

Közgazdasági Szemle, LVII. évf., 2010. január (71–90. o.)

PÁLINKÓ ÉVA–MOSONINÉ FRIED JUDIT–SOÓS SÁNDOR

## Tudományos fokozattal rendelkező fiatal biológusok munkahelyi orientációja

A kutatói életpálya legmeghatározóbb szakasza a doktori fokozat megszerzését követő hat-nyolc év. Az ezen időszakot vizsgáló nemzetközi kutatások két fontos tényre hívják fel a figyelmet. Egyfelől arra, hogy az egyetemi és a kutatóintézeti munkahelyek száma lassabban nő, mint a doktorok száma, emiatt érdemes már a képzés idején diverzifikált életpályában gondolkodni. Másfelől empirikus vizsgálatokból az is kiderült, hogy nincs szó „elveszett generációról” a fiatal doktoráltak esetében: a felsőoktatáson kívüli közszféra, a magánszektor vagy a nonprofit szektor akár a PhD-fokozattal rendelkezők 50-60 százalékának is képes megfelelő pozíciót és feladatot biztosítani. Kutatásunk a vártnál sokkal kevésbé tárt fel új munkaerő-piaci tendenciákat az 1993 után PhD-fokozatot szerzett biológus kutatók esetében. Eredményeink szerint Magyarországon még közel 70 százalékban a felsőoktatásban vagy az MTA kutatóhálózatában (együtt: akadémiai szektor) helyezkednek el a frissen doktoráltak, és a legfontosabb alternatíva nem az üzleti szektor, hanem a külföldi munkahely választása. A különböző szervezeti típusokban való munkavállalás valószínűségét próbáltuk meg modellezni. A kis minta ellenére jól látható, hogy az akadémiai karriertípus vizsgált tényezői határozottan különböznek a magánszférában dolgozó típusaitól.\*

Journal of Economic Literature (JEL) kód: C11, C19, J49.

A kutatók élete és munkája mindig érdekelte a tudományos és a tudományon kívüli közösséget. A kíváncsiságot Magyarországon ezzel kapcsolatban elsősorban önéletrajzi vagy interjúkötetek elégítik ki. Ezekhez képest más jellegű információval szolgál az a néhány életpálya-kutatás, mely tudományos eszközökkel, elméletileg és módszertanilag megalapozottan zajlott (*Bukodi–Harcza–Falussy* [1997]; *Angelusz és szerzőtársai* [1998]; *Hrubos* [2002]; *Fábri I.* [2008], *Fábri Gy.* [2002]). Ezek a tudományos fokozattal rendelkezők körében végzett életpálya-kutatások nem az egyént, hanem azok összességét vizsgálják, a tudományrendszer jellemző mechanizmusait igyekeznek feltárni. Eredményeik azonban

\* Az MTA Kutatásszervezési Intézetben végzett Fiatal kutatók: doktori képzés és életpályamodell című kutatást az NKTH Jedlik Ányos programja támogatta 2007–2009 között. Projektvezető: *Tolnai Márton*. Közreműködő kutatók: *Mosoniné Fried Judit, Palló Gábor, Pálinkó Éva, Stefán Eszter, Horváth Dániel, Mund Katalin, Csehó Julianna, Kristóf Péter*.

*Pálinkó Éva* tudományos munkatárs, a Budapesti Corvinus Egyetem doktorjelöltje, MTA Kutatásszervezési Intézet (e-mail: epalinko@yahoo.com).

*Mosoniné Fried Judit* az MTA Kutatásszervezési Intézetének igazgatóhelyettes (e-mail: h526mos@ella.hu).

*Soós Sándor* az MTA Kutatásszervezési Intézet tudományos munkatársa (e-mail: ssoas@colbud.hu).

jobbára még a kandidátusi fokozatot szerzők, illetve az átmeneti években PhD-fokozatot szerzők életpályájának jellegzetességeit írják le, a későbbiekben PhD-fokozattal rendelkező fiatalok karrierjének alakulásáról nem tudnak számot adni.

Cikkünk alapja egy olyan kutatás, amely a PhD-fokozatúak életpályájának első, kiemelkedő jelentőségű szakaszára, a fiatal kutatói évekre koncentrál. A kutatás célja a PhD-fokozattal rendelkezők életpálya-vizsgálatának megalapozása, amihez a fiatal biológusok mintáját választottuk ki. Az adatfelvétel 2007 és 2008 között zajlott, interjúk, fókuszcsoportos és online kérdőíves módszerekkel. Vizsgáltuk a pályaválasztás, a doktori képzés, a pályára lépés és a pályán maradás jellemzőit. Ezek mindegyikéhez kapcsolódik cikkünk központi kérdésköre: a munkahelyi orientáció. Alapkérdésünk az volt ezzel kapcsolatban, hogy vajon a biológiai tudományokból fokozatot szerzett fiatalok is követik-e a Magyarországon nagy presztízsű akadémiai karriert, vagy már van olyan számottevő réteg, amely szívesen keres más lehetőségeket. Feltételeztük, hogy ahogyan Nyugat-Európában, úgy nálunk is megkezdődött az akadémiai szektor telítődése, és ezzel párhuzamosan növekszik az érdeklődés az akadémiaitól eltérő pályák iránt.

A cikk két részből áll. Az első részben hazai és külföldi szakirodalom, illetve kvalitatív kutatási eredményeink alapján kiemeljük a fiatal kutatói életpálya munkaerő-piaci szempontból legjelentősebb problémáit. A második részben a fiatal biológusok mintáját tartalmazó adatbázisunk segítségével megkíséreltük modellezni a kutatói életpályát. Az adatok nyújtotta háttér elsősorban azt a célkitűzést szolgálta, hogy képesek legyünk 1. az életpálya fogalmát és jellemzőit megfelelően kiválasztott formális/matematikai modellcsalád segítségével leírni, illetve 2. ezt a modellszaladot kalibrálni, és ilyen módon jellemezni a fiatal biológusok vizsgált mintájából levezethető életpálya-mintázatot. Úgy véljük, hogy a bemutatott modellszalád hozzájárulhat a kvantitatív életpálya-kutatás eszköztárának bővítéséhez.

### Fiatal kutatók

A *fiatal kutatók* elsősorban sajátos munkaerő-piaci helyzetük miatt alkotnak külön csoportot a tudománypolitikai elemzésekben. Az Európai Unióban használt terminológia szerint azok tartoznak ide, akik a mindenkori számbavétel időpontjához képest 2–9 (családanyák esetében 2–11) éve kapták meg PhD-fokozatukat, és posztdoktorként vagy más minőségben dolgoznak.<sup>1</sup> Számuk Magyarországon a Magyar Akkreditációs Bizottság és az Országos Doktori Tanács adatbázisán alapuló becslésünk szerint hat-ezer fő körül van. Életpályájukról kevés adat áll rendelkezésre mind Magyarországon, mind külföldön. Ezért indított 2004-ben az OECD – az Eurostattal és az UNESCO statisztikai hivatalával együttműködve – kutatást a doktori fokozattal rendelkezők mobilitási és karriermutatóinak előállítása érdekében. Az első fázis 2005-ben indult, és hét országra már meg is születtek az első eredmények (Auriol [2007]).<sup>2</sup> A létszámra, az életkorra, a doktori képzés időtartamára, a foglalkoztatásra, a munkabérré stb. vonatkozó adatokat az Európai Unió tudománypolitikusai is használják különböző koncepciók, javaslatok kidolgozása során, például az Európai Kutatási Térség kialakításával vagy az EU versenyképességének növelésével kapcsolatban. A fiatal doktoráltak a kutatói utánpótlás, illetve *kihasználhatóságuk* és alacsony jövedelmük miatt jelentenek fontos csoportot a kutatás-fejlesztés rendszerén belül: nagymértékben rajtuk múlik

<sup>1</sup> A PhD megszerzése előtt munkába állókat *kezdő* kutatóként említik az Európai Unió dokumentumai. Ez a besorolás a fokozatszerzés utáni első évben is megmarad.

<sup>2</sup> A szóban forgó hét ország: Argentína, Ausztrália, Egyesült Államok, Kanada, Németország, Portugália, Svájc.

ugyanis, hogy az egyetemi, kutatóintézeti vezető kutatók milyen feltételekkel kapcsolódhatnak be egy-egy kutatásba, és mekkora „szabad” kapacitással rendelkezik egy kutatóhely.

### A doktori fokozat megszerzése

A magyar felsőoktatási intézmények az 1993. évi felsőoktatási törvénnyel visszakapták doktori képzési és tudományos minősítési jogosítványaikat. A felsőoktatásban tanuló közel 400 ezer hallgató 1,8 százaléka doktorandusz (*A magyar tudomány helyzete ...* [2009]). Többségük közvetlenül a diploma megszerzésének évében jelentkezik doktori képzésre. Az éves doktoranduszlétszám országos szinten körülbelül hétezer fő, ebből állami ösztöndíjas 3000 fő (I–III. évfolyam összesen). A frissen doktoráltak száma csak évi 1000–1200 fő, mivel a doktori iskolát csak a beiratkozottak tizegynéhány százaléka fejezi be fokozat megszerzésével (*ODT* [2007]).

Oktatásstatisztikai adatok szerint 2004-ben az Európai Unió 27 tagországában az összes felsőfokú diplomás 2,6 százaléka rendelkezett tudományos fokozattal. Magyarországon ez az arány 1,3 százalék, Ausztriában 7,2 százalék, Németországban 7,9 százalék volt. Az úgynevezett centrumországokban 20–40 százalékot is elérheti a külföldi doktori hallgatók aránya. Magyarországon a hallgatók mintegy 7 százaléka külföldi (*Mészáros–Szabó* [2009] 86. o.), beleértve a határon túli magyar diákokat is, akik közül évente 50 fő kaphat állami doktori ösztöndíjat.

A fejlett országokban a doktori képzésben részt vevők száma folyamatosan nő, de a növekedés üteme időről időre mérséklődik. Magyarországon a hullámzás főként a költségterítéses hallgatók számának változásából adódik. Jellemzőbb az évenkénti 3–5 százalékos körüli növekedés, mint a csökkenés (*Horváth* [2008]). Mindenesetre tény, hogy a tudományos fokozatot szerzők száma Magyarországon a PhD-képzés bevezetése óta jelentősen megnőtt a korábbi időszakhoz képest. A doktori hallgatók és a fokozatot szerzettek számának emelkedése önmagában is felveti a fokozattal rendelkezők munkaerő-piaci helyzetére, illetve életpályájának alakulására irányuló kutatások szükségességét.

## Életpálya

### *Akadémiai karrier*

Magyarországon a jelöltek többsége 30–31 éves korában szerzi meg PhD-fokozatát (saját számítás az MTA Köztestületi adatbázisa alapján), és ez a jellemző átlagéletkor más európai országokban is (*Sadlak* [2004]). Munkaerő-piaci szereplőként ettől kezdve érdemes őket önálló csoportként vizsgálni. A fiatal kutatóknak a jövőjükéről szóló döntést a képzés időszakában, kellő információk hiányában kell meghozniuk – állítja a téma egyik legismertebb kutatója, V. Mangemantin (*Mangemantin* [2000], [2003]). Megállapítása szerint a doktori hallgatók többsége csak az egyetemi kariert ismeri meg tanulmányai közben, emiatt ez egyértelmű elsőbbséget élvez a munkahelyi orientáció során. Ezt a megállapítást PhD-fokozattal rendelkező fiatal biológusok körében végzett kvalitatív vizsgálataink eredményei határozottan megerősítik (*Pálinkó* [2009]).

Az életpálya-irodalom egyik jellemzője, hogy vagy az akadémiai, vagy az ipari karrierrel foglalkozik. Az előző iránt inkább tudományszociológusok érdeklődnek (például Jürgen Enders, Jochen Gläser), az utóbbi inkább az innovációmenedzsment tárgyköre (*Rosenberg–Nelson* [1994]). Ez a szétválasztás kevésbé képes kezelni a mobilitást, holott

– ha csekély mértékben is –, de létezik mozgás az egyetem, az ipar és a többi szektor között. Az életpályamodellekben még önálló típust is képvisel az a csoport, amelynek tagjai a magán- és az állami szektor között mozognak (*Arnold és szerzőtársai* [2006]). Kulcsszerepük van a tudástranszferben és abban, hogy színesebb kapcsolati hálók alakulnak ki a tudástermelők és a tudás felhasználói között. A megosztott irodalom ugyancsak elfedi azt a tendenciát, amely az éles határ elmosódását jelzi az akadémiai és az üzleti szférához tartozó kutatóhelyek között. A felsőoktatási intézmények szerepének és finanszírozásának jelentős megváltozása, az eredményektől várt piaci hasznosítás miatt elkerülhetetlen, hogy az akadémiai környezetben mind több gyakorlatorientált kutató legyen, aki képes szorosan együttműködni szerződéses (ipari) partnerekkel. *Dietz–Bozeman* [2005] szerint ez nagy változás akár a tíz évvel ezelőtti helyzethez képest is. Egy, az amerikai National Science Foundation által támogatott kutatóközpontokban végzett felmérés adatain még maguk a kutatók is meglepődtek, látva, hogy milyen sokan kezdték karrierjüket az iparban azok közül, akik a felmérés idején kutatóközpontban dolgoztak.

Az akadémiai életpálya kezdetének legjellemzőbb vonása ma a bizonytalanság. Egyre több az olyan fiatal kutató, akinek esélye sincs „véglegesítésre” vagyis a határozatlan idejű foglalkoztatással járó státusz (*tenure*) megszerzésére. Az angolszász irodalomban újabban használt *academic underclass* elnevezés érzékelteti talán a legjobban, hogy kialakulóban van egy olyan új kutatói generáció, amelynek tagjai közül igen sokan nem jutnak feljebb a ranglétrán, örökös „ideiglenes” státust élveznek majd. Ezt először *Finkelstein és szerzőtársai* [1998] fogalmazta meg az Egyesült Államokra (hivatkozik rá *Huisman* [2002]), de *Altbach* [2003] is hasonló következtetésre jutott az európai helyzetet elemezve.

„A 21. századra nagyon átalakult a felsőoktatás: tömegoktatás, privatizáció, piacosodás – ez különböző mértékben, de mindenkit érint, aki a felsőoktatásban dolgozik. Rá se lehet ismerni a tudományos közösségre. Korlátozott autonómia, egy sor kívülről jövő szabályozás; mindez elveszi a foglalkozás korábbi vonzerejét. Sok egyetemen a munkatársaknak maguknak kell megkeresniük jövedelmük egy részét, és hozzá kell járulniuk az intézmény fenntartásához tanácsadással vagy más, nem oktatói tevékenységgel. Nyitottnak kell lenniük, figyelembe véve a diákok igényeit és a piac igényeit. Az egyetem minden korábbinál kevesebb kötöttséget vállal az alkalmazottaival szemben, hogy képes legyen *rugalmasan* alkalmazkodni a finanszírozási és más változásokhoz. Már sehol nincsenek a tudományos/oktatói munka számára ideális körülmények.” (*Altbach* [2003] 1. o.).

Hrubos Ildikó Altbachra is hivatkozik, de említi Bourdieu jellemzését az egyetemi tanári hivatás átalakulásáról, valamint Ulrich Teichler 1992-ben végzett, 20 ezer fős nemzetközi vizsgálatát annak alátámasztására, hogy milyen mélyen megváltozott az akadémiai professzió. A szétesés jeleit regisztrálják sokan, ami többek között az intézmények és a funkciók széttöredezésére, valamint az atomizálódásra vezethető vissza. Csökken a presztízs, gyengül az alkupozíció, rossz az akadémiai professzió képviselőinek általános közérzete (*Hrubos* [2007]).

Saját kvalitatív vizsgálataink eredményei szerint a tudományos fokozattal rendelkező biológusok hazai életpályája nem csupán a foglalkoztatási bizonytalanság miatt nem tervezhető a szó szoros értelmében. Gondot jelent, hogy az előmenetel útjai nem eléggé kiszámíthatók, ezért nem építhető, nem alakítható igazán tudatosan a szakmai karrier. Elsősorban az elérhető szűk lehetőségek határozzák meg az életpályát, ami ezek mentén, gyakran komoly szakmai vagy emberi kompromisszumok megkötése mellett alakul. Az első két-három éves szerződés még viszonylag könnyen megszerezhető akár a felsőoktatásban, akár az akadémiai kutatóhálózatban, de ennek lejárta után a fiatal kutatók kénytelenek növekvő bizonytalansággal szembenézni. Az üzleti szektorban nagyobb a biztonság, mégis szinte csak azok választják ezt első helyen, akik idegenkednek a „feudálisnak” tartott akadémiai szektortól. A munkahelyi választék az üzleti szektorban sem számottevő, a gyógyszergyárakon kívül kevés helyen keresnek biológus PhD-fokozatúakat. Problémát jelent, hogy a kutatói státus-

ba kerülésnek, illetve az előrelépésnek nincsenek jól kiszámítható, tervezhető útjai, ismert mérőföldkövei. Hiányzik a fejlődés jól szabályozott, reguláris útja: Magyarországon nincs kiszámíthatóan felépített *posztdoktori* struktúra, és esetleges a foglalkoztatást is segítő hazai kutatási pályázatok kiírása. A fiatal kutatói életpályák csak a külföldi elhelyezkedési lehetőségek bevonásával válnak tervezhetőbbé, kiszámíthatóbbá.

### *Karrier az üzleti világban*

A tudományos fokozattal rendelkezők nem akadémiai (kutatói) karrierjével kevesen foglalkoznak. Tudományszociológiai oldalról számos alapvető kérdés felmerül ezzel kapcsolatban. Miért választják a vállalati karriert? Vannak-e tipikus jelei e választásnak a képzés alatt, illetve befolyásolja-e a képzési időszak a terveket? Spanyol kutatók egy nemrégiben végzett vizsgálatban azt találták, hogy a vállalati karriernél a legfontosabb motiváció a relatíve magasabb kereset, a gyorsabb előrelépés a jövedelemben és a szakmában, a nagyobb rugalmasság, a stabilitás, a PhD nagyobb rangja az akadémián kívüli világban (Cruz-Castro–Sanz-Menéndez [2005]). A fogadókészség azonban országonként nagyon különböző. Munkáltatói interjúk szerint azt fogadják szívesen, aki már tanulmányai alatt szert tett ipari gyakorlatra, emellett iparjogvédelmi és pénzügyi ismeretekkel is rendelkezik. Ez utóbbiak különösen a kis- és középvállalatok szemében értékesek. Az is kiderült, hogy másokhoz képest könnyebben vesznek fel PhD-fokozattal rendelkezőt az olyan cégek, amelyeknek van egyetemi együttműködésük (Beltramo [2001]), tehát eleve nyitottak az akadémiai szféra képviselőivel való együttműködésre.

Magyarországon Fábri György, Fábri István és munkatársaik a 2000-es évek eleje óta készítene országos reprezentatív felmérést a doktoráltak munkaerő-piaci helyzetéről. Tapasztalataik szerint a doktoráltak Magyarországon nem jelennek meg önálló munkaerő-piaci tényezőként, a doktori fokozat értéke az akadémiai szférán kívül alacsony (Fábri Gy. [2002]). 2006. évi vizsgálatuk idején a doktoráltak 50,7 százaléka felsőoktatási intézményben, 14,6 százaléka kutatóintézetben, 3 százaléka saját cégben, 4,3 százaléka nem saját tulajdonú vállalatnál dolgozott. A kórházak és a klinikák 8 százalékos arányt képviseltek a munkahelyek között (Fábri I. [2008]). A nyugat-európai adatoktól jelentősen eltérnek ezek az arányok. A nagyobb európai országokban a doktoráltak 30-40 százaléka talál egyetemi, kutatóintézeti munkahelyet, körülbelül 20 százalék dolgozik profitorientált szervezetben, a többiek a legkülönbözőbb területekre kerülnek, például a közoktatásba. Mindez természetesen az országok munkaerő-piaci profilját is jellemzi.

### *Migráció*

A fiatal kutatói életpályák egyik kulcskérdése mind nemzeti, mind európai uniós szinten a földrajzi mobilitás, illetve ehhez kapcsolódóan a tudományos fokozattal rendelkező munkaerő migrációja. A kutatás technikai nehézségei Magyarországon az eddigiekben erre vonatkozóan csak az agyelszívás (*brain drain*) problémakörén belüli vizsgálatokon alapuló becsléseket (például Csanády–Személyi [2006]) tették lehetővé, az életpálya-kutatásokban nem jelentek meg a külföldön elhelyezkedettek. Pedig az agyelszívás jelensége minden tudományterületet érint, az erre vonatkozó hazai becslések szerint legerősebben a műszaki-természettudományos területet (Csanády–Személyi [2006]). A szerzők 2005. évi adatfelvételükön és korábbi vizsgálatok adatain nyugvó kalkulációi szerint minden négy *friss diplomás* természettudományi végzettségű szakemberre jut egy kivándorló. A diplomásokon belül a PhD-fokozattal rendelkezőknek még magasabb aránya emigrál. Megállapításuk szerint „*alapvetően a fiata-*

*lok (harmincéves korig) és a PhD-vel rendelkezők között jelentős a potenciális mobilitás”* (Csanády–Személyi [2006] 116. o.). Eredményeik alapján kiemelik a külföldön pályakezdők körének jelentőségét a kivándorlók között. Jövőbeli kutatások céljaként mutatnak rá ennek a jelenségre, illetve a kivándorlás okainak alaposabb vizsgálatára: vajon kényszerből vevőként, mert itthon nem találtak megfelelő állást, vagy saját, önálló döntésük, motivációik alapján távoznak külföldre ennek a csoportnak a tagjai. Kvalitatív vizsgálatunk során azt találtuk, hogy a fokozatszerzés után közvetlenül külföldön elhelyezkedő pályakezdő biológusok motivációrendszere részben különbözik az életpálya későbbi szakaszán kivándorlókétól. A pályakezdők egy jelentős része megfelelő kutatói állás híján, az agyvesztés (*brain waste*) jelenségének<sup>3</sup> elkerülése miatt vándorol ki, hogy külföldön képzettségének és elképzelésének megfelelő állást szerezhessen. Ezzel szemben a nem pályakezdőként, tehát a kutatói életpálya későbbi szakaszán külföldön elhelyezkedők jelentős része inkább az agyelszívás jelenségének körében belül értelmezhető okok miatt települ külföldre hosszabb-rövidebb időre. A külföldet választó fiatalok igyekeznek jó helyre kerülni. Pályatársak tapasztalatából is tudják azt, amit empirikus kutatások igazolnak: érdemes a kutatói pályát az elérhető legjobb helyen kezdeni, mert ez nagyban növeli a későbbi sikeres karrier esélyét (Enders [2002]). A külföldi pályakezdés és a többéves kint tartózkodás vizsgálatunk szerint azonban az életpálya későbbi szakaszában csökkentheti a kutatóként való hazatérés esélyeit.

### *Biológusok körében végzett életpálya-kutatás*

Kutatásunk empirikus részét biológiai tudományokból PhD-fokozatot szerzettek körében végeztük. Két érvet fogalmaztunk meg a vizsgálati kör tudományági szűkítése mellett. Egyfelől úgy véltük, hogy az életpálya alakulása különböző tudományágak specifikus jegyeinek következtében nemigen vizsgálható átfogóan, ezért célszerű kiválasztani egy tudományágot, hogy azon belül végezzük el a részletes elemzéseket. A biológiára azért esett a választás, mert nálunk hagyományosan erős, emellett folyamatosan mozgásban lévő, lendületesen fejlődő, a PhD bevezetése óta a kémia mögött a második legnagyobb számú doktoráltat adó tudományágról van szó. Hipotézisünk az volt, hogy a biológus doktoráltak mozgástere viszonylag nagy, életpálya-lehetőségeik kimondottan szélesek: a bel- és külföldi egyetemi és akadémiai kutatóhelyektől a nagyvállalati kutatóhelyeken és a nonprofit szférán át egészen a kipörgetett (*spin-off*) cégek alapításáig terjednek.

*A megkérdezettek köre, az alapsokaság.* Teljes körű megkérdezést terveztünk meg, amennyiben a Magyar Akkreditációs Bizottság (MAB) adatbázisban regisztrált, 40. életévét 2006. december 31-ig be nem töltött, disszertációját biológiai tudományokból Magyarországon 2006. december 31. előtt sikeresen megvédő személyek körét kívántuk elérni. Mivel a MAB listája nem bizonyult teljesnek, a MAB listáján nem szereplő, de a kritériumoknak megfelelő, hálóbdamódszerrel elért személyekkel kiegészítettük a megkérdezendők körét. A fenti kritériumoknak megfelelő MAB-lista 395 fő nevét tartalmazta. A kiegészített lista további 41 fővel, összesen 436 főre bővült, ezt a kört tekinthetjük a vizsgálat alapsokaságának.

*Minta.* Az online megkérdezéshez szükséges e-mail-címeket a doktori iskolák segítségével, személyes kapcsolatokon át hálóbdamódszerrel, valamint internetes kereséssel gyűjtöttük össze. Összesen 360 főnek sikerült megszerezni az e-mail-címét, tehát a kérdőívvel felkeresettek száma 360 fő.<sup>4</sup> Listánk szerint 76 fő kimaradt a megkérdezésből. Az adatfelvétel 2007. július 23. és szeptember 17. között zajlott.

<sup>3</sup> „Agyvesztés” – amikor magasan képzett személyek nem találnak képzettségüknek megfelelő állást, ezért alacsonyabb végzettséget igénylő állást kénytelenek betölteni.

<sup>4</sup> Sajnos nincsen biztos információnk arról, hogy ezzel a 360 címmel pontosan hány főt tudunk valóban elérni, és hány volt belőle téves, már nem működő stb.

*A válaszadók száma.* A felkeresett 360 címről összesen 191 esetben kattintottak a kérdőív e-mail-ben kiküldött linkjére. Ebből a 191 főből, a kutatási kritériumoknak megfelelő és a kérdőívet végig kitöltő személy – az adattisztítás után – 122 fő<sup>5</sup> maradt, akiknek körén az elemzés zajlott.

Mintánk alapvető ismérvek szerinti összetétele nem tér el jelentősen a MAB adatbázisában szereplő, PhD-fokozattal rendelkező fiatal biológusok összetételétől. A MAB adatbázisa alapsokaságnak sajnos nem tekinthető – sokan kimaradtak belőle –, mégis mivel ez a vizsgálati populáció legteljesebb adatbázisa, mintánkat ennek összetételével vetjük össze. Az 1. táblázatban a MAB adatbázis és az adatfelvételünkől származó minta megoszlását láthatjuk egyes, a fokozatszerzés szempontjából alapvető ismérvek szerint.

1. táblázat  
A minta jellemzőinek százalékos megoszlása

	MAB	Minta
<i>A fokozatot adó intézmények</i>		
Debreceni Egyetem	5,2	4,9
Pécsi Tudományegyetem	3,2	3,3
Szent István Egyetem	5,2	4,1
Szegedi Tudományegyetem	22,4	24,4
Eötvös Loránd Tudományegyetem	57,1	54,5
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem	0,2	–
Semmelweis Egyetem	2,2	8,1
Debreceni Orvostudományi Egyetem	1,0	–
Gödöllői Agrártudományi Egyetem	1,5	–
Pécsi Orvostudományi Egyetem	0,7	–
Kossuth Lajos Tudományegyetem	1,2	–
Összesen	100,0	100,0
<i>Nem</i>		
Férfi	56,5	62,0
Nő	43,5	38,0
Összesen	100,0	100,0
<i>A disszertáció védésének (MAB), illetve a fokozatszerzés (minta) ideje</i>		
1995	0,2	–
1996	0,2	0,9
1997	0,2	1,7
1998	5,4	5,2
1999	8,1	7,0
2000	11,1	3,5
2001	12,8	6,1
2002	6,4	7,8
2003	13,5	14,8
2004	16,5	14,8
2005	14,5	16,5
2006	10,8	20,9
Összesen	100,0	100,0

<sup>5</sup> Ez a társaság az adatfelvétel jellegéből adódóan nem reprezentálja teljes egészében a vizsgálni kívánt alpopulációt, a címekhez való hozzájutás és a válaszadói hajlandóság némileg torzította mintánk összetételét.

Az 1. táblázat folytatása

	MAB	Minta
<i>Életkor</i>		
26	0,2	–
27	1,0	2,0
28	1,7	3,1
29	4,4	9,2
30	5,2	10,2
31	5,7	8,2
32	10,1	13,3
33	8,6	9,2
34	5,4	7,1
35	9,1	9,2
36	9,4	5,1
37	12,3	12,2
38	9,4	8,2
39	7,4	3,1
40	10,1	–
Összesen	100,0	100,0

Mivel a MAB adatbázisa nem tekinthető a vizsgálat alapsokaságának, az alapsokaság összetétele pedig nem ismert, ezért mintánkat megfelelő sarokszámok híján nem súlyoztuk. A minta összetételével kapcsolatban azonban feltételezzük, hogy a kimaradtak között a mintába kerülteknél jóval nagyobb arányban vannak a tudományos tevékenységgel felhagyók: ők pályaelhagyásuk miatt valószínűleg nagyobb eséllyel váltak elérhetetlenné az adatfelvétel számára. Ez a modellalkotást, eredményeink, megállapításaink körét szűkítette.

### Az életpályamodell formális megközelítése

A fiatal biológusok életpálya-vizsgálatában csakúgy, mint az életpálya-kutatás általános módszertanát illetően, alapvető kérdés az életpálya fogalma, annak formalizálhatósága. Elemzésünkben a biológusok vizsgálatán túlmenően ezért alapvető hangsúlyt helyeztünk a fogalmi-metodológiai kérdésekre. Célunk volt ebben a tekintetben az életpálya-fogalmat reprezentáló, empirikusan vizsgálható modell vagy modelleszalad kidolgozása is. Az ennek eredményeként előállt eszközöket arra az adatbázisra alkalmaztuk, amely a fiatal biológusok körében végzett kérdőíves felmérés alapján keletkezett. Ennek fő változói a karrierállomásokat, az életpályára hatást gyakorló számos további tényezőt (tanulmányok, családi körülmények stb.) és attitűdöket rögzítették.

A következőkben a fiatal biológusok adatbázisának vizsgálatából kapott eredményekkel párhuzamosan két modellt ismertetünk, amelyek a leginkább alkalmasnak mutatkoztak az életpályamodell definíciójára. A szokásos szóhasználatól kissé eltérően életpályamoddellen olyan formalizmust, matematikai konstrukciót értünk, amely a következő jellemzőkkel rendelkezik: 1. modellezi, illetve reprezentálja az egyéni életpályák felvételéből, az adatbázisból kiemelkedő tendenciákat, 2. modellezi az életpálya alakulását befolyásoló tényezők kapcsolatát, és ennek révén 3. előrejelzésre alkalmas. A kritériumokat nem szükséges és elégséges feltételekként definiáljuk. A bemutatásra kerülő első módszertani kísérlet az 1. pontnak tesz eleget, amennyiben leíró jellegű, míg a második



a 2. és 3. pontnak felel meg: a két modell kiegészítő viszonyban áll egymással, egyfajta eszköztárat alkot. A két megközelítés rendre a Markov-láncok, illetve a Bayes-hálóok alkalmazásával rokonítható.

### A karrierútvonalak leíró modellje – karriertérkép

Az életpálya fogalmának kézenfekvő megközelítését nyújtja a vizsgált összefüggésben, ha azt szakmai állomások sorozataként értelmezzük. Ez a megközelítés természetes módon formalizálható gráfelméleti eszközökkel: az egyén életpályája egy irányított gráf, amelynek csomópontjai a karrierállomásoknak, élei az ezek közti átmenetnek felelnek meg. Az így ábrázolt egyéni életpályák segítségével az általános tendenciák jól rekonstruálhatók. Az egyes gráfok uniója ugyanis a karrierállomásoknak az adott sokaságra jellemző hálózatát adja, vagyis egyfajta karriertérképet szolgáltat. Alapvető reprezentációs jellemzője ennek a hálóznak, hogy élei súlyozhatók: egy él két csomópont között a megfelelő állomások közti migráció mértékét (méretét, illetve valószínűségét) is kódolja, ami kvantitatív következtetések levonását teszi lehetővé. Formálisan tehát az életpálya-modell egy  $\langle V, E, w \rangle$  irányított gráf, ahol  $V$  a (standard) szakmai állomások halmaza,  $E$  az ezek közti migráció irányát ábrázoló élek halmaza,  $w: E \rightarrow \mathbf{R}$  pedig az élekhez valós súlyokat rendelő függvény.

A fiatal biológusok vizsgált mintájára jellemző karriertérkép felépítéséhez, illetve elemzéséhez egy ilyen hálózati modellt igyekeztünk kalibrálni a rendelkezésünkre álló adatbázison. A gráf felépítéséhez első megközelítésben két olyan változócsoportot használtunk fel, amelyek a karrierállomásokat a számunkra leginkább lényeges két szempontból írják le. Az első csoport a válaszadó első, második és harmadik főállású munkahelyének szektorális besorolásáról tájékoztat (amennyiben van/volt ilyen), a második ugyanezen munkahelyek szervezeti típusát ábrázolja. A csoporton belüli változók idősort alkotnak, amennyiben egy-egy karrierállapotot tükröznek, lehetséges kimeneteik, a karrierállomások pedig azonosak. A karrierháló tehát a szektorális *szek1*, *szek2*, *szek3* változó esetén a gyakorlatban a  $szek1 \times szek2$  és a  $szek2 \times szek3$  kontingenciátáblákból származtathatjuk, amennyiben azokat egy-egy irányított (állapot átmeneti) gráf súlymátrixaként értelmezzük. A két mátrix két gráfot ad, rendre az első és második munkahelyváltásból kirajzolódó átjárási tendenciákat. Ezek egyesítése, vagyis a mátrixok összegzése azt az átfogó karriertérképet szolgáltatja, amely a rendelkezésre álló adatok alapján felrajzolható.

A súlyok, vagyis a szektorok közti átjárást számszerűsítő értékek ebben az esetben abszolút létszámok: a valószínűségi értelmezéshez ezeket első megközelítésben az összlétszámra vetítettük. Az egyes élekhez tartozó értékek így a

$$w(x, y) =_{df} P(szek1 = x, szek2 = y)$$

relatív gyakoriságok, ahol  $x$  és  $y$  valamely karrierállomást képviselő érték. Egy él tehát azt definiálja, hogy a két állomás között milyen irányú mozgás zajlik, és ez mekkora hányadát képviseli a vizsgált körnek (mintának).

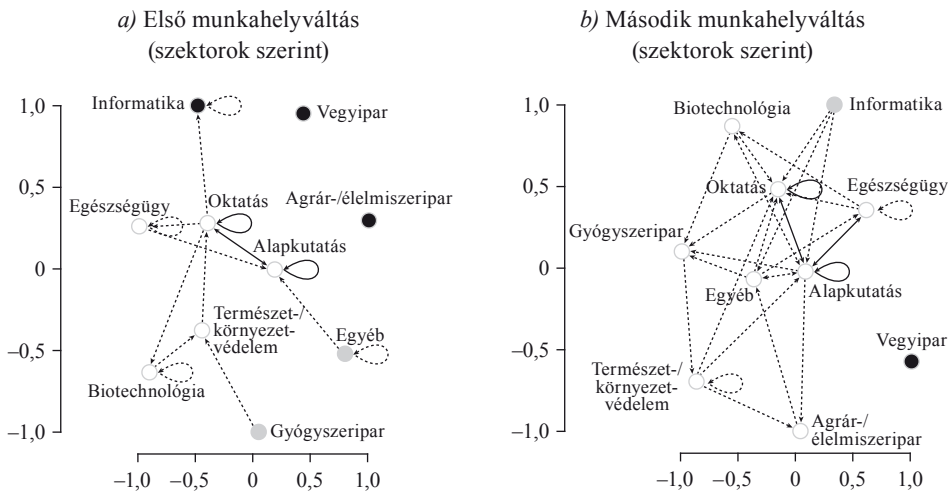
A leírt módszer hasonlóan alkalmazható a változók második, a szervezeti típust leíró körére, amely elsősorban a köz- és magánszféra részesedését és viszonyát hivatott feltárni a jellemző karrierhálózatban. További lépésként a szektorok és szervezeti típusok változóját kombináltuk a munkahely földrajzi besorolásával, hogy a térképek alkalmassá váljanak a mobilitás belföld–külföld dimenziójának kifejezésére is. A kísérlet végeredményben tehát két (illetve a földrajzi vetülettel együtt négy) gráfsorozatot, illetve (ezek szintézise esetén) gráfot eredményez, amelyeket a karriertérkép egy-egy dimenziójaként foghatunk fel. A fogalom könnyen általánosítható:  $i$  számú dimenzió esetén a karriertérkép egy  $\langle G_1, \dots, G_i \rangle$  gráfsorozat, ahol  $G_i$  az  $i$ -edik dimenziót jellemző háló.

A hálózatokon mind strukturális (topológiai), mind pedig kvantitatív elemzések végezhetők: jelen céljainkhoz két, jól ábrázolható elemzést végeztünk. Strukturális szempontból a karrierállomásokat a beérkező és a kivezető élek számával jellemeztük (*indegree-outdegree*), ami az adott szektor/szervezettípus pozícióját (szerepét) ragadja meg az általánosított karriermodellben. A két mutató viszonya alapján az állomások három csoportját különböztethetjük meg: 1. ha kizárólag beérkező élek tartoznak egy csomóponthoz (kivezető = 0), az felvevőként funkcionál (az elemzett időszak keretében); 2. ha kizárólag kivezető élek tartoznak a csomóponthoz (beérkező = 0), az kibocsátónak tekinthető, végül 3. ha rendelkezik mindkét típusú éllel (beérkező > 0, kivezető > 0), akkor közvetítő szerepű életpálya-komponensről van szó. A szerepkörök értékelését nagyban árnyalja az élek súlya, vagyis az átjárások valószínűsége. A kvantitatív szempontú elemzés során ezért a súlyok eloszlását vizsgáltuk meg, és ennek figyelembevételével állítottuk be azt a határértéket, amelynek alkalmazásával az ábrázolásban megkülönböztettük a megbízhatóbb átmeneteket a kevésbé megbízhatóktól.

A kísérlet eredményeit az *I. ábra* szemlélteti.<sup>6</sup> Az ábrán a három állomástípust különböző színek jelenítik meg: fekete színnel a végállomás típusú (vagy izolált), szürkével a kezdeti, fehérrel a közvetítő csomópontokat jelöltük. Az *e)–h)* ábrán körök jelzik a külföldi, négyzetek a hazai besorolású munkahelyet. Ebben az osztályozásban a reflexív, vagyis a visszacsatoló éleket nem vettük figyelembe (lévén ezek nem jelentenek változást a karrierállomásokat tekintve). A határérték feletti átmeneteket jelző éleket folytonos vonallal, a szint alattiakat pontozott vonallal reprezentáltuk. Az eloszlás erősen aszimmetrikus: egyoldalú, a legtöbb kapcsolat gyenge. A határértéket 10 százaléknál állapítottuk meg, vagyis az ábrán azok az élek emelkednek ki, amelyek az alapsokaság legalább 10 százalékát érintik. Az *a)–d)* gráfokhoz tartozó állapotátmeneti mátrixokat a *Függelék F1. táblázatában* közöljük.

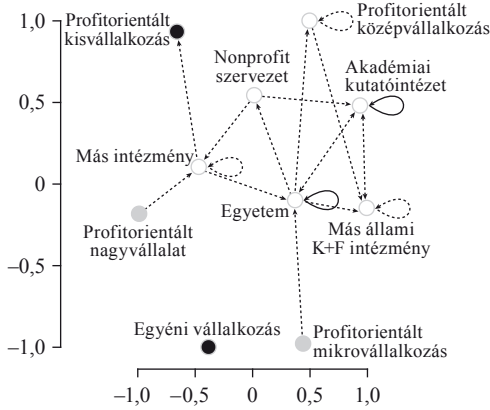
*I. ábra*

Karriertérképek az első és második munkahelyváltás alapján

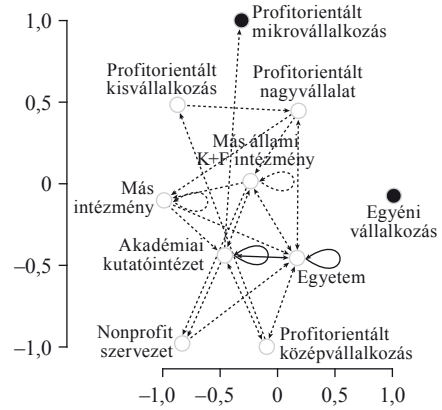


<sup>6</sup> Az elemzés az *R* statisztikai programnyelv segítségével készült (*R DCT* [2009]).

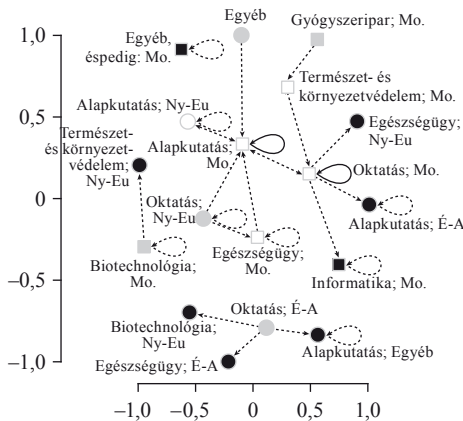
c) Első munkahelyváltás  
(szervezeti típus szerint)



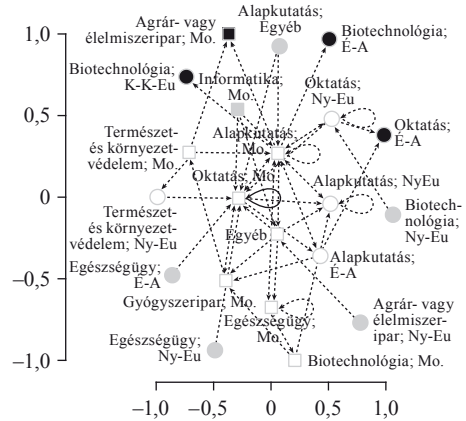
d) Második munkahelyváltás  
(szervezeti típus szerint)



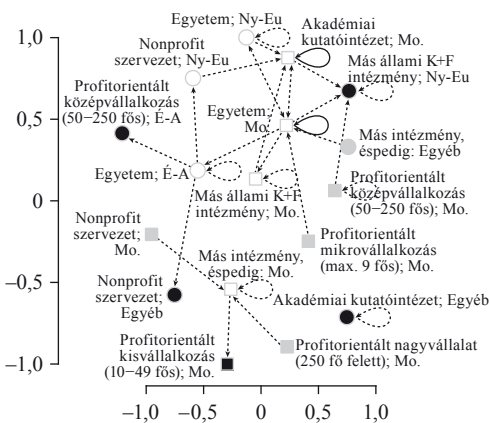
e) Első munkahelyváltás  
(szektor és terület szerint)



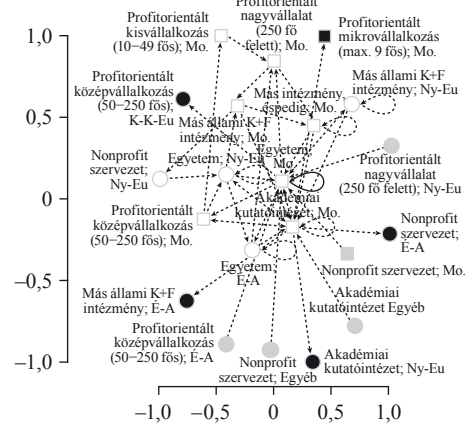
f) Második munkahelyváltás  
(szektor és terület szerint)



g) Első munkahelyváltás  
(szervezeti típus és terület szerint)



h) Második munkahelyváltás  
(szervezeti típus és terület szerint)



A karriertérképek közvetlenül alátámasztják a következő állításokat:

– A legjellemzőbb pályakép az oktatásban és az alapkutatásban, rendre az egyetemeken vagy az akadémiai kutatóhálózatban való elhelyezkedés és ennek a pályának a stabilizálódása. A karriertérképek kellően nagy részarányt képviselő átmenetei mindkét vizsgált időszakban ezekre az állomásokra visszacsatoló élek, ami a munkahelytípus változatlanságára utal. Átjárás mindenekelőtt szintén e kettő, vagyis az oktatás–alapkutatás/egyetem–MTA között létesül, amelyek így stabil klasztert alkotnak.

– Az akadémiai és a magánszektor között gyenge az átjárás. Jellemző az informatikai szektor pozícióváltása a két időszak térképén: bár az élek gyengék, az első munkahelyváltást modellező gráfon az informatika részben mint stabil, részben mint – az oktatásból – felvevő ágazat szerepel. A második hullámban ez a szerep megfordul, és az informatika kibocsátóvá válik az oktatás és alapkutatás számára, vagyis az üzleti karrier visszakanyarodik a közszférába.

– Az akadémiai szektort elhagyók körében nagyobb mobilitás tapasztalható. Ezt a következtetést egyrészt szintén az oktatás/egyetem, illetve alapkutatás/MTA csomópontokra jellemző, nagyobb súlyú visszacsatoló élek támasztják alá, másrészt a további állomásokhoz vezető élek gyengesége. A struktúra arra utal, hogy ezekben a szektorokban, illetve intézményekben a legvalószínűbb a helyben maradás. Az akadémiai szférán kívüli csomópontokra ugyanakkor többnyire nincs visszacsatolás, de ha van is, az nem dominál: a súlyok megoszlása az élek között egyenletesebb. Másként fogalmazva, ezekből a szektorokból hasonló valószínűségű az átjárás más szektorokba/intézménytípusokba.

– A pályaképek együttesen a külföld–belföld közötti mozgást illetően viszonylagos változatosságot mutatnak. Bár a jellemző útvonalakat képviselő – nagyobb súlyú – élek továbbra is a hazai oktatásban és alapkutatásban való tartózkodást igazolják, a külföld–belföld között változatos (bár gyenge, súlyát tekintve szórványos) kapcsolatrendszer bontakozik ki. Az első vizsgált időszak jellemző eleme, hogy a hazai oktatás (egyetem) kibocsátó a külföld (Észak-Amerika és Nyugat-Európa) számára, míg az alapkutatás (akadémiai intézet) a nyugat-európai oktatás felvevőhelyeként, valamint a nyugat-európai alapkutatással való kétirányú kapcsolat résztvevőjeként is megjelenik. Látható ugyanakkor egy teljesen elkülönült kapcsolatrendszer, ami az Észak-Amerikában induló életpályák külföldi folytatását jelzi (ami az első vizsgált váltást illeti). A második váltás gazdagabb rendszerében az oktatás és alapkutatás hazai és külföldi szektorai közti viszony hasonlóan alakul: a hazai oktatás (egyetem) mind Észak-Amerika, mind Nyugat-Európa alapkutatása számára kibocsátó; ugyanakkor a nyugat-európai oktatás felvevőjeként is megjelenik. A hazai alapkutatás megtartja kétirányú kapcsolatát a nyugat-európai alapkutatással. A külföld–belföld irány intenzívebb forgalmát mutatja ugyanakkor, hogy számos hazai szektor és terület jelenik meg kibocsátóként (egészségügy: Észak-Amerika és Nyugat-Európa, agrárium: Nyugat-Európa, oktatás: Nyugat-Európa, alapkutatás: egyéb régió), amit több külföldi szektorból a hazai oktatásba való visszatérés követ.

A karriertérkép vázolt fogalma a Markov-lánc klasszikus fogalmának egy változataként fogható fel. Ezt a leíró eszközt egészíti ki a következőkben ismertetett modell.

### A karriertérképek előrejelzési modellje – Bayes-osztályozás

Az itt leírt keret, az életpályát a karrierállomások közti átmenetek relatív gyakoriságával jellemző gráf előkészíti egy olyan modell megalkotását, amely a tendenciák feltárása mellett előrejelzést is lehetővé tesz. Az állapotátmeneti modell továbbgondolásával közvetlenül az úgynevezett Bayes-hálókhoz jutunk. A Bayes-háló általánosságban egy irányított (ciklusmentes) gráf, grafikus statisztikai modell, amely (többnyire) diszkrét valószínűségi

változók együttes eloszlását reprezentálja. Csomópontjai az érintett változók, élei a köztük fennálló feltételes függőségi viszonyokat jelzik: bármely gráfbeli változó feltételesen függ a közvetlen előzményváltozóktól, vagyis azoktól a változóktól – és csak azoktól –, amelyekről a gráfban él vezet ahhoz, míg a többitől (az adott modellben) független. Egy adott eredményváltozóra hatást gyakorló tényezők modellezésénél tehát egy Bayes-háló a (mért) háttérváltozók teljes összefüggésrendszerének tanulmányozását lehetővé teszi. Ezt a hatást a modellt jellemző úgynevezett feltételes valószínűségi táblák számszerűsítik, amelyek az előzményváltozók lehetséges értékeinek minden kombinációja mellett rögzítik  $X$  kimenetét. A gráf és a feltételes valószínűségi táblák ismeretében lehetségessé válik az eredményváltozó valószínűsíthető értékére vonatkozó következtetés, vagy – más megközelítésben – az egyedek valószínűségi osztályozása. A Bayes-háló alapú osztályozás ezért ígéretes eszközt szolgáltat egy olyan életpályamodell kidolgozásához, amely alkalmas előrejelzésre, ha azt az alábbiak szerint közelítjük meg.

– A karrier jelenlegi állapotát/kimenetét befolyásoló tényezőket és azok kapcsolatrendszerét kívánjuk hatékonyan modellezni.

– A feladatot osztályozási/rendezési problémaként kezeljük: a kérdés, hogy milyen előrejelzést tehetünk a karrier kimenetét jellemző  $C$  változó (például beosztás, munkaerőpiaci pozíció, tudományos ranglétrán elfoglalt hely stb.) értékére a többi változó (előzmények, attitűdök stb.) értékeinek ismeretében.

Ebben a megközelítésben életpályamodellünk egy  $\langle G, \Theta \rangle$  Bayes-klasszifikátor, amelyben  $G$  egy irányított (körmentes) gráf  $C$  gyökérponttal (karrierekimenet),  $\Theta$  pedig az ábrázolt eloszlás paramétereinek, vagyis a modellbeli változók feltételes eloszlását rögzítő feltételes valószínűségi táblák halmaza.

Egy ilyen életpályamodell konkrét adatbázis alapján való feltárása az adatokhoz legjobban illeszkedő Bayes-klasszifikátor felépítését jelenti. Ennek korszerű módszere az adatbányászat és a mesterséges intelligencia területének metszetében álló *gépi tanulás* paradigmája. Az erre a célra készült algoritmusok az adatbázis alapján igyekeznek „megtanulni” a legjobb modellt. A tanulási folyamat vázlatosan egy kiinduló gráf heurisztikus ismételt módosítása valamely célfüggvény maximalizálása mellett, amely a gráfnak az adatokhoz (az együttes eloszláshoz) való illeszkedését méri (*network score*). Az adatbázis egyidejűleg úgynevezett tanító- és tesztadatbázisként funkcionál: a tanulóalgoritmus ennek alapján konstruálja meg az eredményváltozó és a háttérváltozók közti viszonyokat, de – erre alkalmas érvényességi feltételek mellett – ezen is teszteli és értékeli a modellt.

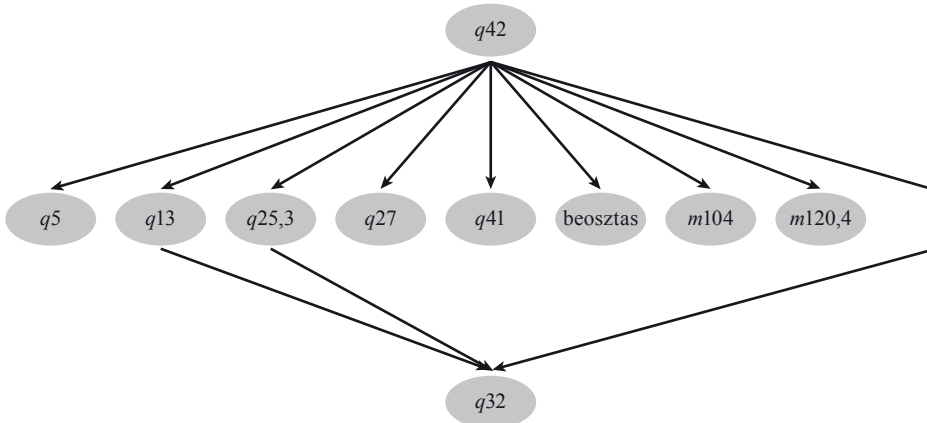
A következőkben bemutatott kísérlet célja egy ilyen életpályamodell, azaz (legalább) egy Bayes-háló alapú klasszifikátor megalkotása a fiatal biológusokra vonatkozó adatbázis mint tanító- és tesztadatbázis felhasználásával. Az eredményként remélt előrejelző eszköz döntéshozatali alkalmazásának előnyeit nem elsősorban a tényleges előrejelzésben – vagyis az új egyedek életpálya-kimenetének becslésében –, hanem a klasszifikátor tulajdonságainak jelentőségében jelölhetjük meg: előrejelző modell „fehér doboz” jellegű, vagyis az előrejelzés levezetése átlátható, és a háttérben álló struktúra betekintést nyújt a releváns életpálya-tényezők kapcsolatrendszerébe (egy adott kimeneti változó függvényében).

Az adatbázisra épülő modellépítés alapvető mozzanata az életpálya-kimenet valamely meghatározó jellemzőjét kódoló  $C$  eredményváltozó kiválasztása. A karrierekimenetet leképező eredményváltozó kiválasztása korábbi kvalitatív vizsgálataink tapasztalatain alapult, de a kiválasztás létjogosultságát a modellépítés során feltérképezéssel, a változók közötti asszociáció mértékének vizsgálatával és klaszterezéssel is ellenőriztük. Az eredményváltozó a megkérdezett aktuális munkahelyének szervezeti típusa. Kategóriái a kérdőívben: *akadémiai kutatóintézet, egyetem, más állami K + F-intézmény, egyéni vállalkozás, mikro-vagy kisvállalkozás, közép vállalkozás, nagyvállalat, nonprofit szervezet egyéb*.

Az eredményváltozó meghatározása után a magyarázó változók kiválasztásához szintén egy mesterségesintelligencia-alapú modellépítési technikát, az adatbányászatban széles körben alkalmazott úgynevezett korrelációalapú jellemzőkiválasztást (*correlation-based feature selection, CFS*) hasznosítottunk. A klasszifikátor felépítéséhez a célváltozó (*q42*) megjelölésével a teljes adatbázison lefuttatunk egy CFS-keresést. A háttérváltozók így kapott halmazára (és az eredményváltozóra) szűkített adatbázison gépi tanulással konstruáltuk meg a legvalószínűbb Bayes-hálózatot mint klasszifikátort.<sup>7</sup> Elsőként röviden ismertetjük az ebből adódó modellt (2. ábra), majd annak értékelését.<sup>8</sup>

2. ábra

A munkáltató szervezeti típusát előrejelző Bayes-klasszifikátor



*Az adatbázis alapján tanult modell*

A különböző szervezeti típusokban való elhelyezkedés valószínűségét (*q42*) a mintából felépíthető modell értelmében kilenc változó befolyásolja. A változók tartalmát az 2. táblázatban foglaltuk össze. A hálózat struktúrája viszonylag egyszerű: egy tényező kivételével a csomópontok egyetlen szülője a célváltozó (*q42*), vagyis – ebben az összefüggésben – egymástól függetlenül, közvetlenül hatnak a *q42* kimenetére. A kivétel az a jellemző, amely a PhD-tanulmányok alatti külföldi szakmai tevékenységre vonatkozik (*q32*): ez (és így ennek hatása) két további tényezőtől függ: befolyásolja a képzés formája (*q13*: nappali, esti, levelező) és a doktori fokozat megszerzésére vonatkozó motiváció típusa (*q25.3*). Összességében azt mondhatjuk, hogy a kapott modellben a szervezeti hovatartozásra három fő tényezőcsoportból következtethetünk: 1. a doktori képzésben való részvétel intenzitása: *q13*, *q27*, *q32*, 2. a tudományos karrierre vonatkozó attitűdök: *q25.3*, *m104*, *m120.4*, illetve – sajátos, de érthető módon – 3. a fokozatszerzés átfogó szakterülete.

<sup>7</sup> A feladathoz a Weka (*Witten–Eibe* [2005]) nyílt forráskódú gépi tanulást megvalósító alkalmazáscsomagot vettük igénybe (a „Bayes net classifier” sémát a szülőcsomópontok lehetséges számát maximalizálva, egyébként az alapértelmezett paraméterekkel tanítottuk).

<sup>8</sup> A módszer teljes körű ismertetése meghaladja a cikk terjedelmi korlátait. Az eljárás részletes ismertetése megtalálható a Kutatásszervezési Intézet Akták – KSH Műhelytanulmányok sorozatban, [http://www.mtak.hu/kszi\\_aktak/doc/ksziaktak\\_09.pdf](http://www.mtak.hu/kszi_aktak/doc/ksziaktak_09.pdf).

## 2. táblázat

## A Bayes-klasszifikátort felépítő változók definíciója

Kód	Leírás
q5	Melyik átfogó területen szerzett fokozatot?
q13	Milyen tagozaton járt doktori képzésre?
q25.3	A felsoroltak közül mi ösztönözte leginkább a fokozat megszerzésére?
q27	Tanult, esetleg dolgozott ösztöndíjasként külföldön egyetemista korában?
q32	Tanult, esetleg dolgozott ösztöndíjasként külföldön PhD-hallgató, illetve doktorjelölt korában?
q41	Milyen ágazatban tevékenykedik jelenlegi/időben legközelebbi munkáltatója?
beosztás	Mi a beosztása?
m104	Életpályája során hogyan szeretné maximálisan kiteljesíteni saját tudományos-szakmai ambícióit? Kérjük, a felsoroltak közül válassza ki azt az állítást, melyet a leginkább sajátjának érez!
m120.4	Kit tart sikeres kutatónak?/Magas presztízsű állást tölt be

Az összefüggésrendszer részleteit, mint korábban ismertettük, a feltételes valószínűségi táblák tartalmazzák, vagyis azok a feltételes valószínűségi táblák, amelyekből megállapítható, hogy a jellemzők egyes értékei milyen mértékben valószínűsítik az egyes szektorokat (mivel itt a legtöbb változónak egyetlen előzményváltozója van, a célváltozó, ezek a táblák egyszerű kereszt táblák: kivétel ez alól a három jellemzőtől függő q32, amelynek feltételes valószínűségi táblája a három jellemző értékének összes kombinációja mellett adja meg ezeket a valószínűségeket). Ezek a feltételes valószínűségi táblák a modell részei, a gráf egyes csomópontjaihoz tartoznak. Demonstrációs céllal itt a q5-höz tartozó feltételes valószínűségi táblát közöljük, amely a fokozatszerzés átfogó területének szerepét jellemzi (3. táblázat).

## 3 táblázat

## A fokozatszerzés átfogó területéhez (q5) tartozó feltételes valószínűségi tábla

	Infra-individuális biológia	Szupra-individuális biológia	Nem dönthető el igazán	Más szakterületen
Akadémiai kutatóintézet	0,57	0,19	0,12	0,12
Egyéni vállalkozás	0,25	0,25	0,25	0,25
Egyetem	0,53	0,35	0,08	0,04
Más állami K+F intézmény	0,63	0,25	0,00	0,13
Más intézmény, éspedig:	0,38	0,63	0,00	0,00
nonprofit szervezet	0,00	0,67	0,33	0,00
profitorientált kisvállalkozás (10–49 fős)	0,00	0,00	1,00	0,00
profitorientált középvállalkozás (50–250 fős)	0,67	0,33	0,00	0,00
profitorientált mikrovállalkozás (maximum 9 fős)	0,00	1,00	0,00	0,00
profitorientált nagyvállalat (250 fő felett)	0,86	0,14	0,00	0,00

A 3. táblázat tanúsága szerint, ha egy biológusjelölt az infraindividuális biológiát választja, úgy jóval nagyobb a valószínűsége a profitorientált nagyvállalatnál való elhelyezkedésnek, mint ha a szupra-individuális területen kutat. Ez az eredmény jól értelmezhető, minthogy belátható: könnyebb biokémikusként vagy molekuláris biológusként ipari területen érvényesülni (gyógyszeripar), mint taxonómusként vagy ökológusként. A táblázat szerint ugyanakkor az akadémiai és az egyetemi szféra is „favorizálja” ezt a területet (bár

az egyetemek esetében kiegyenlítettebb az arány). Másfelől a szupraindividuális terület elsősorban a nonprofit szférát (illetve a mikrovállalkozást) valószínűsíti: ez szintén értelmezhető, ha figyelembe vesszük a jellemzően ökológusokat igénylő környezetvédelmi szektor szervezeti formáit. A konkrét magyarázatokon túl ugyanakkor figyelemre méltó, hogy az elhelyezkedési mintázatokat már a (biológián belüli) területválasztás nagyban befolyásolja.

A további valószínűségi táblákból kibontakozó képet átfogóan úgy jellemezhetjük, mint amely háttértényezői tekintetében viszonylag éles határvonalat húz a magánszférabeli karriertípus és az akadémiai/egyetemi karrier között, különösen, ami az ambíciókat/attitűdöket illeti. Ezt jól érzékelteti, ha a modellben összehasonlítjuk a *profitorientált nagyvállalat* és az *akadémia*, illetve az *egyetem* kimeneteket leginkább valószínűsítő paramétereiket. (Mint azt látni fogjuk, ezek a modell legmegbízhatóbb előrejelzései.)

#### A modell értékelése

A fent bemutatott modell érvényének vizsgálatához több, az adatbányászatban klaszszifikátorok értékelésére jellemző mutatót vizsgáltunk meg. A modellnek az adatokhoz való lehető legjobb illeszkedését már maga a tanulási folyamat is igyekszik biztosítani: a gépi tanulás két lépcsője, a tanulás és tesztelés az ún. keresztvalidáció módszerével zajlik (*Witten–Eibe* [2005]). Ebből fakadóan minden egyed szerepel legalább egyszer tanító- és tesztalanyként is.

A modellépítés első lépcsőjeként értékelhető korrelációalapú jellemzőkiválasztás (*CFS*) sikerességének mutatója igen magas (0,9). A kísérlet eredményeként kapott klaszszifikátor értékelésének elsődleges mutatója a megfelelően besorolt egyedek száma, illetve részaránya (*percent of correctly classified instances, PCC*). Az adott tanító- (és teszt-) adatbázison a fenti, vagyis a legjobban illeszkedő modell közepes teljesítményt mutat: a munkáltató szervezeti típusát 63 százalékban volt képes helyesen (vagyis az adatbázisban szereplő tényleges érték szerint) megítélni. Ez a részarány azonban egyidejűleg a célváltozó egyes értékeire, vagyis az egyes szervezeti típusokra vonatkozó helyesség, a helyes pozitív ráták átlaga. A klaszszifikátor teljesítményét az egyes kimene-

#### 4. táblázat

A Bayes-klasifikátor értékelése

	Helyes pozitív ráta	Hibás pozitív ráta	Pontosság	Fedés
Akadémiai kutatóintézet	0,810	0,288	0,596	0,810
Egyetem	0,714	0,123	0,795	0,714
Más állami K+F-intézmény	0	0,044	0	0
Egyéni vállalkozás	0	0	0	0
Profitorientált mikrovállalkozás (maximum 9 fős)	0	0	0	0
Profitorientált kisvállalkozás (10–49 fős)	0	0	0	0
Profitorientált középvállalkozás (50–250 fős)	0	0,008	0	0
Profitorientált nagyvállalat (250 fő felett)	0,857	0,035	0,6	0,857
Nonprofit szervezet	0	0	0	0
Más intézmény	0,375	0,018	0,6	0,375
Súlyozott átlag (megfelelően besorolt egyedek részarányával)	0,639	0,155	0,599	0,639



tekre vonatkozóan értékelve jóval informatívabb képet kapunk (4. táblázat). A táblázat értelmében a modell kellően megbízható eredményt, vagyis jó jellemzést ad az *akadémiai kutatóintézet*, az *egyetem* és a *profitorientált nagyvállalat* típusra vonatkozóan, a többi esetben viszont kimondottan rosszul teljesít. Ez utóbbi értékek olyan bővebb minta révén javíthatók, amelyben a megfelelő kategóriákat jóval több eset képviseli, ebből következően a tanulóalgoritmus számára több információ áll rendelkezésre az adott kimenetekről.

### Összegzés

A fiatal biológusok életpályájára vonatkozó kutatási program kapcsán két – illetve közvetve három – olyan modellsémát definiáltunk, amely hasznos eszköztárat nyújthat az életpálya-vizsgálatok operacionalizálásához. 1. Az úgynevezett karriertérkép a Markov-láncok leíró változatának tekinthető hálózatokból épül fel, de intenzívebben hasznosítja a hálózatelméleti fogalmakat. 2. A karriertérkép előrejelzése, amelynek alapját a gépi tanulás területén elterjedt Bayes-klasszifikátorok alkotják. A három megközelítés kiegészítő viszonyban áll, amennyiben az első kettő leíró, illetve feltáró jellegű, a harmadik előrejelző erővel rendelkezik. A három sémát a fiatal biológusok kérdőíves felméréséből keletkezett adatbázison alkalmaztuk: az eredmények megerősítik az adatbázisnak a kutatás keretében folytatott más vizsgálataiból kibontakozó képet, amely szerint a jellemző hagyományos akadémiai életpálya és a kevésbé jellemző magánszférában zajló karrier elkülönül, az átjárás nem jellemző, továbbá hogy az akadémiai (egyetemi) életpálya tényezői viszonylag hagyományosak (tanulmányi „intenzitás”, aktivitás, tudományos ambíciók stb.), és az alap kutatás irányába mutatnak. A jelen vizsgálat elsődleges hasznos módszertani jellegű. Munkánk a bemutatott módszerek és modellsémák kidolgozása mellett egy olyan adatbázis előkészítését is szolgálja, amely kiterjedt adatfelvétellel, a karriertényezők még szélesebb körében, nagymintán, a longitudinális dimenziót a vizsgálatba módszertanilag megalapozottan beemelve megbízható pályakövetést tesz lehetővé.

### Hivatkozások

- ALTBACH, P. G. [2003]: Centers and Peripheries in the Academic Profession: The Special Challenges of Developing Countries. Megjelent: *Altbach, P. G.* (szerk.): *The Decline of the Guru. The Academic Profession in Developing and Middle-Income Countries.* Palgrave MacMillan, New York, 1–10. o.
- ANGELUSZ RÓBERT–BUKODI ERZSÉBET–FALUSSY BÉLA–TARDOS RÓBERT [1998]: A tudományos fokozattal rendelkezők anyagi viszonyai, családi háttere és mobilitása. KSH, Budapest.
- ARNOLD, E.–DEUTEN, J.–ZAMAN, R. [2006]: Four Case Studies in University Modernisation: KU Leuven, Twente, Manchester and Loughborough. Technopolis, március 10, [http://www.technopolis-group.com/resources/downloads/reports/595\\_Final\\_060315.pdf](http://www.technopolis-group.com/resources/downloads/reports/595_Final_060315.pdf).
- AURIOL, L. [2007]: Labour Market Characteristics and International Mobility of Doctorate Holders: Results for Seven Countries. STI Working Paper, No. 2. OECD, Párizs, 36. o.
- BELTRAMO, J. P. [2001]: The Recruitment of Researchers and the Organisation of Scientific Activity in Industry. *International Journal of Technology Management* Vol. 22. No. 7–8. 811–834. o.
- BUKODI ERZSÉBET–HARCSA ISTVÁN–FALUSSY BÉLA [1997]: A tudományos fokozattal rendelkezők élet- és munkakörülményei. KSH, Budapest.
- CRUZ-CASTRO, L.–SANZ-MENÉNDES, L. [2005]: The Employment of PhDs in Firms: Trajectories, Mobility and Innovation. CSIC Working Paper, 05-07. 20 o.
- CSANÁDY MÁRTON–SZEMÉLYI LÁSZLÓ [2006]: Brain drain. *Közélet* a diplomás magyarokról. Századvég, 41. évf. 3. sz. 79–122. o.

- A MAGYAR TUDOMÁNY HELYZETE ... [2009]: A magyar tudomány helyzete a felsőoktatási intézmények szemszögéből. Készült a Magyar Tudományos Akadémiának a magyar tudomány általános helyzetéről szóló beszámolójához a Magyar Rektori Konferencia Egyetemi Tagozat 2009. június 16-ai ülésére. Készítette a Debreceni Egyetem, 2009 májusában. 31 o.
- DIETZ, J. S.–BOZEMAN, B. [2005]: Academic Careers, Patents, and Productivity: Industry Experience as Scientific and Technical Human Capital. *Research Policy*, Vol. 34. 349–367. o.
- ENDERS, J. [2002]: Serving Many Masters: The PhD on the Labour Market, the Everlasting Need of Inequality, and the Premature Death of Humboldt. *Higher Education*, 44. 493–517. o.
- FÁBRI GYÖRGY [2002]: Kutatási jelentés a PhD-fokozatot szerzettek munkaerő-piaci esélyeit feltáró kutatási programról. A kérdőíves felmérés összefoglaló elemzése. Kutatási jelentés az FTT plénuma számára, III., munkaanyag, december, <http://www.ftt.hu/Portals/0/Dokumentumok/PhDkutossz2002.doc>.
- FÁBRI ISTVÁN [2008]: Doktoráltak a munkaerőpiacon. Diplomás pályakövetés. 1. Hazai és nemzetközi tendenciák. *Educatio Kht.*, Budapest, 83–98. o.
- FINKELSTEIN, M. J. –SEAL, R. K. –SCHUSTER, J. H. [1998]: *The New Academic Generation: A Profession in Transformation*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- HORVÁTH DÁNIEL [2008]: Biológus doktori iskolák. Munkaanyag, [http://www.mtak.szi.iif.hu/Honlap/biol\\_dokt\\_isk.pdf](http://www.mtak.szi.iif.hu/Honlap/biol_dokt_isk.pdf).
- HRUBOS ILDIKÓ [2002]: Differenciálódás, diverzifikálódás és homogenizálódás a felsőoktatásban. *Educatio*, 11. évf. 1. sz. 96–106. o.
- HRUBOS ILDIKÓ [2007]: Az akadémiai professzió – változó pozícióban. *Educatio*, 16. évf. 3. sz. 353–364. o.
- HUISMAN J.–DE WEERT, E.–BARTELSE, J. [2002]: Academic careers from a European perspective: The declining desirability of the faculty position. *Journal of Higher Education*, Vol. 73. No. 1. 141–160. o.
- MANGEMANTIN, V. [2000]: PhD Job Market: Professional Trajectories and Incentives During the PhD. *Research Policy*, Vol. 29. No. 6. 741–756. o.
- MANGEMANTIN, V. [2003]: The Two Faces of PhD Students: Management of Early Careers of French PhDs in Life Sciences. *Science and Public Policy*, Vol. 30. No. 6. 405–414. o.
- MÉSZÁROS SÁNDOR–SZABÓ GÁBOR [2009]: A doktorképzés (PhD) elvei és gyakorlata hazánkban és az OECD-országokban. *Magyar Tudomány*, 170. évf. 1. sz.
- MOSONINÉ FRIED JUDIT [2008]: A doktori képzés jogszabályi háttere és intézményrendszere. Műhelytanulmány. MTA Kutatásszervezési Intézet, Budapest.
- ODT [2007]: Jegyzőkönyv. Készült az Országos Doktori Tanács 2007. április 3-i üléséről. <http://www.doktori.hu/index.php?menuid=351&cid=22>.
- PÁLINKÓ ÉVA [2009]: Fiatal kutatók életútja és szakmai identitása. PhD-értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
- PIGEOT, I.–HEINICKE, A.–CAPUTO, A.–BRÜDERL, J. [2000]: The Professional Career of Sociologists: A Graphical Chain Model Reflecting Early Influences and Associations. *Allgemeines Statistisches Archiv*, 84. 3–21. o.
- R DCT [2009]. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Development Core, TEAM R Foundation for Statistical Computing, Bécs ISBN 3-900051-07-0, <http://www.R-project.org>.
- ROSENBERG, N.–NELSON, R. R. [1994]: American Universities and Technical Advance in Industry. *Research Policy*, Vol. 23. 323–348. o.
- SADLAK, J. [2004]: Doctoral Studies and Qualifications in Europe and the United States: Status and Prospects. UNESCO-CEPES Studies on Higher Education, Bukarest, 302 o.
- TAMÁSI PÉTER [1999]: A brain drain alakulása a kutatási szférában Magyarországon az 1990-es években. Kézirat. Készült az OKTK A.1356/VI. számú kutatás keretében.
- WITTEN, I. H.–EIBE, F. [2005]: *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. 2 kiadás, Morgan Kaufmann, San Francisco.

## Függelék

### Fl. táblázat

A kariertérképekhez tartozó állapotátmeneti mátrixok (százalék)

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
<i>a) Első munkahelyváltás (szektorok szerint)</i>										
1. Oktatás	18	6	0	2	0	0	2	0	12	0
2. Egészségügy	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0
3. Gyógyszeripar	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
4. Biotechnológia	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0
5. Agrár-/élelmiszeripar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6. Vegyipar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7. Informatika	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
8. Természet-/környezetvédelem	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9. Alap kutatás	2	0	0	0	0	0	0	0	34	0
10. Egyéb	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
<i>b) Második munkahelyváltás (szektorok szerint)</i>										
1. Oktatás	13	0	3	0	0	0	0	0	9	0
2. Egészségügy	3	1	0	1	0	0	0	0	4	0
3. Gyógyszeripar	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
4. Biotechnológia	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
5. Agrár-/élelmiszeripar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6. Vegyipar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7. Informatika	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
8. Természet-/környezetvédelem	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0
9. Alap kutatás	10	1	1	3	1	0	0	0	26	1
10. Egyéb	1	1	1	0	0	0	0	0	3	0
<i>c) Első munkahelyváltás (szervezeti típus szerint)</i>										
1. Akadémiai kutatóintézet	12	2	2	0	0	0	0	0	0	0
2. Egyetem	8	40	4	0	0	0	2	0	4	0
3. Más állami K+F intézmény	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0
4. Egyéni vállalkozás	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5. Profitorientált mikrovállalkozás	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
6. Profitorientált kisvállalkozás	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7. Profitorientált középvállalkozás	0	0	2	0	0	0	4	0	0	0
8. Profitorientált nagyvállalat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
9. Nonprofit szervezet	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10. Más intézmény	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2

