

ezen a területen a nagyvilágban, ehhez is elengedhetetlen a témakör értő művelése. Csak biztatni tudom a magyar nukleáris szakértői intézeteket, hogy a jövőben intenzíven foglalkozzanak a nukleárisüzemanyag-ciklus

zárásához és a 4. generációs reaktorokhoz kapcsolódó tématerületekkel.

Kulcsszavak: *energiapolitika, gyorsreaktor, üzemanyagciklus, megújuló, klímaváltozás*



Tanulmány

EURÓPA TÍZÉVES TUDOMÁNYOS ÚTITERVE AZ ESFRI ROADMAP 2016 ÉS MAGYAR KAPCSOLÓDÁSAI

Szabó István Lévai Péter

főosztályvezető, kormányzati ESFRI-delegált,
Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal
istvan.szabo@nkfih.gov.hu

kutatóprofesszor, tudományos ESFRI-delegált,
MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont
levai.peter@wigner.mta.hu

2016. március 8-án a Holland Tudományos Akadémia amszterdami székházában hivatalosan is bemutatásra került az *ESFRI Roadmap 2016* című kiadvány, amely összefoglalja az Európában található, nagyméretű, nemzetközi együttműködésben megépítendő vagy már építés alatt lévő tudományos kutatási infrastruktúrára vonatkozó tízéves európai fejlesztési stratégiát. Cikkünk első fejezetében röviden ismertetjük az európai közös kutatási infrastruktúra fejlesztési útitervének történetét, az ESFRI misszióját, a stratégiaalkotás legfontosabb mozzanatait és az új roadmap eredményét. Ez a bevezetés alapozza meg a második fejezetet, amelyben bemutatjuk az elmúlt évek magyar kapcsolódási pontjait. Jelenleg a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFI Hivatal) vezetése

mellett folyamatban van egy tudománypolitikai munka, amelynek eredménye rövidesen a *Magyar Nemzeti Útiterv* (Hungarian National Roadmap) megszületése lesz.

Az ESFRI Roadmap története és az ESFRI Bizottság munkájának eddigi eredményei

A Kutatási Infrastruktúrák Európai Stratégiai Fórumát (ESFRI – European Strategy Forum for Research Infrastructures) 2002-ben az Európai Bizottság (EC – European Council) hozta létre. Az ezredforduló idején zajló világgazdasági folyamatok kikényszerítették, hogy az európai államok összehangolják a nagyméretű, nemzetközileg jegyzett kutatási infrastruktúráik fejlesztési terveit. Egyúttal felmerült annak az igénye, hogy a hagyományos élő és élettelen természettudomány, valamint társadalom- és humán tudományok területei helyett új diszciplínák mentén, úgymint energetika, környezetvédelem, egészség

¹ A rövidítések feloldása és rövid magyarázata a cikk végén található.

és táplálkozás, fizikai és mérnöki tudományok, társadalom és kultúra, valamint információtechnológia kerüljenek megfogalmazásra az infrastruktúra-fejlesztési igények. A tervezés során a tagországoknak szembe kellett nézniük azzal a ténnyel, hogy a finansziális forrásaik és a rendelkezésükre álló magasan képzett kutatói (humán) erőforrásaik igencsak végesek, azok további, növekvő arányú, gyors bevonására, újabb meg újabb infrastruktúrák létrehozására csak indokolt esetben kerülhet sor. Ezért az új, modern berendezések megépítésénél egyrészt fontossági sorrendet kell felállítani, másrészt szükségessé vált a régi infrastruktúrák rövid határidővel történő bezárása. Ezek a létesítménybezárások azonban jelentős kockázatot jelentenek, mert sokszor kétséges, hogy az így elvesztett kutatás-fejlesztési potenciál azonnal pótolható-e egy új, az implementációs vagy akár már konstrukciós fázisában lévő berendezéssel. Hasonló kockázatot jelent a ráfordítások finanszírozása is, amely az érdekelt országok közötti együttműködés nélkül számos esetben (főleg természettudományos területen) lehetetlen lenne. Ezért nemzetközi szinten átgondolt, összehangolt tervezési és építési tevékenységet kell végezni az új infrastruktúrák kialakításánál. Világossá vált, hogy a részt vevő országoknak fókuszálniuk kell anyagi forrásaikat, hogy ténylegesen világszínvonalú, az adott kutatási területen meghatározóvá váló kutatási berendezések, infrastruktúrák jöjjenek létre, s ezzel biztosítsák az európai kutatások élvonalban való maradását. Az ESFRI ezen összehangoló tevékenység elősegítésére jött létre, mintegy helyettesítve egy közös európai tudományügyi minisztérium idevágó munkáját. A korábban és most létrejött útitervek bizonyítják, hogy az ESFRI képes megvalósítani ezt a missziót.

Az ESFRI Bizottságban, melyhez Magyarország 2005-ben csatlakozott, minden EU-tagállam tudományügyi főhatóságának megbízott munkatársával képviselteti magát.² Az ESFRI munkájában az EU-tagországok küldöttei mellett megfigyelő országok is részt vesznek (például: Svájc, Norvégia, Szerbia). A bizottság évente négyszer ülésezik, legtöbbször Brüsszelben.

Az ESFRI Bizottság 2002-es indulása után nagy lendülettel látott hozzá missziójának teljesítéséhez. 2006-ra elkészült az első útiterv (*ESFRI Roadmap 2006*), amit 2008-ban és 2010-ben további projektekkel bővítettek. Már 2010-ben világossá vált azonban, hogy az útiterv üteme erőltetett. Az *ESFRI Roadmap 2010*-en negyvennyolc beruházás szerepelt, ezeknek jelenleg kb. 60%-a látszik ténylegesen megvalósíthatónak. Sok projekt átalakult, néhánynál pedig nem történt érdemi előrelépés az elmúlt évek során. A nehézségek fő oka a tagországokban 2008 és 2010 között fellépő, s azóta is ható gazdasági visszaesés volt. Másképp fogalmazva: miközben az adott ESFRI-projektek indításának tudományos szükségszerűsége vitathatatlan volt, a megvalósításhoz szükséges anyagi forrásokat a támogató tagországok nem tudták magas prioritással, az előre eltervezett ütemezésben biztosítani – összhangban egyébként azzal a világszintű trenddel, ami a kutatási infrastruktúrák finanszírozásában lezajlott (Hallonsten – Heinze, 2012). Ezért is akadt meg az útiterv további bővítése, s ehelyett kezdetét vette egy hatéves munka, amely új alapokra helyezte

² Kormányzati delegáltak: Jároli Erika (2005–2010), Marjay Márta (2011–2014), Szabó István (2014–). A kormányzati delegált munkáját egy tudományos küldött is segítette, akit az MTA jelölt ki Falus András (2005–2009) majd Lévai Péter (2010–) személyében.

az ESFRI Roadmap frissítését. A 2016-os verzió elkészítését az alábbi szempontok vezérelték:

- a 2006-ban az útitervre került beruházási projektek lekerülnek a listáról. Ha az elmúlt tíz év alatt megvalósításra kerültek, vagy közel állnak a befejezéshez, akkor átkerülnek a most létrehozott ESFRI Mérföldkövek (*Landmark*) kategóriába – az EC így továbbra is kiemelt figyelemmel kíséri őket, és ezzel az új ESFRI-státussal segíti működésük gyors felfutását. A láthatóan megvalósítási nehézségekkel küzdő infrastruktúra-építő projektek lekerülnek a listáról, helyüket majd új tervek foglalják el.
- az új, 2016-os útiterv legfeljebb 25 infrastruktúra-projektet tartalmazhat. A bizottság ezért felülvizsgált minden, 2008-ban és 2010-ben felkerült projektet, valamint limitálta az elfogadott új projektek számát;
- a következő, 2018-as útiterv elkészítése 2016 őszén kezdődik el. A 2008-ban felkerült tervek az ESFRI Projektek közül mindenképp lekerülnek, s vagy átkerülnek a Landmark kategóriába, vagy törlik őket. Lehetséges újabb tervekkel pályázni, de a projektek huszonötös határszáma továbbra is betartásra kerül.
- új infrastruktúra tervének benyújtását csak akkor fogadja el a bizottság, ha legalább három ország tudományügyi főhatósága írásban támogatja a megvalósítását, és legalább egyikük rendelkezik az anyagi hozzájárulásról. Természetesen további országok vagy azok tudományos közösségei is támogathatják az infrastruktúra megvalósítását, de ez nem helyettesítheti a három vezető ország kötelezettségvállalását. Az internetről letölthető 210 oldalas, három nagy részből álló *ESFRI Roadmap 2016* elké-

szült. Ehhez az ESFRI először megalkotta a fentebb összefoglalt alapelveket, majd meghirdették a pályázatot az új helyekre. Párhuzamosan a különböző területeket képviselő albizottságok minősítették a már listán lévő projektek eddigi haladását, majd ezt követően (a tapasztalatok ismeretében) részletesen elemezték a benyújtott projektjavaslatokat. Ezt az aprólékos, de nagyon fontos tevékenységet tudományterületenként külön-külön végezték a különböző munkacsoportok, akik sok esetben külső szakértőket is bevontak. Amszterdamban egy hatéves, sokszor átgondolt és újraértelmezett munka ért véget az *ESFRI Roadmap 2016* kihirdetésével.

Az *ESFRI Roadmap 2016* kiadvány huszonegy ESFRI Projektet ismertet, amelyek közül hazánk az E-RIHS kulturális örökség projektben tagállam, az ACTRIS-, DANUBIUS-RI-, EPOS-, ERINHA-, EU-OPENSREEN-, EURO-BIOIMAGING-, EST-projektekben pedig érdeklődő/támogató résztvevő. A huszonegy projekt megvalósításának becsült összege kb. 2 Mrd euró, ami egy visszafogott vállalat, ha azt tekintjük, hogy a 2006-os Roadmap listájáról lekerült sikeres projektek teljes megvalósításához kb. 10 Mrd euróra lenne szükség. E megvalósult vagy megvalósítás alatt lévő beruházásokat az ESFRI Landmark kategóriában találhatjuk meg.

Az *ESFRI Roadmap 2016* a huszonegy projekt mellett huszonkilenc megvalósult beruházást emelt ki az ESFRI Landmark kategóriában. Ezek közül hazánk tagállam az ELI-, ESS ERIC-, EU XFEL- és a Hi-Lumi LHC-projektekben. A LifeWatch, ECRIN-ERIC-, ESRF-EBS-, ILL-20/20-, ESS Social-, SHARE ESS- és PRACE-projektek érdeklődő/támogató résztvevőként jelzik hazánkat, ami dokumentált, intézményi szintű elkötelezettséget jelent. Itt kell megemlítenünk, hogy

kormányzati oldalról kiadott hivatalos csatlakozási dokumentum csak a „tagállam” kategóriában létezik, azaz az E-RIHS, az ELI, az ESS ERIC, az EU XFEL és a HI-Lumi LHC esetében. A többi („érdeklődő/támogató résztvevő”) esetében a csatlakozásokra vonatkozó stratégiáját a jelenleg összeállítás alatt lévő *Magyar Nemzeti Útiterv* (Hungarian National Roadmap) fogja tartalmazni, amelyre a Pálincás József, az NKFI Hivatal elnöke által létrehozott Nemzeti Kutatási Infrastruktúra Bizottság tesz javaslatot. A *Magyar Nemzeti Útiterv* előreláthatóan 2016 közepére véglegesítődik, egyúttal irányt mutat a hazai erőfeszítéseknek az *ESFRI Roadmap 2016* kiadványban kiemelt infrastruktúrák ismeretében.

Az *ESFRI Roadmap 2016* kihirdetése megtörtént, de a bizottság már a jövőt tervezi. Eszerint 2016 szeptemberében Fokvárosban, az ICRI 2016 Konferencián kerül sor arra a bejelentésre, amellyel elindul egy következő kétéves periódus, amely az *ESFRI Roadmap 2018* kiadvány megjelenésével zárul majd. Az új útitervhez a 2008-ban elindított beruházások felülbírálatán és a beküldött új javaslatok megtárgyalásán keresztül vezet az út, beépítve az eljárásba az *ESFRI Roadmap 2016* megjelenése után szerzett tapasztalatokat. Már tárgyalás alatt van az *ESFRI Roadmap 2020* kiadása is. Az ESFRI-listákon szereplő infrastruktúrák egyértelműen és döntően meghatározzák az európai kutatás-fejlesztés főbb irányait, ezért a hazai útiterv kialakításában mindenképp figyelembe kell vennünk ezeket a dokumentumokat. Fontos kérdés, hogy tudjuk-e egyáltalán befolyásolni az összeurópai stratégiát, ezzel teret és lehetőségeket nyerve a magyar kutatás-fejlesztés szereplői számára – ennek előfeltétele a *Magyar Nemzeti Útiterv* elkészülte.

2. A magyarországi kutatási infrastruktúrák szerepe és nemzetközi beágyazottságuk

A *Magyar Nemzeti Útiterv* elkészítése az *ESFRI Roadmap 2016* kihirdetését követően láthatóan égetőbb, mint valaha. A hazai kutatási infrastruktúrák számba vétele és fejlesztési igényeiknek felmérése, továbbá ebből kiindulva egy nemzeti kutatási infrastruktúra fejlesztési program kialakítása alapvető tudomány- és innovációpolitikai érdek.

Az ESFRI hosszú idő óta ösztönzi az Unió tagországait, hogy készítsék el saját, nemzeti kutatási infrastruktúra útiterveiket (roadmap-jüket). Jelenleg szinte minden európai ország rendelkezik ilyennel, jelentős részük 2014–2015 folyamán vagy véglegesítette, vagy frissítette útitervét, éppen az *ESFRI Roadmap 2016* meghirdetésével összhangban.

Magyarország az útiterv elkészítésével eddig adós maradt, nem elsősorban az ESFRI, sokkal inkább a hazai kutatói közösség felé. Az adósság nem újkeletű, már egy 2007-es kormányhatározat rendelkezett arról, hogy a kutatási infrastruktúrák fejlesztésének stratégiai útiterve elkészüljön. A feladat megvalósítása 2008-ban kezdődött el a Nemzeti Kutatási Infrastruktúra Felmérés és Útiterv (NEKIFUT) projekt keretében, mely célul tűzte ki mind a kutatási infrastruktúrák felmérését és azok nyilvános, interneten elérhető adatbázisának létrehozását, mind a *Magyar Nemzeti Útiterv* elkészítését. A projekt első fázisában, amely 2011 végéig tartott, mintegy 438 kutatási infrastruktúra adatai kerültek összegyűjtésre és publikálásra nyílt, kereshető formában. A kutatási infrastruktúrák területén a projekt olyan definíciót alkalmazott, amely lehetővé tette, hogy a „modern” értelemben vett kutatási infrastruktúrák (anyagbankok, adatbankok, információs rendszerek stb.) is

a felmérés és útiterv részei lehessenek, összhangban az európai és globális trendekkel. A projekt lényeges eleme volt az ún. Stratégiai Kutatási Infrastruktúrák (SKI) cím létrehozása is, amelyet hatvanhárom hazai kutatási infrastruktúra nyert el, egyúttal a létrejött adatbázis alapot adott arra, hogy elkészüljön a nemzeti kutatási infrastruktúra útiterv. Az államigazgatásban bekövetkezett változások azonban, melyek a tudománypolitika területét is érintették, az útiterv létrehozását erősen lelassították.

Az útiterv létrehozása 2013 végén került ismét elérhető közelségbe – Magyarország Intelligens Szakosodási Stratégiájának (Smart Specialisation Strategy – S3) készítésével összhangban –, amikor létrejött a tárcaközi kutatási infrastruktúra munkacsoport, melynek feladata volt, hogy a külföldi kutatási infrastruktúrákban történő hazai részvételre javaslatot tegyen. A munkacsoport a Nemzetgazdasági Minisztérium, valamint a Nemzeti Innovációs Hivatal koordinációjában elkészítette a javaslatot, amely rangsorolta azon infrastruktúrákat, melyekben Magyarországnak érdemes lenne részt vennie. Az S3-hoz kapcsolódóan előálló új feladatok miatt a javaslat végül nem került a kormány elé, így a külföldi infrastruktúrákban történő részvételről a döntés eltolódott.

Ezzel párhuzamosan elindult a NEKIFUT regiszterének frissítése, ami 2014 folyamán zajlott le. A frissítés eredményeként mintegy 361 kutatási infrastruktúra adatai kerültek frissítésre, melyek közül száznégyszáz infrastruktúra kapott „stratégiai” minősítést. A projekt céljaként kitűzött útitervet szakpolitikai oldalról megtámogatandó, ugyanez év végén jött létre a kutatási infrastruktúrákhoz kapcsolódó, korábbi helyzetelemzéseket, szakpolitikai ajánlásokat szintetizáló és egységes

keretbe foglaló dokumentum *Kutatási Infrastruktúrák Magyarországon* címmel, amely kormányhatározatban került elfogadásra. A dokumentum elfogadásában kulcsszerepe volt az ekkor létrejött Nemzeti Kutatási Infrastruktúra Bizottságnak, mely a tudományos élet és az államigazgatási intézmények képviselőiből tevődik össze. A benne foglalt szakpolitikai irányvonalak a jövőbeli tervezéshez erős alapot biztosítanak, ugyanakkor a tudományos közösség támogatását is bírják. A dokumentumban megfogalmazott szakpolitikai ajánlások tényalapú képet festenek a kutatási infrastruktúrák helyzetéről, valamint lefektetnek néhány olyan alapvetést, melyek a jövőbeli döntéshozatalban kulcsszerepet játszanak. Egyik lényeges szempont, hogy a tudományterületekhez köthető infrastruktúrákat tudományterületi bontásban kell vizsgálni, például az élő és élettelen természettudományokat nem lehet egymással összevetve értékelni, összhangban azzal, hogy az infrastruktúrák és a vállalati, kutatói igények tudományterületenként jelentősen eltérnek egymástól. Ugyanígy fontos eleme annak rögzítése is, hogy az egyes tudományterületeken jelen lévő infrastruktúrák forrásigénye eltérő, vagy akár a nyitottság mint kulcsszempont megjelenése az infrastruktúrák használatában.

A dokumentumban megfogalmazott fejlesztési irányok és a külföldi részvétel kérdése összhangban állnak az európai trendekkel, amennyiben a tudományos kiválóság és a hálózatosodás mellett lényegesnek tekintik a társadalmi-gazdasági hasznosulást is, egyidejűleg megfogalmazódik valamilyen irányú értékelési igény is a részvételek hasznosságát illetően. Felsősorlásra kerülnek – nem a kizárólagosságra törekedve – azok az infrastruktúrák is, melyekhez kormányzati oldalról első-

sorban érdemes megvizsgálni a csatlakozást. A dokumentum átfogó jellege, illetve a kormányzati szándék hosszú idő után történő megjelenése eredményezhette azt, hogy a kutatói közösségben egy ideig a dokumentumot mint a nemzeti útitervet tekintették – bár ez semmilyen formában nincs jelezve benne. Helyesebb úgy tekinteni rá, mint a *Magyar Nemzeti Útitervet* megalapozó stratégiai dokumentumra, amely egyidejűleg az uniós források elosztására és a kutatási infrastruktúrák általános jövőbeli fejlesztésére is tartalmazza a szakpolitikai irányokat.

A fenti folyamat eredményeként lehetőség nyílt a továbblépésre, ami lehetővé tette a külföldi kutatási infrastruktúrákhoz történő csatlakozási javaslatok és a részvételek új alapokra helyezését. A múltban a csatlakozások sok esetben nem tényekre alapulva történtek, mivel a megfelelő adatok nem is álltak rendelkezésre a döntéshozatalhoz. Ugyanakkor a sokszor hivatkozott nagybetűs, „EURÓPAI” döntéshozatali rendszerekben sem más a helyzet, hiszen az ott megvalósuló nagyprojektek esetében, mint „például a CERN, ESO, ILL, ESRF vagy az XFEL esetében a politikai folyamat zavaros és átláthatatlan volt”, de a felsoroláshoz az ESS-t is hozzátehetjük (Haltonsten, 2014) – Magyarország mindegyikben érdekelt tudományos (esetenként kormányzati) oldalról. Az S3-hoz kapcsolódó stratégiai dokumentum elfogadása, illetve az időközben lezárult újabb kutatási infrastruktúra felmérés egyidejű elkészülte szerencsés időpontban zajlott le: az ESFRI Roadmap frissítéséhez kapcsolódóan 2015 tavaszán az ESFRI-projektekhez történő hazai csatlakozási javaslatok megítélésében kulcsszerepe volt a stratégiai dokumentumnak. 2015 őszén elindult egy újabb felmérés, amely azonosítani kívánta a hazai intézmények pontos körét

az egyes külföldi infrastruktúrákhoz való csatlakozás vonatkozásában. Az intézmények részletes adatlapjain a tudományos kiválóság mellett lényeges új szempontként jelent meg a korábban szinte nem vizsgált kutatói utánpótlás kérdése, illetve az egyes külföldi infrastruktúrákba történő természetbeni beszállítások lehetősége is. Természetesen a tagdíj kérdése is lényeges, főképp, mivel a nemzetközi trendek is azt mutatják, hogy a jelenlegi külföldi infrastruktúra-részvétel finanszírozási rendszere általában véve nem fenntartható. A jövőre nézve e téren kétfajta út tűnik járhatónak. Egyrészt, a kisebb részesedésű országok által létrehozott, konzorciális alapon történő tagdíjfizetés (például az ESRF-tagdíjat hosszú ideig az ún. CentralSync konzorcium tagjaként fizettük Csehországgal és Szlovákiával közösen) másrészt a kutatási infrastruktúrákba történő természetbeni beszállítások arányának növelése. Ez utóbbi garantálja a szakpolitikai oldal számára egyrészt a nemzeti gazdaság *high-tech* K+F-termékeinek, szolgáltatásainak piacát, valamint a tagdíj egy része, ha áttételesen is, de végül nemzeti oldalon jelenik meg. A természetbeni beszállítás nyilvánvalóan a még építési fázisban lévő nagy infrastruktúráknál működhet, míg a tagdíjfizetés a már működő, Magyarország számára fontos infrastruktúrák esetében meghatározó.

A 2015 őszén lezajlott felmérésre beérkezett külföldi infrastruktúra-csatlakozási javaslatokat a Nemzeti Kutatási Infrastruktúra Bizottság három kategóriába sorolta: élő természettudományok, élettelen természettudományok, társadalom- és humántudományok. A csatlakozási javaslatok összeállításánál az ESFRI Roadmaphez való illeszkedés kulcsszerepet játszik, így azok az infrastruktúrák, melyek a Roadmapen, akár mint Land-

mark, akár mint Projekt szerepelnek, előnyt élveznek az értékelésnél. A bizottság javaslata alapján történő döntést követően az NKFI Hivatal megteszi a szükséges intézkedéseket ahhoz, hogy a kiválasztott kutatási infrastruktúrákkal kormányzati oldalról is megtörténjen az egyeztetés a csatlakozásról, valamint ezzel egyidejűleg gondoskodik a döntések társadalmi kommunikációjáról is, hiszen a tudományos eredmények, részvételek megismertetése a széles közönséggel kulcsfontosságú. E téren érdemes Magyarországnak is olyan tudatos kommunikációt folytatnia, amelyet például az European Spallation Source (ESS) esetében a svédek, akiknél ez döntő szerepet játszott a projekt társadalmi elismertségében (Agrell, 2012).

A csatlakozási tárgyalások kulcselemét fogja képezni az épülő infrastruktúrák esetében a természetbeni beszállítás lehetősége – amelyre jó példaként az említett ESS-beszállítások (URL1) kiemelkedő hazai részvétele szolgál – elsősorban a hazai vállalkozások számára. A meglévő infrastruktúrákhoz történő csatlakozásnál ezen túl egyrészt a konzorciális csatlakozás lehetőségei kerülnek feltérképezésre, illetve a természetbeni beszállítás FTE-ben történő finanszírozása, ahol ez lehetséges. Az új belépések a jövőben, ahol csak lehetőség van, olyan formában valósulnak meg, hogy a külföldi kutatási infrastruktúra-részvétel bizonyos időközönként – tervezetesen négy vagy öt évente – felülvizsgálatra kerül és amennyiben Magyarország számára a részvétel valamely oknál (akár tudományos, akár pénzügyi) fogva nem kedvező, a kilépés lehetőségét biztosítani kell a külföldi infrastruktúrából. A tárgyalások egyik fontos eleme, hogy az esetleges kilépés ne járjon indokolatlanul nagy járulékos veszteséggel – jelenleg több olyan infrastruktúrában is részt veszünk,

amelyekből a kilépés csak elméletileg lehetséges, olyan jelentős veszteséggel járna anyagi és tudománydiplómiai oldalról.

A csatlakozási javaslatok értékelésének egyik kiemelt szempontja a tudományos teljesítmény mérése mellett a kutatói utánpótlás meglétének vizsgálata. A belépés mérlegelésénél ez az adat kulcsszerepet játszik, hiszen a csatlakozásra javasolt infrastruktúrák mindegyike tudományos vonatkozásban kellően magas szintű ahhoz, hogy Magyarország belépése indokolt legyen, mégis tisztában kell lennünk azzal, hogy melyek ezek közül azok, amelyek több kutatót tud hozzáférni, ezáltal a tagdíjat jobban kihasználni. Azokról az infrastruktúrákról sem kell ettől függetlenül „lemondani”, amelyek kormányzati szinten jelenleg nem kerülnek támogatásra – itt megoldás lehet az egyedi kutatói pályázat, vagy más, alternatív finanszírozás, ami az igényeket anyagilag is jobban fedi, mint az általában jelentősebb összegű és erős elkötelezettséget jelentő tagdíj.

A csatlakozásokra vonatkozó döntés után lehetővé válik, hogy elkészüljön a *Magyar Nemzeti Útiterve* is. A roadmapen várhatóan két típusú infrastruktúrát érdemes majd szerepeltetni. Az egyik kategóriát azok alkotják, amelyek a külföldi infrastruktúrákban való részvétel miatt fontosak, akár mint egy hálózat tagjai, akár mint a külföldi infrastruktúra használatához szükséges hazai infrastruktúrák. Az ESFRI Roadmap és az ahhoz kapcsolódó hazai kapcsolódásokra vonatkozó döntés erősen determinálja a roadmapen szereplő infrastruktúrák jó részét – Magyarország az európai kutatási térség részét alkotja, így egyértelmű, hogy elsősorban európai infrastruktúrákban kell gondolkodnunk. A másik kategóriába azokat érdemes sorolni, amelyek valamilyen nemzeti jelleggel rendelkeznek, és

máshol nem elérhetőek, és ezzel együtt magyar vonatkozásban fontosak (pl. adatbankok). Az útiterven szereplő majdani infrastruktúrák száma (a külföldi roadmapek tapasztalatait is figyelembe véve) legfeljebb huszonöt-harminc darab lehet, melyeket szintén folyamatosan felül kell vizsgálni a külföldi infrastruktúra-részvételekkel összhangban is.

A külföldi infrastruktúra-részvételekhez és a *Magyar Nemzeti Útitervhez* kapcsolódó felmérés és értékelés tervezetten két évente történne meg. Ehhez az útiterv megjelenésével együtt ki kell alakítani egy transzparens szempontrendszert, amelyben a tudományos hatások mellett megjelennek olyan szempontok is, mint az innovációs vagy a társadalomra, gazdaságra gyakorolt hatások. Ez utóbbi két szempont újfajta kihívások elé állítja az útiterven majdan szereplő infrastruktúrákat számos szempontból, melyekre érdemes röviden kitérni. A korábban világszerte elterjedt nézet, hogy a kutatási infrastruktúrákra költött ráfordítások eredményét nem igazán vizsgálták, mostanra megváltozott, ami az ESFRI Roadmapre is közvetlen hatást gyakorolt. A társadalom számára fontos bemutatni, hogyan hasznosulnak a kutatási eredmények, még akkor is, ha egyes tudományterületeken ez a hasznosulás adott esetben akár tizenöt-húsz évbe is telhet (Eagar, 1995). Minden kutatási infrastruktúrához kötődő újabb keletű dokumentum lényeges szempontként említi az ipari kapcsolatokat és a társadalmi hatást, éppen a társadalmi igényekre reagálva – igaz, hogy ezek mértékét vagy meglétét az esetek többségében tényadatokkal nem lehet alátámasztani. A mérhetőség iránti igény, annak azonosítása, hogy adott ráfordítás milyen hasznot hoz (ezalatt nemcsak gazdasági, hanem tudományos, társadalmi hasznot is értve) egyre erősödik.

A helyzetben egy olyan értékelési rendszer bevezetése változthat, amely megfelelő adatszolgáltatásokon alapulva lehetővé teszi annak a kölcsönösen előnyös állapotnak az elérését, amelyben a szakpolitika és a kutatói közösség is világosan látja, hogy akár a külföldi infrastruktúrában való részvétel, akár a hazai infrastruktúra teljesítménye hogyan alakul. A kutatási infrastruktúrák területén több kezdeményezés indult arra, hogy miként lehet azokat értékelni, ugyanakkor ezek még meglehetősen kezdeti fázisban vannak (Horlings et al., 2012). Az értékeléshez kapcsolódó indikátorok Magyarországon tervezetten a fentebb is említett tudományos-gazdasági-társadalmi hatás mentén kerülnek kialakításra. Ehhez olyan, jelenleg rendelkezésre nem álló adatokra lesz szükség, mint például a külső vállalkozásokkal közös projektek értéke, résztvevőinek száma, az infrastruktúrát használó kutatók száma, fokozatot szerettek száma, vagy akár a sajtómegjelenések száma. Nyilvánvaló, hogy nem minden típusú infrastruktúra „piacosítható”, így a tudományterületenkénti megkülönböztetés az értékelésnél elengedhetetlen, amelynek szintén szükséges kialakítani a módszertanát.

A *Magyar Nemzeti Útiterv*, csakúgy, mint európai párja, az ESFRI Roadmap, nem egy, a tudományos közösség számára készülő „lista” tehát, hanem egy olyan élő dokumentum, amely az értékelési rendszer működtetésén keresztül követi a hazai kutatói igényeket. Ezzel egyidejűleg, ahol lehetséges, a gazdasági és társadalmi szempontokat is megjeleníti akár a természetbeni beszállításokon, akár a kommunikáción keresztül – ez utóbbi abban is jelentős segítséget nyújthat, hogy felkeltse a tudományos pálya iránti érdeklődést, ami szintén nem utolsó szempont. A kutatási infrastruktúrákra olyan egységekként

kell tekinteni, amelyek szerves részei a hazai és az európai innovációs rendszernek, egyfajta „hálóként” szolgálnak a rendszer különböző szereplőinek, legyenek azok kutatók, diákok, vállalkozások. A fenti folyamat eredményeként eljuthatunk oda, hogy e téren nem-

csak felzárkózunk, hanem utat is mutathatunk Európának.

Kulcsszavak: *Kutatási infrastruktúra, ESFRI Roadmap, NEKIFUT, Magyar Nemzeti Útiterv, S3*

IRODALOM

- Agrell, Wilhelm (2012): Framing Prospects and Risk in the Public Promotion of ESS Scandinavia. *Science and Public Policy*. 39, 429–438. doi: 10.1093/scipol/scso45
- Eagar, Thomas W. (1995): Bringing New Materials to Market. *Technology Review*. 98, 2, 42–49.
- ESFRI Strategy Report on Research Infrastructures – ESFRI Roadmap 2016. • https://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/esfri/esfri_roadmap/esfri_roadmap_2016.pdf
- Hallonsten, Olof – Heinze, Thomas (2012): Institutional Persistence through Gradual Adaptation:

- Analysis of National Laboratories in the USA and Germany. *Science and Public Policy*. 39, 4, 450–463. doi: 10.1093/scipol/scso47
- Hallonsten, Olof (2014): Unpreparedness and Risk in Big Science Policy: Sweden and the European Spallation Source. *Science and Public Policy*. 42, 3, 415–426. doi: 10.1093/scipol/scuo64 • <http://spp.oxfordjournals.org/content/42/3/415.full.pdf+html>
- Horlings, Edwin – Gurney, T. – Somers, A. (2012): *The Societal Footprint of Big Science*. Rathenau Instituut, Den Haag
- URL: <http://nkfih.gov.hu/nemzetkozi-tevekenyseg/nemzetkozi-hirek/jelentes-magyar>

A CIKKBEN ELŐFORDULÓ RÖVIDÍTÉSEK FELOLDÁSA ÉS RÖVID MAGYARÁZATA:

- ERIC (European Research Infrastructure Consortium): Több európai helyszínen elosztott erőforrással rendelkező kutatási infrastruktúra működtetésére létrehozott jogi személyiség.
- „ESFRI Project” infrastruktúrák magyar tagsággal vagy támogató részvétellel:
- E-RIHS (European Research Infrastructure for Heritage Science): a legmodernebb eszközök és szolgáltatások hálózata kulturális és természeti örökségek vizsgálata, dokumentálása és megőrzése céljából. Magyarországi múzeumok, kutatóintézetek és anyagvizsgáló infrastruktúrák vesznek részt benne.
- ACTRIS (Aerosols, Clouds and Trace Gases Research Infrastructure): földfelszíni adatgyűjtő állomások hálózata a földi atmoszféra múltbeli, jelenlegi és jövőbeni viselkedésének jobb megértése céljából.
- DANUBIUS-RI (International Centre for Advanced Studies on River-Sea Systems): Európa legnagyobb folyóinak torkolatánál lévő állomásokból kialakított interdiszciplináris kutatási és innovációs hálózat a folyó–tenger kölcsönhatás vizsgálatára.
- EPOS (European Plate Observing System): a Föld szárazföldjeinek dinamikai viselkedését tanulmányozó nemzetközi hálózat, amely részletesen tanulmá-

- nyozza a földrengések, vulkánkitörések, cunamik, egyéb tektonikai instabilitások létrejöttét, dinamikai viselkedését.
- ERINHA (European Research Infrastructure on Highly Pathogenic Agents): az embereket megfertőző emberi és állati mikroszkopikus kórokozók tulajdonságait, azok terjedését, a fertőző betegségek közegészségügyi, társadalmi és gazdasági következményeit vizsgáló és elemző infrastruktúra-hálózat.
- EU-OPENSREEN (European Infrastructure of Open Screening Platforms for Chemical Biology): az emberi, állati és növényi rendszerek sejt szintű befolyásolására alkalmas kémiai és biológiai anyagok tulajdonságainak, hatásmechanizmusának vizsgálatát európai szinten összehangoló hálózat.
- EURO-BIOIMAGING (European Research Infrastructure for Imaging Technologies in Biological and Biomedical Sciences): a legmodernebb, molekuláris szintű képalkotó infrastruktúrák hálózata, amely biológiai, orvosi, gyógyszerészeti kutatások és fejlesztések összehangolt, magas szintű művelését teszi lehetővé.
- EST (European Solar Telescope, Kanári-szigetek): a Nap alapvető folyamatainak, a napléggör dinamikájának és a helioszféra tulajdonságainak tanulmányozására épülő 4 m-es teleszkóp.

„ESFRI Landmark” infrastruktúrák magyar tagsággal vagy támogató részvétellel:

ELI (Extreme Light Infrastructure, Prága, Szeged, Bukarest): a fény–anyag kölcsönhatást, valamint a nagyteljesítményű, extrém rövid impulzusú lézerek anyagtudományi, kémiai, biológiai és magfizikai alkalmazását tanulmányozó, elosztott helyszínű kutatási infrastruktúra.

ESSERIC (European Spallation Source, Lund): a világ legintenzívebb neutronforrása, amely biológiai, orvostudományi, fizikai, anyagtudományi, energia- és környezetvédelmi, valamint kulturális örökségvédelmi vizsgálatok elvégzését teszi lehetővé.

EU XFEL (European X-Ray Free-Electron Laser Facility, Hamburg): az első szupravezető mágnesekkel működő szabadelektron röntgenlézer, amely lehetővé teszi ultrarövid röntgenimpulzusok biológiai, orvostudományi és anyagtudományi alkalmazását kutatási és fejlesztési programokban.

Hi-Lumi LHC Upgrade (High-Luminosity Large Hadron Collider, Genf): A CERN legnagyobb gyorsítójának, a nagy hadronütköztetőnek továbbfejlesztett változata, amely segítségével, a megnövelt intenzitás és ütközési gyakoriság eredményeként, huszonegy tagország 15 000 kutatója lesz képes új részecskék felfedezésére.

LifeWatch: a biológiai sokféleség és ökoszisztéma kutatását szolgáló elosztott helyszínű kutatási hálózat, amely a tizenöt részt vevő ország adatgyűjtő pontjából, vizsgálati állomásából, valamint az adatokat tároló és elemző intézményekből és e-infrastruktúráikból áll.

ECRINERIC (European Clinical Research Infrastructure Network): klinikai vizsgálatok eredményeit tartalmazó, nemzeti adatbázisok összekötése és egységesítése eredményeként létrejött európai szakértői

adatbázis-hálózat, amely növeli a betegségek felismerésének és a betegek ellátásának sikerességét.

ESFRI (European Strategy Forum for Research Infrastructures): Kutatási Infrastruktúrák Európai Stratégiai Fóruma

ESRF-EBS Upgrade (European Synchrotron Radiation Facility — Extremely Brilliant Source, Grenoble): az anyagszerkezetet az atomi szinttől a nanométeres skáláig vizsgálni képes nagyenergiás szinkrotron-sugárzást előállító gyorsító továbbfejlesztett változata.

ILL 20/20 Upgrade (Institute Max von Laue-Paul Langevin, Grenoble): a szilárdtestfizika, kémia, biológia, magfizika és anyagtudomány területén folyó, nagy intenzitású neutronforrást igénylő kutatásnak, K+F-tevékenységnek helyet adó, nemzetközi együttműködés keretében működtetett kutatóreaktor.

ESS Social ERIC (European Social Survey): a társadalmi magatartások és viselkedések tanulmányozására létrehozott nemzetközi együttműködés, amelyben a 24 tagország kutatói összegyűjtik, elemzik és összehasonlítják a témakörbe eső információkat, s kétfévente egész Európára szóló elemzést jelentenek meg.

SHARE ERIC (Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe): húsz ország által létrehozott együttműködés, amely az ötven éven felüli népesség öregedését, nyugdíjazását, egészségi, szociológiai és gazdasági problémáit tanulmányozza a tagországok által létrehozott és bővített, elektronikusan összekötött adatbázisokra támaszkodva.

PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe): a négy alapító tagország hozzájárulásából létrejött, hat szuperszámítógépből álló páneurópai hálózat, amely erőforrást a részt vevő államok kutatói kiválósági alapon vehetik igénybe nagy erőforrásigényű tudományos és mérnöki feladataik megoldására.



AZ ÖREGEDÉS ÉS AZ ALZHEIMER-KÓR

Penke Botond Hortobágyi Tibor

az MTA rendes tagja,
MTA–SZTE Szupramolekuláris
és Nanoszerkezetű Anyagok Kutatócsoport, Szeged
penke.botond@med.u-szeged.hu

PhD,
Debreceni Egyetem Patológiai Intézet
Neuropatológiai Tanszék
hortobagyi@neuropathology.hu

Fülöp Livia

PhD, Szegedi Tudományegyetem Orvosi Vegytani Intézet
fulop.livia@med.u-szeged.hu

„...mindannyiunk háta mögött felgyűlt az idő; szép csendesen ereszkedünk alá, mint a harangóra súlya. Mind közelebb a földhöz, aztán kopp! – megérkeztünk, s nincs kéz, amely az órát még egyszer felhúzná.”

Sütő András: *Anyám könnyű álmot ígér*

Bevezetés

Évezredek óta keresi az emberiség az utat az öregedés lelassítására, az ifjúság és az egészség minél hosszabb megőrzésére. Az ókori görögök azt is tudták, hogy egészség és ifjúság nélkül a halhatatlanság igen keveset ér. Ezt jelképezi a halhatatlanságot szerzett, de öregében összezsugorodó, tücsökké változó Tithónosz története. A tudomány mai állása szerint minden egyes emberi embrió kb. száz-húsz éves programot hordoz magában, ez tartalmazza öregedésének és halálának menetrendjét is. Ez a program azonban különböző okok miatt nem teljesül: Klóthó nem fonja végtelen hosszúra az emberi élet fonalát.

Az öregedés gyakorlatilag testünk minden részét érinti, tüneteit előbb-utóbb mindenki megismeri:

- Csökken a szív kapacitása, a maximális szívfrekvencia, a tüdőkapacitás.
- Leépiül lassan az izomzat tömege (szarkopénia), ennek üteme évi 1% körül van.
- Elfajulnak, elkopnak az ízületek porcai, jelentkezik az artrózis. A csökkenő erő és ügyesség bizonyos foglalkozások és művészetek (például balett) gyakorlását szinte lehetetlenné teszik.
- A szervezet válasza a vércukorszint változásaira gyakran nem megfelelő, és kialakulhat a diabetes.
- Csökken a máj és a vese méregtelenítő kapacitása, sok esetben a szükséges gyógyszerek metabolizmusa és kiválasztása is gondot okoz. Emésztőrendszeri zavarok is jelentkeznek, nehezebben szívódnak fel például a vitaminok.
- Az ellenállóképesség csökken, gyengül az immunrendszer.
- Ráncosodik a bőr, megváltozik a szervezet zsíreloszlása.
- Az erek falában lerakódások jelennek meg, kialakul az érelmeszesedés (ateroszklerózis).
- Az érzékelés is változik: gyengül a látás, hallás, szaglás, tapintás és ízlelés képessége.