, Janzén E, Gali Á: Asymmetric split-vacancy defects in SiC polytypes: a combined theoretical and electron spin resonance study, Phys. Rev. Lett., 107, 195501, 2011
5. Beke D, Székrenyes Zs, Balogh I, Veres M, Fazakas É, Varga LK, Kamarás K, Czigány Zs, Gali Á: Characterization of luminescent silicon carbide nanocrystals prepared by reactive bonding and subsequent wet chemical etching, Appl. Phys. Lett., 99, 213108/1-3, 2011

### 2012

1. Balogh J, Bujdosó L, Kaptás D, Dézsi I, Nakanishi A: Top and bottom interfaces in Fe-B multilayers investigated by Mössbauer spectroscopy, Phys. Rev. B, 85, 195429/1-6, 2012
2. Tóth GI, Tegze G, Pusztai T, Gránásy L: Heterogeneous crystal nucleation: The effect of lattice mismatch, Phys. Rev. Lett., 108, 025502/1-4, 2012
3. Klupp G, Matus P, Kamarás K, Ganin AY, McLennan A, Rosseinsky MJ, Takabayashi Y, McDonald MT, Prassides K: Dynamic Jahn-Teller effect in the parent insulating state of the molecular superconductor Cs<sub>3</sub>C<sub>60</sub>, Nat. Commun., 3, 912/1-6, 2012
4. Éber N, Palomares LO, Salamon P, Krekhov A, Buka Á: Temporal evolution and alternation of mechanisms of electric field induced patterns at ultra-low-frequency driving, Phys. Rev. E, 86, 021702/1-9, 2012

5. Börzsönyi T, Szabó B, Törös G, Wegner S, Török J, Somfai E, Bien T, Stannarius R: Orientational order and alignment of elongated particles induced by shear, *Phys. Rev. Lett.*, 108, 228302/1-5, 2012

## 2013

1. Ritsch H, Domokos P, Brennecke F, Esslinger T: Cold atoms in cavity-generated dynamical optical potentials. *Rev. Mod. Phys.*, 85: (2) 553-601 (2013)  
<http://dx.doi.org/10.1103/RevModPhys.85.553>
2. Dombi P, Hörl A, Rácz P, Márton I, Trügler A, Krenn J, Hohenester U: Ultrafast strong-field photoemission from plasmonic nanoparticles. *Nano Lett.*, 13: (2) 674-678 (2013) <http://dx.doi.org/10.1021/nl304365e>
3. Hartmann P, Donkó Z, Ott T, Kählert H, Bonitz M: Magnetoplasmons in rotating dusty plasmas. *Phys. Rev. Lett.*, 111: (15) Paper 155002 5p. (2013)  
<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.111.155002>
4. Iglói F, Roósz G, Lin Y-C: Non-equilibrium quench dynamics in quantum quasicrystals. *New J. Phys.*, 15: Paper 023036 20p. (2013)  
<http://dx.doi.org/10.1088/1367-2630/15/2/023036>
5. Asbóth JK, Obuse H: Bulk-boundary correspondence for chiral symmetric quantum walks. *Phys. Rev. B Cond Matter and Mat. Phys.*, 88: (12) Paper 121406 5 p. (2013)  
<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevB.88.121406>

## 2014

1. Magda GZs, Jin XZ, Hagymási I, Vancsó P, Osváth Z, Nemes-Incze P, Hwang CY, Biro LP, Tapasztó L: Room-temperature magnetic order on zigzag edges of narrow graphene nanoribbons. *Nature: Int. Weekly J. Sci.* 514: pp. 608-611. (2014) IF: 42.351
2. Castelletto S, Johnson B C, Ivády V, Stavrias N, Umeda T, Gali A, Ohshima T: A silicon carbide room-temperature single-photon source. *Nature Materials* 13: 151-156. (2014) IF: 36.425
3. Vlasov II, Shiryaev AA, Rendler T, Steinert S, Lee S-Y, Antonov D, Vörös M, Jelezko F, Fisenko AV, Semjonova LF, Biskupek J, Kaiser U, Lebedev OI, Sildos I, Hemmer PR, Konov V, Gali A, Wrachtrup J: Molecular-sized fluorescent nanodiamonds. *Nature Nanotechnology* 9: 54-58. (2014) IF: 33.265
4. Gránásy L, Podmaniczky F, Tóth GI, Tegze G, Pusztai T: Heterogeneous nucleation of/on nanoparticles: a density functional study using the phase-field crystal model. *Chem. Soc. Rev.* 43:(7) 2159-2173. (2014) IF: 30.425
5. Gránásy L, Tóth Gyl: Crystallization: Colloidal suspense. *Nature Physics* 10: 12-13. (2014) IF: 20.605
6. Horváth E, Spina M, Szekrényes Z, Kamarás K, Gaal R, Gachet D, Forró L: Nanowires of Methylammonium Lead Iodide (CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub>) prepared by low temperature solution-mediated crystallization. *Nano Lett.* 14:(12) pp. 6761-6766. (2014) IF: 12.940

## 2015

1. Pothoczki Sz, Temleitner L, Pusztai L: Structure of neat liquids consisting of (perfect and nearly) tetrahedral molecules. *Chemical Reviews*; 115, No. 24, pp 13308–13361 (2015), <http://dx.doi.org/10.1021/acs.chemrev.5b00308> (IF: 46.57)\*



2. Widmann M, Lee S-Y, Rendler T, Son NT, Fedder H, Paik SY, Yang L-P, Zhao N, Yang S, Booker I, Denisenko A, Jamali M, Momenzadeh SA, Gerhardt I, Ohshima T, Gali A, Janzén E, Wrachtrup J: Coherent control of single spins in silicon carbide at room temperature. *Nature Materials* 14, 164-168. (2015) <http://dx.doi.org/10.1038/nmat4145> (IF: 36,5)
3. Vogelsang J, Robin J, Nagy BJ, Dombi P, Rosenkranz D, Schiek M, Gross P, Lienau C: Ultrafast electron emission from a sharp metal nanotaper driven by adiabatic nanofocusing of surface plasmons. *Nano Lett.* 15, 4685-4691 (2015) <http://dx.doi.org/10.1021/acs.nanolett.5b01513> (IF: 13,592)
4. Lohrmann A, Iwamoto N, Bodrog Z, Castelletto S, Ohshima T, Karle TJ, Gali A, Prawer S, McCallum JC, Johnson BC: Single-photon emitting diode in silicon carbide. *Nature Communications* 6, 7783. 10 p. (2015) <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms8783> (IF: 11.470)
5. Romhányi J, Penc K, Ganesh R: Hall effect of triplons in a dimerized quantum magnet. *Nat. Comm.* 6, 6805. 6 p. (2015) <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms7805> (IF: 11,4)

**Az időszakban megjelent jelentősebb könyvek:**

1. Sólyom J: Fundamentals of the physics of solids, Vol. 3 Normal, broken-symmetry, and correlated systems, Springer, Berlin Heidelberg New York, 2010
2. Buka Á, Éber N (Eds.): Flexoelectricity in Liquid Crystals. Theory, Experiments and Applications, Imperial College Press, London, ISBN: 978-1-84816-799-5; 2012

## Az MTA Wigner FK Szilárdtestfizikai és Optikai Intézet középtávú stratégiai terve 2016-2019-ig

A *szilárdtestfizika és az optika* hatalmas területéhez képest az intézet kutatói létszáma alacsony. Kutatási témáinkat a meglévő eszközpark, a hagyományok és a legaktívabb, kezdeményező kutatók szakértelme és érdeklődése határozza meg. Ezeknek az erőforrásoknak a finom összehangolásával törekszünk a legnagyobb hatáskeresztmetszet elérésére tudományterületünkön, illetve a hazai és nemzetközi tudományos életben. A következőkben a középtávú tudományos stratégiát kutatási irányokra bontva ismertetjük.

A *kísérleti szilárdtestfizika* területén (szerkezetkutatás, mágnesség, ötvözetek, transzport) kutató csoportok kiváló személyi állománnyal rendelkeznek, számos MTA doktora, illetve akadémikus vesz részt a munkában. Követik a nemzetközi irányokat, különösen a világban rohamosan fejlődő nagyberendezésekhez való csatlakozást. Ezen a területen a nagyberendezéseket csak évente néhány napig vagy hétig, kiélezett versenyben elnyert pályázatok alapján lehetséges használni, ilyen pályázatokat rendszeresen elnyernek az ESRF (Grenoble), XFEL (Hamburg) és Soleil (Párizs) nagyműszereknél. A sikeres pályázatokhoz elengedhetetlen a hazai műszerpark fejlesztése, hiszen egyrészt az itthon elvégzett kísérletek vezetnek a tudományos eredmények többségéhez, másrészt meggyőző alapot adnak a pályázatokhoz és egyéb együttműködésekhez, valamint alkalmat adnak a fiatal kutatóknak, hogy alapos képzettséget szerezzenek olyan világszínvonalú kísérleti módszerek használatában hazai körülmények között, amire a külföldi berendezéseknél végzett rövid és intenzív időszakok alatt nem igazán van lehetőség. Ilyen rendszerben működnek a krisztallográfiai és az infravörös spektroszkópiai kutatások, ezeken a területeken az elmúlt évek műszerpályázatainak köszönhetően folyamatosan jelennek meg publikációk nagy láthatóságú folyóiratokban. A kutatás egészét tekintve azonban egyértelműen az eszközpark karbantartásán túlmenő fejlesztésre van szükség ahhoz, hogy a csoportok magas szintű munkájukat folytathassák, és a kutatói utánpótlásukat biztosíthassák. Fontos, hogy ahol a külföldi infrastruktúra tagdíjbefizetéssel működik, ott a tagdíj fedezete biztosítva legyen, mivel ellenkező esetben a hozzáférés korlátozott. Az előttünk álló évek egyik célja, hogy fejlesszük a laboratóriumok felszereltségét és a modern szilárdtestfizikai kutatásokhoz elengedhetetlenül fontos alacsony hőmérsékletet biztosító cseppfolyós hélium ellátását megoldjuk. Erre az érintett csoportok vezető kutatói minden beruházásra kiírt pályázási lehetőséget megragadnak. Ha a jelenlegi infrastrukturális háttérrel nem fejlesztjük tovább, a versenyképesség csökkenését (különösen a kísérleti kutatásokban) hosszú távon nem lehet ellensúlyozni a hazai és külföldi együttműködések növelésével.

A *komplex folyadékok és gázok* szerkezetének, dinamikus viselkedésének és kémiai reakcióinak vizsgálatában jó példát láthattunk arra, hogy a hagyományosan művelt (folyadékkristályok, elektrolitikus szerkezetek stb.), illetve a fiatalabb generáció vezető tagjai által kezdeményezett (erősen csatolt plazma, szemcsés anyagok stb.) témákból szervesen kialakuló komplex folyadék kutatási terület művelői optimálisan ki tudják aknázni a meglévő intézeti lehetőségeket. A résztvevő csoportok mindegyike elnyerte már a kutatóközpont kiválósági elismerését, a Wigner-csoport címet, amely jelzi a témacsoport húzó szerepét az intézet tudományos teljesítményében. A kutatás ötvözi a témák kísérleti, elméleti és numerikus szimulációs vonatkozásait. A tematikus szinergiák feltárása olyan belső tartalékokat képez, amelynek révén törekedni kell a belső együttműködések erősítésére.

A folyási sajátságokkal is rendelkező rendszerek szerkezete és dinamikus viselkedése terén a nagy alakanizotrópiával rendelkező szemcsés anyagok kutatása felé fogunk elmozdulni, ami szükségessé teszi új kísérleti technikák megalapozását és az ehhez társuló numerikus számításokon alapuló elméleti munka eszköztárának a kiterjesztését egyaránt. A plazmakezeléssel módosított felületek vizsgálatának motivációja már a közeli jövőben is egyértelműen a biomedicina területét fogja érinti, így a kutatási eredményeket hasznosítani szeretnénk az orvostudományban is. Az elektrolitikus

nanoszerkezetek kutatásában a nanométeres pórusméretű sablonok és a segítségükkel előállítható változatos fém nanoszerkezetek fognak dominálni. Ezen kívül a tevékenységet ki fogjuk terjeszteni az elektrokémiai fémleválással kapcsolatos tranziens jelenségek numerikus modellezésére. A nemzetközi pályázatokban való részvételt az alap infrastruktúra korlátozott megléte limitálja, ami elméleti, numerikus szimulációs vagy csak kifejezetten egyedi kísérleti tevékenység révén való részvételt tesz lehetővé konzorciumi partnerként. Emiatt fontos egy pásztázó elektronmikroszkóp beszerzése, ami a nanosablonok, plazmával módosított felületek és nanorészecskék vizsgálata mellett a kutatóközpont más csoportjainak is alapinfrastruktúráként szolgál. Stratégiai cél az egységesen magas tudományos nivó fenntartása, aminek kísérője kell hogy legyen a mintegy 6 potenciális MTA doktor disszertációjának benyújtása.

A *neutronspektroszkópia* területén a magas színvonalú kutatómunkára támaszkodva az eredmények hasznosítására, a meglévő tudásbázis kiteljesítésére, a tudás továbbadására, a versenyképes kutatónemzedék nevelésére, az anyagi feltételek és az együttműködések bővítésére fektetjük a hangsúlyt. A kutatás stratégiája a meglévő és tovább folytatható széleskörű együttműködésekre épül (EU-Horizon2020-INFRADEV-1-2015-1: 676548 – BrightnESS, EU-Horizon2020-INFRADEV-1-2014-1: 654000 - SINE2020 - koordinátor: MTA-EK, EU FP7 CHARISMA folytatásaként 2015 májusában indult EU- Horizon2020-INFRAIA-2014-2015: 654028 – IPERION CH projekt), amelyek a hidegneutron moderátorok fejlesztésétől a neutronszórás vizsgálatokon keresztül a szilárd bórkonverteres új neutrondetektorok fejlesztéséig számos témát érint. Továbbra is fontosak számunkra a hagyományos, intézményes kapcsolatokon alapuló, eddig is eredményes együttműködések: FLNP-Dubna, NPI-Gatchina, PSI-Viligen, NPI Řež, Uni. Wien. Ezek esetében mind tematikus kutatási, mind berendezésfejlesztési/építési feladatokban érdekeltek vagyunk, amelyek iránt érdeklődés mutatkozik további 6-8 európai intézmény részéről. A kutatói kapacitás növelésére, valamint az utánpótlásra a lehetséges út a fiatalok bevonása, valamint külföldi kutatók meghívása. A továbbiakban erősíteni kívánjuk kapcsolatainkat ipari relevanciájú tevékenységet folytató intézményekkel és iparvállalatokkal. Erre a magyar ESS in-kind beszállítás, valamint a vállalkozások versenyképességének növelését célzó hazai pályázatok adnak keretet; bővíteni szeretnénk a KFKI telephelyi intézetek közötti anyagtudományi együttműködést, szorgalmazni fogjuk a Wigner FK-ban futó témák összefogását, a kutatásokban a neutronos módszerek minél szélesebb körű alkalmazását.

Tematikailag a jövőben a következő területeket tartjuk fontosnak:

- Kondenzált rendszerek vizsgálatával kapcsolatban: fizikokémiai és biológiai alapú folyadék rendszerek, oldatok, lágy anyagok (pl. polimerek, folyadékkristályok, gélek) nanoszerkezetének és dinamikájának kutatása.
- Technológiai vonatkozású anyagkutatások, az energetikához kapcsolódó témák fejlesztése.
- A neutronos módszerek fejlesztése az archeológiai kutatások irányába, különös tekintettel az IPERION CH projektben való részvételre.
- Az neutron holográfia fejlesztés és alkalmazása szerkezetvizsgálatokra.
- A metodikai fejlesztések integrálása az EU Horizon2020 és T&T hálózatokba.

#### ***Az alkalmazott és nemlineáris optika területén a következő főirányokat tűzzük ki célul:***

Az ELI - Preparatory Phase EU 7 Framework program keretén belül általunk kezdeményezett és 2017-2018-as befejezésre tervezett ***ELI-ALPS nagyberendezés hasznosításához kapcsolódó kutatások***, amelyek az ultragyors fizika, a nemlineáris optika és a kvantumoptika területére irányulnak. Ezekhez kapcsolódik egy Lendület-kutatócsoport munkája is, amely ultragyors nanooptikai kutatásokkal foglalkozik. Itt olyan nanoméretű, plazmonikus eszközöket szeretnénk tervezni, előállítani és tesztelni, amelyekkel a jelfeldolgozást (integrált optikai áramkörökben) a jelenleginél több nagyságrenddel gyorsabban, akár több száz THz-es frekvencián lehet megvalósítani. Az ilyen irányú kutatás alkalmazott jellege mellett számos új alapkutatói felfedezést is ígér az ultragyors fény-anyag kölcsönhatások témakörében. Mivel a koncepciónk ún. felületi plazmonok keltésére épül, ezért kiemelten fogjuk vizsgálni azt, hogy nanorendszerekben miként épülnek fel kollektív elektronoszillációk ultrarövid lézerpulzusok hatására és hogy az ultragyors, kollektív elektronmozgást miként lehet fénnyel, nanoskálán irányítani. Ezekhez a kutatásokhoz a megfelelő

laboratóriumi infrastruktúra, különböző femotszekundumos lézerforrások és korszerű elektron-detektorok rendelkezésre állnak, jelenleg új diagnosztikai módszerek fejlesztésén dolgozunk, melyekkel nanostruktúrák közelterének vizsgálatát tudjuk majd elvégezni ultragyors fotoelektronok segítségével. Külön kutatási irányként vizsgáljuk azt, hogy miként lehet dielektrikumközegekben fényrel reverzibilis módon áramot kelteni és ezt miként lehet nanoméretű eszközökben megvalósítani. A kapcsolódó kísérletekhez a fényforrások és a detektortechnológia, valamint az elérhető lézerimpulzus-hosszak sokszoros csökkentésére is szükség van. A fentiek attosekundumos skálán történő vizsgálata számos új eredményt hozhat és ily módon az ELI-ALPS ígéretes kutatási témája lehet.

*A környezetvédelmi és egészségvédelmi témakörre vonatkozó kutatásaink* a levegőszennyezettség méréstechnikájának fejlesztésére (új műszerfejlesztés), az aeroszok légzőrendszeri kiülepedésére, a toxikus hatások vizsgálatára és az aeroszol gyógyszerek hatékonyságának növelésére irányulnak. Tekintettel arra, hogy ezeken a területeken már számos projektet teljesítettünk a tervezett kutatásokhoz megfelelő infrastrukturális háttérrel rendelkezünk, viszont ezt a területet jó lenne feltölteni fiatal kutatókkal. A témakörön belül jelentkező igények és az ipari kapcsolataink révén ígéretesnek látszik a gyógyszergyárakkal való közös kutatási/fejlesztési ipari projektek indítása (Richter Gedeon Rt, EGIS, CIESI PHARMA), valamint közös konzorciumi pályázatok beadása.

*A rövid, és ultrarövid impulzusú lézerek méréstechnikai alkalmazását a biológiában és az orvostudományban* a nemlineáris mikroszkópia módszerek, optikai szálak és optikai leképező rendszerek elméleti és kísérleti vizsgálatára és azok alkalmazására irányul, elsősorban az idegtudományok, a bőrgyógyászat, a kozmetológia és gyógyszeripar számára. Mikroszkópia területén az optikai szállézeren alapuló STED mikroszkópia megvalósítását tervezzük. Lézer fényforrásként CARS/SRS/STED módszert alkalmazunk, ami lehetővé teszi két hullámhosszon működő, impulzusüzemű optikai szállézer megvalósítását. Szélessávú dielektrikum tükrök fejlesztése területén a magasabb rendű diszperziós hatások minimalizálását tűzzük ki célul. Mindezek lehetőséget adnak az idegtudományokban a sclerosis multiplex során fellépő demielinizáció, valamint a kapcsolódó biokémiai és immunológia folyamatok kísérleti vizsgálatára, a bőrgyógyászat területén a bőr kötőszövetét érintő örökletes és szerzett kórképek kísérleti vizsgálatára, illetve a reaktív oxigén- és nitrogénradikálok szerepének tisztázására. A fentieket egyrészt a Nemzeti Agykutatási Programban való részvétellel, másrészt VEKOP és GINOP pályázatok beadásával szeretnénk realizálni a már meglévő ipari partnereinkkel együtt.

*A nanoszerkezeti és spektroszkópiai kutatásaink* (Raman-, mikro-Raman-, felületerősített Raman-, fluoreszcencia és LIPS – Laser Induced Plasma spektroszkópia) a fény-anyag kölcsönhatás vizsgálata mellett műszerfejlesztésre és új alkalmazási területekre is irányulnak.

A szén alapú nanoszerkezetek (nanokristályos gyémánt, különböző módszerekkel kezelt polimerek, amorf szén) előállítására és vizsgálatára területén célunk az előállítási paraméterek és különböző kezelések (hő, ionizáló sugárzás, UV és látható fényrel való megvilágítás) szerkezetre gyakorolt hatásának kimutatása, és célzott tulajdonságokkal rendelkező anyagok előállítása. A speciális színcentrumokat tartalmazó nanogyémántokra alapozva olyan anyagokat kívánunk kifejleszteni, amelyek biomarkerként az élő szervezetekben zajló folyamatok nyomon követésére, beteg sejtek megjelölésére, megbetegedések kimutatására használhatók.

A spektroszkópiás módszerek fejlesztése területén elsősorban a biológiai és orvosi alkalmazásokban hasznosítható eljárások és berendezések kifejlesztése a cél. Az akár egyetlen molekula detektálására is képes, a felületerősített Raman-szórás alapuló mérőrendszer lehetővé teszi a kilélegzett levegőben található betegségjelző molekulák (markerek) kimutatását és ezzel egyes betegségek már korai stádiumban való diagnosztizálását. Egy most elnyert EU H2020 FET-Open pályázat keretében kifejlesztendő új, az idegsejtek jelölésmentes azonosítására és működésük valós idejű monitorozására alkalmas, a stimulált Raman-szórás alapuló mérési eljárással és mérőrendszerrel a továbbiakban a sejtmagokban zajló folyamatok és a DNS-írás is vizsgálhatóvá válnak. Az Akadémiai Kiválósági Program keretében folyamatban van egy a lézerindukált letörési spektroszkópiát és a Raman-spektroszkópiát ötvöző berendezés kifejlesztése, amely számos területen lesz hatékonyan alkalmazható anyagvizsgálatra és az összetétel meghatározására.

*A modern kvantumfizikai kutatások*, a kvantumoptika és kvantuminformatika területe az utóbbi három évtizedben rendkívüli módon kiszélesedett, és a fizikán belül ennek a szakterületnek a súlya jelentősen megnőtt, ami a publikációk, a pályázatok, és a kutatócsoportok számának növekedésében is megmutatkozik. Intézetünk ehhez a fejlődéshez szeretne jobban felzárkózni, ezért a következő 5 év kiemelt fontosságú célkitűzése, hogy **létrehozzunk egy új laboratóriumot, amelyben lézeresen manipulált, ultrahideg atomokkal kvantumoptikai kísérletek végezhetőek**. A laboratórium felépítésével a hazai tudományból hiányzó technológiát honosítunk meg. A kísérleti tevékenység felértékeli a már meglévő magas színvonalú elméleti munkát, amelyet több Lendület- és Wigner-csoportban folytatnak fiatal átlagéletkorú kollégák a kvantumszimuláció, a kvantum fázisok és fázisátalakulások, és a kvantum összefonódás témájában. **Az atomokkal végzett koherens optikai kísérletek egyúttal kiegészítik az intézetben már húzótémaként meglévő, rövid lézerrimpulzusokon és lézeral alkalmazásokon alapuló optikát.** Erre a meglévő szellemi és optikai bázisra alapozható az a törekvés, hogy a kísérletekkel a kvantumtechnológia szélesebb tartományát reprezentáljuk a kutatóközponti kutatásokban, és a tudományos pálya iránt érdeklődő fiatalok számára vonzó környezetet alakítsunk ki.

A kvantumtechnológia intézeti fejlesztésének további lehetősége a szilárdtestalapú kvantum-bit rendszerek megvalósítása és kutatása, amely ráadásul az intézet fő profiljait, a szilárdtestfizikát és optikát ötvöző kutatási terület. Nanokristályokban lévő színcentrumok, illetve ritkaföldfém ionokkal adalékolt kristályok lézerspektroszkópiai kutatása a meglévő elméleti (számítógépes anyagszerkezet-kutatás), kristálytechnológiai és optikai (Raman-spektroszkópia) tudásra épül, és az elkövetkező évekre korszerű tudományos célok kitűzését teszi lehetővé, amelyek elérése ugyanakkor sikeres pályázási tevékenységet is igényel.

Elméleti téren a **kvantumrendszerek** zéró hőmérsékleten mutatott nemegyensúlyi dinamikai viselkedésének vizsgálatát tervezzük elvégezni. A hirtelen változtatás (quantum quench) esete kísérletileg is vizsgált folyamat. Az adiabatikus változtatás esetén a paraméter folyamatosan (általában lineárisan) változik időben és a rendszert a kvantum kritikus pontján vezetjük át. A paraméter változhat időben periodikusan, ami számos érdekes fizikai jelenséghez vezethet. Végül a paraméter változása lehet időben véletlenszerű, mely folyamat a kvantum bolyongás problémájával analóg, de a változás lehet kvázi-periodikus, vagy általánosabban aperiodikus is. Ezen időfüggő folyamatok esetén a kvantumrendszerek különböző jellemzőit (mágneszettség, dinamikus összefonódási entrópia, stb.) vizsgáljuk elméleti módszerekkel. Fenomenológikus magyarázatként szemiklasszikus leírást választunk és az ebben szereplő kvázirészecskék diffúziós tulajdonságait is meghatározzuk. Szupravezető vékonyrétegek tulajdonságainak vizsgálatát tervezzük ab-initio módszerrel. A Bogoljubov-deGennes egyenletek megoldására kifejlesztünk egy új programcsomagot, és a Screened KKR módszerrel integrálva vizsgáljuk a kritikus hőmérséklet függését heterogén rendszerekben mind a szupravezető mind a normál rétegek vastagságának függvényében. Ehhez szükséges mind a normál elektronspektrum, mind a fonon spektrum számítása.

Vizsgálatainkat később kiterjesztjük **mágneses szupravezetőkre**, ahol a módszer relativisztikus spin-polarizált kiterjesztését alkalmazzuk. A nagyentrópiás ötvözetek olyan, legalább öt komponensből álló anyagok, amelyekben az alkotóelemek nagyjából egyenlő arányban fordulnak elő. Ezek az ötvözetek egyfázisú szilárd oldatot alkotnak, ezért a keveredési entrópiájuk rendkívül nagy és ez stabilizálja a fázist. Egyes nagyentrópiás ötvözetek elsősorban rendkívül jó mechanikai tulajdonságaikról, szakítószilárdságukról, ütésállóságról, magas hőmérsékleti szilárdságról és a korrózióval szembeni ellenálló képességük miatt kerültek a kutatások homlokterébe. Különleges összetételük miatt elméleti vizsgálatok és saját számításaink azt mutatják, hogy ezek az anyagok ellenállóak lehetnek a nagyenergiájú sugárzások okozta roncsolásokkal szemben, és így alkalmazhatóak lehetnek a sugárzásnak kitett szerkezeti alkotóelemek anyagaként (pl. Nukleáris és fűzős reaktorok). Feltételezzük, hogy a sugárzás okozta diszlokációk hőkezelés hatására eltűnnek a rendszerből, az anyag úgymond "meggyógyítja" önmagát. Erőfeszítéseink jelenleg elsősorban ennek a hipotézisnek az ellenőrzésére irányulnak. A különböző összetételű ötvözeteken mechanikai szakítási, valamint neutron- és röntgendiffrakciós anyagszerkezeti vizsgálatokat végzünk, majd a mintát a KFKI kutatóreaktorban besugározzuk és besugárzás után a mechanikai és diffrakciós méréseket megismételjük, továbbá vizsgáljuk még a hőkezelés hatását is.



Fontos terület a nem-sugárzásos átmenetekben szerepet játszó *elektron-fonon és spin-pálya kölcsönhatás* nagy pontossággal történő relativisztikus számítása nagy rendszereken a kvantumtechnológia szempontjából fontos szilárdtestbeli vagy nanorészecskékben előforduló ponthibákra. Ez lehetőséget ad az optikailag detektált és a fotoáram által detektált mágneses rezonancia jelenségek feltárására és kvantumtechnológia szempontjából fontos folyamatok optimalására. Emellett az a cél, hogy a ponthibákban létrejött erősen korrelált pályákat és energiát ab initio módszerrel lehessen meghatározni realiztikusan nagy rendszerekre. A fenti fejlesztések alkalmazása esetén a kvantumtechnológia fejlesztések élvonalában lehet maradni, amely az EU-ban és a világban egy kiemelt kutatási tématerület.

*Az alkalmazott kutatások hasznosítására létrehoztunk egy szolgáltató laboratóriumot*, ahol külső ipari megrendelésre különböző optikai méréseket tudunk végezni. Erre az utóbbi években több szerződést is kötöttünk – pl. a HOYA Magyarország, a H-ion Kft-vel, valamint gyógyszergyárakkal. Ezt a tevékenységet a jövőben bővíteni szeretnénk.

Az SZFI stratégiájának egyik fontos eleme a kísérleti munka támogatása. A szilárdtestfizikai kutatások erőteljesen az elméleti számítások irányába tolódtak el, részben az előregedő eszközpark, részben pedig a fiatalok ilyen irányú érdeklődése miatt. Ezért is nagyon örvendetes és támogatandó a közeljövőben megalakuló kvantumoptikai laboratórium, ami Magyarországon elsőként fog lézeresen manipulált ultrahideg atomokkal kísérleteket végezni.

## Kiegészítés az SZFI 2016 – 2020-as stratégiájához

Az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont (Wigner FK) Szilárdtestfizikai és Optikai Intézetének (SZFI) célja, hogy az általa művelt tudományterületeken a **nemzetközi élvonalhoz** tartozó kutatásokat folytasson. Az SZFI törekszik arra, hogy a csoportok tevékenysége széles **kutatási spektrumot** fedjen le, és így **meghatározó szerepet töltsön be a hazai szilárdtestfizikai és optikai közösségekben**. Az ilyen irányú törekvéseinket a mintegy 1,5 éve lefektetett stratégiánkban ismertettük, ugyanakkor az azóta történt fejlemények és események, ennek kiegészítését és esetenként újragondolását indokolják.

### *Stratégia*

A kitűzött célok eléréséhez az SZFI fő eszköze az **egyéni kiválóságon alapuló kiválasztási** rendszer, amely évek óta működik, és finomhangolásokkal a jövőben is szigorúan fent kell tartani. Az intézet állandó kutatói állományába olyan fiatal kutatókat veszünk fel, akik fiatal koruk ellenére az eredményesség mellett, már a **témavezetői kvalitásokat** is megcsillantanak, azaz képesek önállóan kutatási programot felállítani, illetve azzal sikeresen részt venni pályázatokon. A Lendület-pályázatokon kívül (jelenleg az Intézetben 4 Lendület kutatócsoportunk van), többek között, ezt segíti elő a Főigazgató által bevezetett Wigner-kutatócsoportok pályázati rendszere, amely szintén többlet-forrásokhoz juttat évente 4 kutatócsoportot. Ezek az SZFI jövőbeli alkalmazkodó képességének, a témák **folyamatos megújításának** és a nemzetközi élvonalban maradásnak az alapjai.

### *Helyünk a tudományban*

Az SZFI fő profilja a saját laboratóriumokban folyó kísérleti munka. Az SZFI célja, hogy megőrizze, és a közeljövőben továbbfejlessze az ún. „**table-top**” kísérletezés kultúráját, amely a modern eszközpark mellett legalább annyira a **tudományos ötleteken** és az **egyéni, illetve kis csoportos kezdeményezéseken** alapul. A nagyberendezésekkel szemben, a table-top kísérletezés lényegesen kevésbé beruházás érzékeny, ugyanakkor, – éppen az optika és szilárdtestfizika számos területén –, abszolút élvonalbeli kutatás folytatható helyi laboratóriumokban. Mindeközben a kísérleteinkhez, a kereskedelmi forgalomban kapható eszközökből egyedi berendezéseket, vagy egyes eszközök jellemzőit bizonyos paramétereiben meghaladó műszaki megoldásokat kell kifejleszteni, ami nagyon megnöveli a **kutatói hozzáadott érték jelentőségét**. Továbbá fontosnak tartjuk, hogy a legmagasabb szintű kísérleti technikák elsajátításával és megvalósításával, intézetünk hozzájáruljon a **hazai műszaki bázis és technológiai színvonal növeléséhez, ami alapjául szolgál az ipari kapcsolatok bővítésének és húzóerőként hat számos iparágra**. Az egyes csoportok sikerességéhez az SZFI a megfelelő laborinfrastruktúra kialakításával, felújításával, illetve a műszaki háttér (mechanikai és elektronikai műhelyek) biztosításával tud hozzájárulni. Ezek a mechanikai háttér tekintetében jelenleg is megvannak, a felszereltségük javítása beruházást igényel, hatékonyságukon azonban javítani lehet. Az elektronika tekintetében rosszabb a helyzet. Ezt mindenképpen fejleszteniünk kell, azonban itt az a probléma, hogy a jól képzett villamosmérnököket és technikusokat felszívják az ipari vállalatok.

Az SZFI másik húzóága a **hagyományosan erős magyar elméleti fizikára** épül, és ezen belül különösen az anyagtudomány és kvantumfizika legújabb problémáinak

**számítógépes szimulációs** vizsgálatában eredményes. Ezeknek a sikeres kutatási irányoknak a fenntartásához gondoskodni kell a számítógépes klaszterek felújításáról, ami a jelenlegi hazai pályázati rendszerben nehezen oldható meg. Egy másik lehetőségünk a Wigner-felhő jobb kihasználása, amely a Wigner Adatközpont háttérére támaszkodik. Ugyanakkor stratégiai fontosságúnak tartjuk, hogy a numerikus fizika, - ami rendkívül gyorsan fejlődött az elmúlt 1-2 évtizedben -, a kutatók számára lényegében egy új elméleti módszert hozott létre a minket körülvevő világ megismerésére és a természeti törvények feltérképezésére. Az ország más kutatási intézményeihez hasonlóan, az SZFI ezen a területen is jelentős erőket szeretne allokálni.

Végül, a harmadik kulcsterület, az SZFI egyetlen nagyberendezésének, a reaktor mellett működő **neutronforrásnak** az üzemeltetése, amelyet a Neutronspektroszkópiai Osztály végez. Egyrészt továbbra is a nemzetközi szinten kell biztosítani a neutronforrás melletti mérőhelyek kihasználtságát különböző nemzetközi projekteken, másrészt szükségesnek tartjuk egy neutronspektroszkópiai módszerre lényegileg támaszkodó modern kutatási témának az SZFI-n belüli folytatását. Jelenleg ígéretes kezdeményezésnek tűnik a fotoszintézis anyagszerkezeti jelenségeinek vizsgálata a kisszögű neutrodiffraktométer használatával.

Egy következő perspektivikus téma, amely nagyberendezéshez kapcsolódik - az ELI-hez csatolt kutatások fejlesztése. Ebben a témában, az ELI Előkészítő fázisában (ELI-PP 2008-2012), amely egy 13 ország részvételével folyó nemzetközi EU FP-7-es pályázat keretén belül történt, az Intézetünk koordinálta a magyar részvételt – ekkor sikerült elérnünk azt, hogy ennek a nagyberendezésnek az egyik pillére – az Attoszekundumos Fényforrás (ELI\_ALPS) - Magyarországra kerüljön. Az ELI megvalósíthatósági terveinek a kidolgozásától (ELI White Book, Implementation Strategy, stb), az ELI-labor létrehozásáig és az ott folyó előkísérletekig, oktatási tevékenységig (amit az ELI-HU Kft. felkérésére végeztünk), az Intézetünk nagymértékben hozzájárult ennek a projektnek a sikeréhez. A létrehozott hELIOS labor jelenleg a legfejlettebb felkészülési háttérrel biztosítja az ELI számára, ahol ugyanakkor többféle saját kutatási program is megvalósul (pl. egy nemrégiben elnyert VEKOP projekt - Dombi Péter).

Ugyanakkor megjegyezzük, hogy számos területen nem sikerült az ELI irányítóit meggyőzni arról, hogy a nagyberendezés megvalósításában sokkal nagyobb mértékben be lehetett volna vonni a magyarországi kutatóintézeteket és iparvállalatokat.

### ***Kutatócsoportok, együttműködések***

Az SZFI, történelmi hagyományait követve, nem egy szűk területre fókuszál, hanem a kutatócsoportok sokféle témával foglalkoznak. Ennek előnye, hogy egy kis ország kutatóintézeteként a fizika tudományának nagyobb részét fedjük le és reprezentáljuk Magyarországon. Ugyanakkor nyilvánvaló hátrány, hogy sok témában a nemzetközi láthatósághoz szükséges kritikus méret hiányzik. Ennek egyik ellensúlyozási módszere, amellyel egyes kutatócsoportok témavezetői élnek az, hogy nagyon sok **nemzetközi együttműködést** kezdeményeznek, és ezeket hatékonyan használják ki. Ezt tükrözi a megjelent publikációk szerzőinek névsora – pl. a 2016-ban megjelent 240 referált cikk kétharmadának külföldi társszerzője is van. Az ilyen formában 35 országgal folyó együttműködéseink 39 külföldi egyetemet (17 németországit, 6 amerikai, 4 franciát, 3 - 3 japánt és osztrákot), valamint 20 kutatóintézetet (16 EU-s, 1 amerikai, 1 kínait, 1 ukránt és 1 orosz) érintenek. Ezt a tevékenységet az SZFI, – közvetett eszközökkel – a jövőben továbbra is támogatja.

Az SZFI vezetése kezdeményező szerepet vállal abban, hogy ne izolálódjanak el egyes kutatócsoportok. Az előttünk álló négyéves időszakban hatásos eszköz lehet erre a **Nemzeti Kvantumtechnológia Program**, amelynek a Wigner FK a konzorciumvezetője, és jelentős forrást hoz az intézetbe. Az intézeti „HunQuTech” projekt, amely nagyrészt **új laboratóriumok felépítését** tartalmazza, a meglévő kutatócsoportok között is növeli a koherenciát. Az egyetlen mágneses ponthibát térben feloldó, optikailag detektálható mágneses rezonancia eszközeinek (ODMR) megépítése a kvantumtechnológia projekt egyik célkitűzése (Gali Ádám Lendület csoportja). Emellett a ponthibák nanokristályban a kvantumkommunikáció alapelemét jelentő determinisztikus egyfoton-forrásként is használhatók, amelyen egy kristályfizikusokat és kvantumoptikusokat összefogó csoport dolgozik majd (Kis Zsolt és Kovács László csoportjai). Végül a fotonokban kódolt kvantumbit információ detektálására alkalmas atom-foton interfészt épít a Kvantumoptika csoport (Domokos Péter Lendület csoportja). Ezek a nanokristály-, illetve ultrahideg atom-alapú kvantumtechnológiai kísérletek, eddig hiányzó láncszemként fűzik össze az eddigi kísérleti kutatásokat.

Az ODMR fejlesztés közvetlenül kapcsolódik az optikai Raman-spektroszkópiát végző csoport munkájával (Veres Miklós csoportja, amely 2 db H2020-as pályázatot is megnyert), ők szintén foglalkoznak nanogyémántbeli nitrogén-vakancia centrumokkal. A Raman-spektroszkópia és infravörös spektroszkópia csoportok (Kamarás Katalin csoportja) között is gyakori az együttműködés, míg ez utóbbiak a szénelapú nanoszerkezetek vizsgálatában korábban intenzíven együttműködtek a röntgenspektroszkópiai csoporttal (Faigel Gyula csoportja). Másik oldalon az atom-foton interfész és egyfotonforrás megerősíti az intézetben működő optikai ágat. Ez egyrészt az optikai mérés technikai csoportot jelenti (Nagy Attila csoportja), akik korábban már létrehoztak egyfotonforrást parametrikus legerjesztéssel, másrészt a rövid impulzusú lézerekkel foglalkozó csoportokat (Dombi Péter Lendület csoportja, Szipőcs Róbert csoportja). A meglévő optikai és spektroszkópiai szaktudás a kvantumtechnológiai projekt megvalósításában is lényeges szakmai háttérrel nyújt. Továbbá a projekt keretében egy általános felhasználási célú elektronmikroszkópot is beszerzünk, amely a nanokristályok mellett sok egyéb, az intézetben folyó anyagvizsgálatot tesz lehetővé (Péter László csoportjának a felügyeletével).

Az SZFI-ben elvárás az elméleti kutatók irányában, hogy a **kísérletekhez kapcsolódó problémákkal** foglalkozzanak. A kvantumoptikai és szilárdtestfizikai modelleken dolgozó elméleti csoportok számára ezért lényeges megalapozottságot ad az ultrahideg kvantumgázokkal folyó kísérletezés megjelenése az intézetben (Legeza Örs Lendület-csoportja-, Juhász Róbert-, és Újfalussy Balázs-csoportja). A megjelenő kísérletekkel és a már meglévő nemzetközileg is magas szinten jegyzett elméleti munkával az SZFI Magyarországon belül, a BME Fizikai Intézete mellett, a kvantumfizika kiemelkedő centruma lesz, amely EU H2020 Quantum Technology Flagship programjaiban is szervesen részt tud venni.

Az SZFI-ben évek óta nagyon jól működnek a klasszikus soktest problémákkal foglalkozó csoportok (kisülési plazma – Kutasi Kinga csoportja, granuláris anyagok áramlása, folyadékkristályok – Börzsönyi Tamás csoportja, folyadékszerkezet – Jóvári Pál-csoportja), amelyek jó példát mutatnak az elmélet és kísérlet harmonikus együttműködésére. Ezek a csoportok a meglévő forrásokkal és pályázási lehetőségekkel a jövőben is fejlődni tudnak.

A felsorolt területeken a biztató tudományos jövőkép mellett az emberi erőforrás is biztosított, a csoportvezetők többnyire a 40-50 éves korosztályból kerülnek ki, és a 35-40 éves

korosztály is jól reprezentált a csoportokban. Jellemző, hogy az elmúlt években az SZFI 35 év körüli fiataljai országos összehasonlításban is kiemelkedően jól szerepeltek az NKFIH OTKA posztdoktori, illetve az MTA Bolyai Ösztöndíj pályázatokon. Jól látható probléma viszont, hogy hagyományos szilárdtestfizikai témákban a kutatói utánpótlás hiánya miatt a jövőkép bizonytalan (Kriza György-csoport, Balogh Judit-csoport).

Az előttünk álló időszakban kiemelt fontosságú lesz a még fiatalabbak, az egyetemről kikerülő doktoranduszok és kezdő posztdoktorok körében (25-35 év) a tehetségesebbek bevonása az intézeti munkába. Nagyon sok az intézetektől független tényező, amely a jelenlegi nem túl jó helyzetet okozza, de az SZFI-nek mindent meg kell tennie azért, hogy nagyobb esélyei legyenek a fiatal kutatókért folyó nemzetközi versengésben.

### ***Összefoglaló***

Az elmúlt másfél évben az intézet anyagi hátterét és biztonságát nagyban elősegítette az elnyert 2 db H2020-as (NEURAM és VISGE), az NVKP (SRS Applications), a VEKOP (Megújuló Energiatermelés Kutatása) a VKE (Gyártásdigitalizáció Fejlesztése) nagy konzorciális pályázatok, amelyek összege meghaladja az 1 milliárd Ft, valamint 18 OTKA pályázat. Ezek lehetőséget adnak a nemcsak a korábban kitűzött kutatási célok megvalósítására, de új témák beindítására – a genetika, a biológiai és orvosi alkalmazások, az ipari digitalizáció (Ipar 4.0), a megújuló energiák kutatása és a modern lézeres spektroszkópiai fejlesztések és alkalmazások irányába. Nagy várakozással nézünk az általunk koordinált Nemzeti Kvantumtechnológiai Program beindulására, amelynek teljes támogatása 3,5 milliárd forint (ebben az SZFI része 1,3 milliárd Ft.). Mindezek hozzájárulnak ahhoz, hogy az intézetben fejleszteni tudjuk a műszerparkot, új laboratóriumokat hozzunk létre és javítsuk a kutatók anyagi hátterét.

Nagy figyelmet fordítva a fiatalok utánpótlására és nevelésére, karrierjük elősegítésére, a nemzetközi és ipari kapcsolataink bővítésére, a pályázási esélyeink növelésére, azzal is vonzóvá próbáljuk tenni az intézetünket, hogy igyekszünk megvalósítani egy kollegiális, egymást segítő hangulatot és alkotói légkört, amely nemcsak az SZFKI-ra, de a Wigner Kutatóközpont két intézetére is jellemző. Mivel az SZFI és az RMI között igen sok közös kutatási téma folyik, ez nagyban elősegíti a közös célok elérését és megsokszorozza a lehetőségeinket.

Budapest, 2017. szeptember 30.

Czitrovsky Aladár s.k.  
SZFI igazgató