

## **Egyetemi karriererek, szabadalmak és termelékenység: az ipari tapasztalat mint tudományos és műszaki humántőke**

*Tárgyszavak: egyetem; karrier; szabadalom; humántőke; állásváltoztatás; kutatás; termelékenység.*

Vizsgálják a karriereket az ipari, az egyetemi és a kormányzati szektorban és összefüggéseiket az egyetemi kutató központokban dolgozó tudósok és mérnökök publikációs és szabadalmi termelékenységével az Egyesült Államokban. Feltételezik, hogy az egyetemi tudósok között az állások szektorok közötti változása a karrier során új társadalmi hálózatokhoz és humántőkéhez nyit hozzáférést, ami nagyobb termelékenységet eredményez. Ehhez a vizsgálathoz 1200 kutató életrajzát gyűjtötték össze és kódolták. Ezenkívül szabadalmi adatokat gyűjtöttek össze az USA találmányi és védjegy hivatalában. Az elemzésből adódó átfogó következtetés az, hogy az egyetemi tudósok és mérnökök vizsgált kutatói karrierjei egészen eltérőek a tíz éves vagy régebbi szakirodalomban jellemzettektől. Az 1980-as években megindult és ma is folytatódó központlétesítési hullám nemcsak erősebb kapcsolatokat eredményezett az egyetemek és az ipar között, hanem szembeszökően eltérő egyetemi karriereket is.

### **Egyetemi karriererek, szabadalmak**

A jelen munka egyik központi kérdése: Hogyan hat az állásváltozás, különösen az egyetemek és az ipar közötti mozgás, a termelékenységre és különösen a szabadalmi tevékenységre?

A kutatás során felhasználták az USA Energiaügyi Minisztériuma (DOE = Department of Energy) és az Országos Tudományos Alap (NSF = National Science Foundation) adatait. Az adatok között szerepelt 1200, a fentiek és a hadügy által támogatott kutató életrajza, valamint az USA találmányi és védjegy hivatalában (U.S. Patent and Trademark Office = USPTO) gyűjtött szabadalmi adatok.

A korábbi megközelítésekkel szemben ez a munka az idő függvényében vizsgálja a karriereket, az állásváltások és más kritikus események hatását. Míg a hagyományosabb karrierek a publikációs tevékenységgel, a kevésbé hagyományosak a szabadalmival járnak együtt.

## **Tudományos és mérnöki karrierek: a vonatkozó irodalom**

Már 1928-ban is írtak arról, hogy a tudósok kis része teszi közzé a tudományos publikációk nagyon nagy részét. Sok kutató egész életében keveset publikál, míg másoknak akár 600 vagy több közleménye is megjelenik. Sok szociológus, pszichológus, közgazdász és más kutató régóta próbál erre magyarázatot találni.

## **Ipari karrierek és innovációmenedzsment**

Hagyományosan a műszaki és tudományos karrierek vizsgálata csak egy ágazatra összpontosult: vagy az iparra, vagy az egyetemi pályára. A valóságban azonban sok kutató váltogatja az állását az egyetem, az ipar és a kormányzati szektor között, egyesek többször is, vagy több állást tölt be egyidejűleg. Piaci összefüggésben, a tudásnak ezt az áramlását az egyik cégtől a másikhoz a közgazdászok gyakran a tudás túlcsoportolásának nevezik. A neoklasszikus gazdasági gondolkodásban ezt a piac működésére nézve nem tartják hatékonynak, mivel az ismeretek létrehozói nehezen tudják megragadni és megőrizni az előnyeiket. A tudás generálásának szempontjából azonban ugyanezt gyakran hatékonynak tekintik. Az emberek áramlása a szervezetek között fontos a tudás átvitelében, diffúziójában, a sokirányú tudáshálózatok létrehozásában és fenntartásában a karrier során.

Nagyon kevés vizsgálat foglalkozik az ipari és egyetemi kutatók és mérnökök együttműködésben végzett kutatásaival. Ezek arra mutatnak, hogy az együttműködéses kutatás minden formája valóban növelheti az egyetemi kutatók eredményességét. Azt is megállapították azonban, hogy az egyetemi és az ipari szakemberek közötti együttműködés jóval nagyobb hatású az egyetemi kutatók termelékenységére nézve, mint a más egyetemi szakemberekkel vagy a kormányzati személyekkel.

Vizsgálták a tudás földrajzilag körülhatárolt túlcsoportolását, amely akkor lépett fel, amikor „szupersztár” biotechnológiai kutatók csatlakoztak mind egyetemekhez, mind cégekhez. Közös szerzőségi mintákon

keresztül vizsgálták a társadalmi tőkekapcsolatok különböző típusait egyetemi „szupersztár” kutatók és helyi biotechnológiai cégek tudósai között, köztük az együttműködések (amikor nincs formális kapcsolat a kettő között) és a csatlakozásokat (amikor a „szupersztárnak” formális pozíciója van a cégen belül). Az észlelések az mutatják, hogy a kétféle humántőkének ez a keveredése tényleges gazdasági megtérüléssel járhat. Egyetemi „szupersztárok” és vállalati tudósok közösen írt öt cikke a fejlesztésben öt új terméknek, a piacon 3,5-nek felelt meg, és 860 főnyi létszámnövekedésnek a biotechnológiai cégeknél. A társadalmi tőkekapcsolatok szerepe és természete az eredmények növekedésében további feltételezések tárgya marad.

## **Egyetemi karrierék és produktivitás**

Az egyetemi kutatás termelékenységének vizsgálata már az 1950-es években megkezdődött, de csak az 1960-as évek végén és az 1970-es években bontakozott ki.

Inkább a tudomány, mint társadalmi entitás szervezését vizsgálták, mint azt, hogyan hasznosítják a tudósok és a mérnökök a tudást. A „tudományt” az egyetemi vállalkozás tartományaként jelölték meg, az ipart vagy az ipari állásokat egy főként egyetemi karrieren belül nem vizsgálták.

## **Integratív megközelítések**

Az integratívabb megközelítések jórészt az utóbbi tíz évben jelentek meg. Három nagy, a tudományos produktivitást motiváló tényezőre mutattak rá, ezek: a rejtvényfejtés (belső öröm), a szalag (elismerés) és az arany (jutalom). Ez a három széles terület valamilyen önvezérlő rendszert alkot, amely a tudóst arra ösztönzi, hogy társadalmilag előnyös módon viselkedjen.

Újabban fokozódik annak a felismerése, hogy nagyobb súlyt kell helyezni a tudás termelésének társadalmilag beágyazott természetére. Amint a tudás és az információ a gazdaság működésének központi tényezőjévé válik, azzá válik a társadalmi jólét és így a politika számára is.

A kutatás-fejlesztés (K+F) nyilvános értékelésének nem szabad teljesen a gazdasági értékre összpontosulnia, hanem növelnie kell a kapacitást és a társadalmi–szociális humántőkét.

Ez a nézet nagyobb súlyt helyez a humán és társadalmi adottságokra, mint a korábbi modellek. Közülük egyesek nyilvánvalóak, mint az iskolai végzettség, az elnyert díjak, elismerések, amelyeket a tudósok és a mérnökök gyűjtenek, de a kevésbé formálisak talán még fontosabbak.

Minden tudós és mérnök úgy tekinthető, mint a humántőke egyedi megtestesülése, a tudás, a felkészültség, a műszaki know-how és – ami ugyanolyan fontos – a hálózati kommunikáció két lábon járó együttese. A kutató humántőkéje társadalmi tőke is, amely részt vesz a tudás létrehozásában, és kölcsönhatásban működik különböző társadalmi és szakmai összefüggésekben.

Ezek az adottságok nemcsak nehezebbé teszik a tudósok és a mérnökök pályafutásának vizsgálatát, hanem árnyaltabbá és kihívóbbá is. A tudományos és technikai humántőke mozgása és állandó átformálódása a tudományos felfedezés, a műszaki innováció, sőt a gazdasági fejlődés életfontosságú eleme. Eddig kevés vizsgálat kísérelte meg a társadalmi tőke koncepciójának a tudományos kutatásra való alkalmazását.

## **Kutatási kérdések és hipotézisek**

Az első kutatási kérdés: Hogyan hat az állás átalakulása és a karrier formája a termelékenységre – közleményekben és szabadalmakban mérve – az életpálya során?

*Diverzitási hipotézis:* Az egyetemi tudósok körében az ágazatközi állásváltogatások új társadalmi hálózatok elérhetőségét nyújtják, ami nagyobb termelékenységet eredményez.

A szakirodalomban ellenkező tartalmú hipotézissel is találkozni lehet, ezt *homogenitási hipotézisnek* nevezik: Az egyetemi tudósok és mérnökök között a „hagyományos” pályafutás, azaz az egész Ph.D.-utáni pálya egyetemeken való befutása nagyobb termelékenységet eredményez.

Ismert, hogy az egyetem általában jobban ösztönzi a publikációs tevékenységet, és a nem hagyományos karrier kisebb általános termelékenységet is eredményezhet, de többnyire nagyobb szabadalmi eredményességgel.

*Oktatási és képzési hipotézis:* A korai tapasztalatok – doktori fokozat megszerzése előtti és utáni kutatási közreműködés – lehetőséget adnak a tudományos és technikai humántőke felépítésére, és nagyobb termelékenységet eredményeznek.

*Koraérettségi hipotézis:* Azok a tudósok és mérnökök, akik már a doktorátusuk előtt is publikálnak, nagyobb általános termelékenységet fognak mutatni a pályafutásuk során. Ez feltételezi, hogy az ilyen egyének tehetségesebbek vagy jobb képzést kaptak. A hipotézis a halmozódó előnyök elméletéből és kutatásából következik.

## **Adatok és módszerek**

### **Adatok**

A vizsgálathoz vett minta elegendő számú, eltérő ágazati tapasztalatú személyre terjed ki, hogy lehetővé tegye egy állásváltogatási modell kipróbálását. Amint az egyetemeken a magánszektor egyre több jellemzőjét veszik fel a menedzsment és a szellemi tulajdon diffúziója tekintetében, és az ipar egyre több pénzt fektet be egyetemi kutatásba, a téma fontossága nő. A vizsgálat során felhasznált adatforrások és elemzések egyedülállóak.

### **Szerkezetek és változók**

#### *A karrierformák diverzitása*

A karrierformák diverzitásának a termelékenységre gyakorolt hatását a következő változókon mérték: a tudós ipari és kormányzati állásokban eltöltött idejének az aránya, a doktorátus utáni első (ipari vagy kormányzati) állás, és egy műváltozó azoknak, akiknek legalább egy állásuk volt mind a három ágazatban („hármasspirálnak” nevezik).

#### *A karrierforma homogenitása*

Az adatkészlet 5490 állásváltogatást tartalmazott. Mindezeket vizsgálták, és feltételes valószínűségeket építettek fel minden lehetséges állásváltogatásra. Homogenitási indexet konstruáltak, amellyel mérték a válaszadó karrierjének az eltérését a normától. Ennek a változónak a lehetséges tartománya: 0–100. A gyakorlatban a tartomány terjedelme 0,35–72,47 volt, 14,47 átlaggal és 18,10 szórással. A nagyobb értékek a „tipikusabb” karrierformákat jelzik.

#### *Oktatás, képzés és koraérettség*

Az oktatási, képzési és koraérettségi hipotézisek viszonylag egyenesek a változók és a mérés tekintetében. E hipotézisek szerint nagyobb a várható termelékenysége azoknak, akik kutatásokban működtek közre pályafutásuk kezdetén, és már a doktorátusuk évében vagy korábban publikáltak.

## Analitikus megközelítések

Az analitikus megközelítés tekintetében, a kutatás leíró statisztikát, Tobit- és Poisson-modelleket használ.

## Megállapítások

### Leíró eredmények az állások átalakulásához

Az 1. táblázat leíró tájékoztatást ad arról az 5490 állásváltoztatásról, amelyet a tudósok és a mérnökök hajtottak végre a pályafutásuk során. Az átlag közelítően személyenként 5,7 állásváltoztatás volt.

A változások többsége (62,5%-a) esetén egyetemi állást egyetemire cseréltek. Az egyetemi–ipari változások aránya 4,8% volt, az egyetemi–kormányzati változásoké pedig 2,9%. Bármely adott, egyetemi állású kutató számára a következő a pozíciók valószínűsége: egyetemi 0,85; ipari 0,07 és kormányzati 0,04. A fennmaradó 0,04 annak a gyakoriságát képviseli, amikor az egyetemi pozíciót konzultatívrá váltják.

1. táblázat

Állásváltozások a szektorok között és azokon belül (gyakoriságok)

Munkakörből (ágazatból)	Munkakörbe					
	egyetemi	ipari	kormány- zati	tanácsadó	orvosi	összes
Egyetemi	3429	265	158	163	14	4029
Ipari	447	249	39	26	2	763
Kormányzati	211	53	86	10	1	361
Tanácsadói	150	16	5	105	0	276
Orvosi	28	3	2	0	28	61
Összes	4265	586	290	304	45	5490

Az ipari–ipari változtatások az összesnek a 4,5%-át tették ki, az ipari–egyetemiek 8,1%-ot, a kormányzati–kormányzatiak 1,6%-ot, a kormányzati–egyetemiek 3,8%-ot, a kormányzati–ipariak éppen 1%-ot.

## **A Tobit-modell eredményei**

Az eredményeket a publikálási majd a szabadalmi termelékenység adataiban fejezik ki.

### **Publikációs termelékenység**

A nagyobb publikációs termelékenység több tényezővel függ össze, köztük a koraérettséggel és a karrier homogenitásával. A doktorátus évében publikált minden anyagra számítva, a későbbi publikációk aránya 0,12-vel nőtt, minden egyéb változatlansága mellett. A karrier homogenitásának a hatása nagyon csekély (az együttható 0,05).

Azon változók között, amelyek együtthatói statisztikailag szignifikánsak, a legnagyobb hatásúak a területi különbségek (a fizikai és matematikai területen nagyobb a publikációs termelékenység), a csapatok közötti különbségek (a korábbi Ph.D.-s csapatoknak nagyobb a termelékenysége, mint a legújabbaknak, annak a következtében, hogy a csúcstermelékenységű éveik nagyobb része került be az adategyüttesbe), és a központokhoz való csatlakozás különbségei (egyes központokban nagyobb a termelékenység, mint másokban).

Az oktatási és a diverzitással kapcsolatos változók együtthatói nem voltak statisztikailag szignifikánsak csak az általános modell.

### **Szabadalmi termelékenység**

Úgy látszik, hogy a szabadalmi termelékenységre hat az ipari állásban töltött évek száma, valamint a területi és a csapatkülönbség. A koraérettség becslésének az együtthatója pozitív, de kicsi.

Az ipari állásban töltött évek számának az aránya erős, pozitív összefüggésben áll a szabadalmi produktivitással. Egyéb állandó körülmények között, az ilyen évek számának az 1%-os növekedése az egy évre eső szabadalmak számának a 0,83-mal való növekedésével járt.

Azok, akik 1980 előtt szereztek doktori fokozatot, több szabadalmat alkottak, mint az újabb csapatok.

A karrier homogenitásának nincs jelentős összefüggése a szabadalmi termelékenységgel, az együttható egyenlő nullával.

Az ipari forrásokból történő finanszírozás erős pozitív összefüggésben áll a szabadalmaztatási aránnyal.

Az általános modell statisztikailag szignifikáns.

## A szabadalmi arány Poisson-modellje

Mint a 2. táblázat mutatja, hét olyan változó volt, amelyeknek az együtthatói statisztikailag szignifikánsak: a koraérettség, az ipari munkakörökben töltött évek számának az aránya az összes évekhez képest, az ipari ösztöndíjak számának az aránya az összeshez, az 1972 és 1980 között szerzett doktorátus, a fizikai és matematikai tudományban szerzett doktorátus, a mérnöki és a számítástechnikai doktorátus. Ezeknek az együtthatóknak az összes előjele pozitív, mindegyik magasabb szabadalmi aránnyal jár.

2. táblázat

A szabadalmi arány Poisson-modellje (a szabadalmak száma osztva a pályafutás hosszának években kifejezett számával)

Független változók	Becsült együttható	Szabvány hiba	T-arány	P-érték	Szabvány együttható	Kísérleti együttható
Koraérettség <sup>a</sup>	0,037	0,015	2,448	0,014*	0,447	1,038
Ipari munkakörökben töltött évek/összes évek	1,759	0,433	4,066	0,000*	0,893	5,808
Ipari ösztöndíjak/összes ösztöndíjak	1,311	0,593	2,211	0,027*	0,429	3,708
1972 és 1980 közötti doktorátusok	0,677	0,344	1,970	0,049*	0,682	1,968
Számítástechnikai doktorátusok	1,514	0,736	2,057	0,040*	0,821	4,546
Mérnöki doktorátusok	1,768	0,603	2,933	0,003*	2,277	5,860
Fizikatudományi doktorátusok	1,758	0,608	2,893	0,004*	2,050	5,800

<sup>a</sup> A homogenitás a karrierminták egyik indexe az időben. Ez a feltételes állásváltoztatási valószínűségek összege az állások teljes számára korrigálva. A nagy érték azt jelenti, hogy a karrierút az általánoshoz közelít. A kis érték azt jelenti, hogy az adategyüttesben kevesen hajtottak végre ilyen állásváltást.

\* Azt jelzi, hogy a P-érték < 0,05.

Az észlelés, amely szerint az ipari munkakörökben töltött évek aránya a szabadalmak arányának a növekedésével jár, különösen figyelemreméltó, ha figyelembe vesszük, hogy a pályafutás ipari kezdete káros lehet a szabadalmi termelékenységre nézve. Lehetséges, hogy e mögött

a kiválasztás hatásai rejlenek (például, valaki nem tudott megfelelő egyetemi álláshoz jutni), de az ágazatok közötti mozgás talán éppen a többi ágazat számára vonzó tulajdonságokkal kapcsolatos, teljesen eltérő jelenség.

### **A termelékenység változása az állásváltozásokban az iparba és az iparból**

Meghatározták az összes egyetemi–ipari és fordított irányú változtatásokat, és kiszámították a publikációk átlagos számát a változás előtti és utáni öt évben. Ezeket az átlagokat összegezték és átlagolták az összes állásváltatásokra, amelyeket a tudósok és a mérnökök az egyetem és az ipar között hajtottak végre. Az eredmények a 3. táblázatban láthatók.

3. táblázat

A publikációk átlagos száma az ipar felé és onnan való állásváltozások előtti és utáni öt évben (szórás, 95%-os konfidencia-intervallumok)

	Átlag	Szórás	Konfidencia-intervallumok
<i>Az iparból</i>			
Átlag a változás előtt	1,50	2,84	(1,23; 1,77)
Átlag a változás után	2,60	3,55	(2,77; 2,93)
<i>Az iparba</i>			
Átlag a változás előtt	1,81	3,01	(1,44; 2,18)
Átlag a változás után	2,57	3,12	(2,19; 2,95)

Az eredmények arra utalnak, hogy az állásváltatásnak fontos hatása van a termelékenységre. Az alternatív értelmezés szerint azonban a változtatás korrelál a termelékenység természetes növekedésével. Például, lehet, hogy a kutatók a karrierjük korai szakaszában valószínűbben változtatnak állást, mint később, és ez pontosan az az időszak, amikor teljesítményük nő. Egy másik lehetőség az, hogy a változások maguk minőségjelzők, és a termelékenység ezzel korrelál.

## **A hipotézisek bizonyítékainak az összefoglalása**

### **A publikáció hasonlóságai és különbségei és a szabadalmi termelékenység elemzése**

Az elemzés konzisztens megállapításai:

1. A fizikus és matematikus kutatók termelékenysége nagyobb, mint más területek kutatóié.
2. A publikációs koraérettségnek csekély a hatása, kivéve a rendkívüli koraérettség eseteit.
3. Bár ez statisztikailag nem szignifikáns, megállapítható, hogy a doktorátus utáni kutatási pozíció negatívan korrelál a termelékenységgel, legalábbis a mintában szereplő esetekben.
4. Van némi bizonyítéka annak, hogy a viszonylag sokszor állást változtató kutatóknak kisebb a termelékenysége, mint a többieké.
5. A szabadalmi termelékenység pozitív korrelációban van a szorosabb ipari, és negatívban a szorosabb kormányzati kapcsolatokban.

Ezzel szemben az iparban töltött idő nagyobb aránya negatívan korrelál a publikációs termelékenységgel. Végül, az (ipari vagy szövetségi) támogatás forrása nincs összefüggésben a publikációs tevékenységgel, míg az ipari támogatás nagyobb aránya pozitív korrelációban van a szabadalmi tevékenységgel.

### **A hipotézisek mellett és ellen szóló bizonyítékok**

#### *A koraérettségi hipotézis*

Úgy tűnik, hogy az összefüggés a koraérettség és a jövőbeli termelékenység között gyenge, és talán többször a kiugró koraérettség esetei hatnak rá.

#### *Oktatási és képzési hipotézis*

Ezt a hipotézist nem támasztják alá bizonyítékok.

#### *Homogenitási hipotézis*

A modellek negatív összefüggést mutatnak az iparban vagy a kormányzatban kezdett karrier és a publikációs és szabadalmi termelékenység között. Erős pozitív összefüggés van az ipari munkakörökben

töltött idő aránya és a szabadalmi termelékenység között, ami megfelel ennek a hipotézisnek.

Egészében ezt a hipotézist elegendő bizonyíték támasztja alá.

### *Diverzitási hipotézis*

Ez ennek a munkának a központi hipotézise. Az elsődleges bizonyítékát a leíró statisztika szolgáltatja (és ez a homogenitási hipotézis ellen szól).

Noha a homogenitási hipotézist az adatok elemzése talán jobban alátámaszthatja, a diverzitási hipotézis lencséjén keresztül vizsgálva az adatokat két fontos megállapításra lehet jutni:

1. Az adatkészletben szereplő kutatók között elégséges ágazatközi diverzitás mutatkozik, talán több, mint tipikusan várható lenne.
2. A diverzitási hipotézis meggyőzőbb a szabadalmi termelékenység magyarázatában, mint a publikációsében.

## **Következtetések és következmények**

Az egyetemi tudósok és mérnökök karrierjei teljesen eltérnek attól, amit a vonatkozó, tíz éves vagy régebbi szakirodalom jellemez. Ez különösen igaz a vizsgált kutatókra, akik mind egyetemi kutatóközpontokkal dolgoznak. A központok létesítésének a hulláma az 1980-as évek elején kezdődött, és ma is folytatódik. Ez észrevehetően eltérő egyetemi pályafutásokat, valamint az egyetemek és az ipar közötti erősebb kapcsolatokat eredményez.

Mondható, hogy most forgóajtó működik az ipari és az egyetemi kutató munkakörök között. A vizsgálat adatai adnak némi előzetes képet arról, hogy milyen gyorsan forog ez az ajtó. Átlagban, a válaszadók összes állása között hatból közel egy volt ipari, és a pályafutások minden nyolc éve közül egyet töltöttek ipari munkakörökben. A válaszadók közelítően a felének volt egy vagy több ipari állása. Negyedrészüket dolgozott a kormánynak. Közel a felük nem egyetemi állásban kezdte a karrierjét; 33%-nak az iparban és 14%-nak a kormányzatban volt az első állása. Átlagban a kutatóknak adott ösztöndíjak 24%-a az iparból származott.

Különösen ellentmond a hagyományos elefántcsont-modellnek az, hogy a válaszadók 20%-a a pályafutásának csak az ötödik vagy későbbi évében lépett egyetemi állásba. Megváltozott az egyetemi karriertervezés. Növekszik az ipari kapcsolatok, alkalmazások, a technológiai fejlesztés súlya.

Politikai nézőpontból gyakran feltételezik, hogy az állásváltozások hasznosak, de a kutatói termelékenység szakirodalma ennek az ellenkezőjét feltételezi vagy mutatja be. Még sok intézményi akadálya maradt fenn az egyetemi tudósok hatékony ipari munkájának. A jelen munka arra utal, hogy az ágazatok közötti karrierátmeneteknek komplex hatása van. Mindkét irányú mozgás növeli a publikációs termelékenységet.

Nyugtalanító a posztdoktori (egyetemi) állások negatív hatása a termelékenységre. A szabadalmi termelékenység azok körében, akiknek nem volt ilyen állásuk, több mint az ötszöröse azokénak, akiknek volt. Ennek sok lehetséges oka van:

- a posztdoktori állások kizsákmányoltak, és főként az idősebb tudósok előrejutásának a kisbérű eszközei;
- az első ilyen állás hasznos lehet, de a megtérülés csökkenni kezd már a második előtt;
- a legtehetségesebbek azonnal állandó vagy határozott idejű állásokra kapnak és fogadnak el ajánlatokat;
- összefüggés lehet a posztdoktori állások és a nőkkal és idegekkel szembeni diszkrimináció között;
- az általános megállapítások nagyon fontos területi hatásokat fedhetnek el.

A posztdoktori állásokba lépők aránya tovább nő. Például 1973-ban az orvosi biológiai Ph.D. fokozattal rendelkezőknek csak 27%-a ment ilyen állásba, 1995-ben már 63%-uk.

Úgy tűnik, hogy a kormányzati politika az egyetemi intézmények kereskedelmi produktivására összpontosít. Az ipari tapasztalatokkal rendelkező kutatók felvétele és az iparral való cserekapcsolat a kereskedelmileg releváns egyetemi innováció fellendítésének a hatékony eszköze lehet.

**Összeállította: Szende György**

Dietz, J. S.; Bozeman, B.: Academic careers, patents, and productivity: industry experience as scientific and technical human capital. = Research Policy, 34. k. 3. sz. 2005. ápr. p. 349–367.

Bozeman, B.; Corley, E.: Scientists' collaboration strategies: implications for scientific and technical human capital. = Research Policy, 33. k. 4. sz. 2004. p. 599–616.

Monastersky, R.: Is there a science crisis? Maybe not. = Chronicle of Higher Education, 2004. júl. 9. p. 13–16.

Siegel, D.; Waldman, D.; Link, A.: Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices. = Research Policy, 32. k. 1. sz. 2003. p. 27–48.

## Röviden...

### Esővízöblítéses WC-k

A növekvő ivóvízfogyasztás, ezzel együtt a fogyatkozó vízkészletek védelme napjaink egyik égető problémája. Az esővíz újrahasznosítása jó megoldást jelenthet a gondok egy részére. Portlandben (Oregon állam, USA), ahol bár az éghajlat igen csapadékos, mégis keresik a takarékos vízkészlet-gazdálkodás új lehetőségeit, egy egyetemi beruházás kapcsán különösen nagy hangsúlyt fektettek az esővíz újrafelhasználására. A Portlandi Állami Egyetem új épületszárnyának építésekor a megbízó, az egyetem környezetkímélő technológiákat preferáló hagyományaihoz híven, a fenntartható használatot tűzte ki célul, amelynek egyik fontos eleme a vízfogyasztás csökkentése lett.

A több céget és tanácsadót tömörítő tervező team olyan esővízgyűjtő rendszert dolgozott ki, amely az új épületre és a szomszédos már meglévő egyetemi szárnyra hulló csapadékot egyaránt hasznosítja. Az egyetem új épületszárnyánál, amely tantermeket, irodákat és lakásokat is magába foglal, az ismertebb, öntözésre való újrahasznosítás mellett újdonságként alkalmazták az esővizet a WC-k öblítésére. Ezt a fajta felhasználást Oregon államban itt engedélyezték először. Az esővíz-újrahasznosító rendszer számos egymásra épülő elemből áll. Az elvezetett csapadék először folyami kavicsal feltöltött felszíni gyűjtőkbe kerül, onnan egy „Öko-Allé”-nak nevezett közösségi téren csobog át, majd emelt, növényekkel betelepített szűrőkön halad keresztül. Egy része dísznövényeket öntöz, nagyobb része további szűrőkön át felszín alatti csapadékvíz-tározókba kerül. A WC-öblítésre használt vizet még egy további homok-, majd UI-szűrőn keresztül pumpálják vissza a rendszerbe. A viszonylag egyszerű megoldásokkal nagyon jó vízminőség érhető el.

A felszín alatti csapadékvíz-tárolás kulcsfontosságú eleme a „Rainstore3” elnevezésű, sokrétűen alakítható elemes rendszer, amely variálhatóságának és viszonylag kisméretű, egymásra épülő elemeinek köszönhetően megoldotta a két egyetemi épület közötti igen szűk helyen a csapadéktározást, 94%-os helykihasználást téve lehetővé. A speciális

hengeres tározóelemek 1 m<sup>2</sup> alapterületűek, 10 cm magasak és 10–250 cm-es magasságig kapcsolhatók egymáshoz. Az egyetemi épületnél elkészült víztárolórendszer 2 m-es szélességével, 18 m-es hosszúságával és 90 cm-es magasságával több, mint 30 000 liter vizet tud befogadni. A komplex újrahasznosító rendszer további eleme az a speciális úszóval ellátott szabályozó, amely a vízgyűjtő víztartalékainak függvényében a tározott esővízből, illetve annak kifogyása után, nyári időszakban, a házi ivóvízvezetékéről vételezi a szükséges vízmennyiséget.

A projekt megvalósítása során a város ivóvízkészletének védelmére is igen nagy hangsúlyt fektettek. Az illetékes hatóságok képviselői folyamatosan a helyszínen tartózkodtak, nyomon követve a munkálatokat a PVC szigetelések forrasztásától a Rainstore3 rendszer beépítésén át a teljes kivitelezés befejezéséig, valamint ellenőrizték a fenntartási tervet is. Az elkészült visszaforgató-rendszer az első emeleti WC-ket látja el vízzel, a többi emeleten a WC-k az ivóvízvezetékre kötve működnek, két okból. Egyrészt az összes WC-t ellátó rendszer tárolói túlságosan nagyok lennének – figyelembe véve a kevésbé csapadékos időszakokat –, másrészt az építésügyi előírások alapján a WC-tartályokban tárolt víz egy részének ivóvíz-vésztartalékként is kell szolgálniuk katasztrófa esetén. A kezelt esővíz pedig majdnem, de nem tökéletesen ivóvíz-tisztaságú.

A vízvisszaforgató rendszernél rendszeres monitoring működik. A mért adatok és a további előrejelzések szerint az új beruházással az öntözővíznél majd 45 000 liter, a WC-k öblítésénél több mint 450 000 liter ivóvíz takarítható meg évente, amely jelentős költségcsökkenést jelent az üzemeltetésben.

A tervezők a csapadékvíz újrahasznosítása mellett számos egyéb környezetbarát elemet alkalmaztak a beruházásnál: szél segítségével üzemelő léghűtést, napenergiával működő árnyékolórendszert, csekély káros anyag kibocsátású építőanyagokat, valamint egy hővisszanyerőt a szellőzőrendszerénél. A környezetbarát technológiákat megvalósító komplex beruházáson belül maga az esővízgyűjtő/visszaforgató rendszer is példaértékű, többek között a tervező team több szakterületet (építészet, gépészet, hidrológia, tájépítészet) igen sikeresen ötvöző munkájának köszönhetően.

*(Pollution Engineering, 37. k. 4. sz. 2005. p. 40–41.)*