



Civilek és tudomány
projektbemutató szakértői összeállítás

I.
Nanotechnológia, humán genomika







Civilek és tudomány

projektbemutató szakértői összeállítás

I.

Nanotechnológia, humángenomika

Budapest, 2009





A kiadvány a Nemzeti Civil Alapprogram támogatásával készült.

Kiadta: Tudástársadalom közhasznú Alapítvány

Szerkesztő: Fábri György

Kiadói előkészítés, szerkesztés: Kurkó Noémi, Ferbert-Vadász Ágnes

Szöveggondozás, korrektúra: Halmai Györgyi

A borító Kiss Tamás fotóinak felhasználásával készült.

ISBN: 978-963-87429-3-3-Ö
978-963-87429-4-0

Tördelés: Kerülő Tünde, Wolf Krisztián
Nyomda: Akaprint Nyomdaipari Kft.

© Tudástársadalom Alapítvány 2009
© Szerzők, 2009

Tartalom

I. BEVEZETŐ: TUDOMÁNY - TÁRSADALOM - POLITIKA - MÉDIA

Tudomány és társadalom – szakértők és civilek	13
Társadalmi részvétel	19
A társadalom tudományképe	25
Tudomány és közvélemény a nemzetközi adatok tükrében.....	25
Tudománykép a magyar közvéleményben	28
Közvélemény és kutatói vélemények a tudomány és társadalom kapcsolatáról	41
Tudomány és politika.....	49
Tudomány és média.....	55
Tudományos ismeretterjesztő televíziós csatornák és műsorok megítélése	60
Tudományos hírek a médiában	63
Összefoglalás – konklúziók	70

II. NANOTECHNOLÓGIA

Tudomány és társadalom párbeszéde a nanotechnológiáról	75
A „mindenütt jelenlévő” nanotechnológia	75
A nanotechnológia és a társadalom – a társadalomtudományok növekvő szerepe.....	77
Társadalmi párbeszéd a nanotechnológiáról.....	87
Közvélemény a nanotechnológiáról	91
Szakértők és civilek a nanotechnológiáról	93
Kezdkör – a beszélgetés résztvevői.....	93
Nanotechnológia és környezeti hatások.....	96
Nanotechnológiai forradalom – állami szerepvállalás	98
Nanotechnológia a gyógyszergyártásban	100
Alulról felfelé építkező nanotechnológia.....	101

A tudomány szerepe a tájékoztatásban	105
Civil hangok (kérdések, hozzászólások)	109
A nano-biotechnológia társadalmi megítélése	
és alkalmazásának etikai kérdései	115
Szabályozottság és társadalmi elfogadottság	118
Etikai kérdések, alkalmazási tapasztalatok	121

III. HUMÁNGENOMIKA

A humángenomika, klónozás, őssejtkutatás etikai,	
társadalmi, jogi kérdései	129
A genetikai információ mint etikai kérdés	130
Tudományos értelmezések szélesebb körű hatása a genetika területén	132
Emberi őssejtek, klónozás	135
Génterápia	138
Szakértők és civilek a humángenomikáról	143
Kezdőkör, a beszélgetés résztvevői	143
Eredmények és dilemmák (a papilloma vírus)	148
Hogyan kommunikálhatók a tudomány bizonytalanságai?	151
Civil hangok (kérdések, hozzászólások)	158
Genetika a mindennapokban, civil keretek között	165
Korlátok és határtalan lehetőségek a genetikában	166
A civil részvétel társadalmi hasznosulása	169
Félelmek és társadalmi ellenállás genetikai kérdésekben	172
A bioetika jogi szabályozottsága a hazai és a nemzetközi szinten	177
A magyar biotechnológia szabályozottsága	180
A társadalmi konzultáció szükségessége	182
Evans-ügy, az emberjogi dimenzió	184
Bioetika a médiában	187
Közreműködők	192



I. Bevezető: tudomány - társadalom - politika - média







A tudósokban mindig is megvolt az igény tudásuk megosztására, nem csupán a diákokkal, hanem az érdeklődőkkel, polgártársaikkal is. Az ezt segítő kommunikáció alapelvei hosszú időn keresztül formálódtak, s erősödött a visszacsatolás, az interaktivitás igénye. A mai változások gyökerei az 1980-as évekre nyúlnak vissza. Koncepcionálisan politikai okok, módszertanilag technológiai lehetőségek indították útjára előbb a *Public Understanding of Science (PUS)* mozgalmat, később ennek különböző változatait. Ma már nincs olyan európai ország, ahol a PUS-törekvések ne lennének jelen a kutatók és a laikusok közötti kommunikációban, és ne lenne igény a kétirányú kommunikációra. A kutatók és a laikusok közötti kapcsolatrendszer folyamatos fejlesztését mindkét oldal támogatja a kölcsönös tanulás és információcseré érdekében.

A kommunikációval szorosan összefüggő, mégis önálló, alapvetően közpolitikai indíttatású törekvés a *társadalmi részvétel* erősítése a tudomány- és technológiapolitikai (TÉT) döntéshozatalban. Ekörül sok a bizonytalanság és a félreértés, mind az elméleti, mind a gyakorlati megközelítésekben. Ugyanis több kérdés is egyszerre tudományos, ugyanakkor társadalmi és technológiai probléma, mint például a nukleáris energia felhasználása vagy a génmódosított növények termesztése. Ezekben konfliktusos a gyakran politikai kampányokkal befolyásolt civilek és a témákhoz valóban értő (ám időnként ugyancsak politikailag elkötelezett) tudósok találkozása. Alapvető elvárás volna, hogy mindig olyan emberek és szervezetek képviseljék a civil társadalmat az adott döntéselőkészítési eljárásokban, akik a szóban forgó kérdésben érdemi szerepet játszhatnak, és akiknek legitimitását elfogadja a lakosság. Végül elengedhetetlen az is, hogy kiépüljenek a „jó” kormányzás alapintézményei (pl. a vélemények becsatornázására, a döntések átláthatóságának biztosítására), hiszen enélkül az állampolgárokhöz nem jutnak el a megértéshez és a véleményformáláshoz



szükséges információk, és nincsenek formák a lokális tudás, a helyi igények eljuttatására a felsőbb szintekre.¹

A tudomány független, politikamentes meghatározója legyen a társadalmilag fontos döntéseknek - ma sem halványuló elvárás ez, amit azonban a gazdasági és ideológiai befolyások erősödése közepette nem könnyű érvényesíteni. Számos olyan problémával küzd ma az emberiség, amire a tudományon belül is vitatott válaszok születnek, miközben a politikának mégis döntenie kell, hogy mit tart nagyobb veszélynek, minek a megelőzésére szán humán és anyagi erőforrást. A felelősség megosztása érdekében a politika egyre inkább hajlik arra, hogy szélesebb szakértői és civil bázis bevonásával születessenek meg a válaszok a felvetett kérdésekre. Ezzel nem értékelődik le a tudományos tudás, de beemelődik a helyi tudás és tapasztalat.

Miért fontos a kommunikáció a tudósok, a laikusok és a döntéshozók között? A kormányok aggódnak amiatt, hogy egyre kevésbé támaszkodhatnak majd a tudományra, ha a társadalomban jelentős mértékben megkérdőjeleződik a szakértők, illetve a tanácsadók legitimitása. Gondban vannak a tudományos intézmények is, mert tapasztalják, hogy kétségbe vonják kutatásaik jogosságát etikai és társadalmi szempontból. Bizonyos termékek gyártóinak és forgalmazóinak pedig az okoz problémát, hogy nem tudják kiszámítani a fogyasztók magatartását. Ezért tulajdonképpen mindegyik érintett fél érdeke, hogy a jobb kommunikációt, a párbeszédet és bizonyos részvételi formák meghonosítását szorgalmazza.

A magyar tudományos világ sem panaszkodhat arra, hogy ne bővelkedne szó szerint látványos sikerekben e téren: a Mindentudás Egyeteme² sokmillió nézője, a World Science Forum Budapest nemzetközi konferencia többszöri

¹ Lásd ehhez: Mosoniné Fried Judit: A felvilágosítástól a részvételig. In: Mosoniné Fried Judit – Tolnai Márton (szerk.): *A tudományon kívül és belül*, MTA KSZI, Budapest, 2005.

² A program alapítói a Magyar Telekom (korábban MATÁV-cégcsoport) és a Magyar Tudományos Akadémia. Telt házas, gazdagon illusztrált előadások, népszerű televíziós és rádiós sorozat, újságok és hetilapok állandó rovata, napi több ezres letöltésű internetes portál, a felnőtt lakosság közel háromnegyedét elérő ismertség és körükben igen magas tetszési index: ez a Mindentudás Egyeteme (ME). A ME különleges ismeretátadási kísérlet: megvalósításának elméleti háttere és gyakorlati formája egyesíti a magyar tudományos ismeretterjesztés hagyományait, a nemzetközi tudományos PR tapasztalatait és a modern infokommunikációs médiumok alkalmazását. A témáról bővebben lásd Fábri György: *A Mindentudás Egyeteme*. In: Mosoniné Fried Judit – Tolnai Márton (szerk.): *A tudományon kívül és belül*, MTA KSZI, Budapest, 2005. Lásd még: Mindentudás Egyeteme a számok tükrében. In: Fábri György (szerk.): *A tudománykommunikáció értelme/értéke*, Tudástársadalom Alapítvány, Budapest, 2006.

³ A Magyar Tudomány Napját 1997-ben rendezték meg először, a rendezvény 2003-tól egy hónapos eseménnyé nőtte ki magát, ekkor változott a neve Magyar Tudomány Ünnepe. A mintegy húszezer látogatót vonzó programot 2009-ben immár tizenharmadik alkalommal rendezte meg az Akadémia. Az ünnepség keretében országszerte számos tudományos és ismeretterjesztő rendezvényre, kiállításra, előadásra, filmvetítésre kerül sor. A programba évről évre több intézmény, kutatóintézet, egyetem, főiskola és civil szervezet kapcsolódik be és ismerteti meg a legújabb tudományos eredményeket az érdeklődő diákokkal és laikusokkal. Ilyenkor, minden év novemberében az MTA-n is számos rendezvény, kiállítás, előadás várja a látogatókat, különös tekintettel a középiskolásokra, akik hagyományosan a Diákok az Akadémián című előadássorozat keretében ismerkedhetnek meg néhány tudományos érdekességgel.



megrendezése, vagy éppen a Magyar Tudomány Ünnepe,³ valamint a Kutatók Éjszakája⁴ évenkénti programsorozata jó és nagy hírét keltette a magyar tudósoknak, a magyar tudománynak, a Magyar Tudományos Akadémiának.

A fentieket összegezve, a tudomány és társadalom kapcsolatában kulcskérdés az egyes tudományos kérdésekről folytatott társadalmi párbeszéd bátorítása, a civil társadalmi szervezetek ösztönzése arra, hogy jobban bekapcsolódjanak a különböző szempontok megvitatásába. A tudós-laikus diskurzus mindkét fél érdeke, hiszen erősíti az állampolgári felelősségvállalás szellemét, a közösségi problémák iránti érdeklődést, növeli a társadalom tudomány iránti érzékenységét, s eloszlatja az esetleges tévhiteket; emellett visszajelzést ad a tudományt művelők számára, mi foglalkoztatja leginkább a társadalmat az adott diszciplína területén, mennyire tájékozott a laikus közönség egyes kérdésekkel kapcsolatban, hol van még tennivaló a tájékoztatás terén.

Egyértelműen kijelenthető tehát: a tudomány és a technológia gyors ütemű előrehaladása miatt egyre fontosabb kérdéssé válik a tudománykommunikáció, melynek így módon növekvő jelentősége megköveteli a tudósok és a civil társadalom résztvevői közötti kommunikáció eszköztárának minél teljesebb körű kihasználását. Különösen fontos, hogy az adott tudományos témakörben minden érintett fél (tudósok, érintett civil szervezetek képviselői, laikus közönség, szakpolitikai döntéshozók, tudományos újságírók) ki tudja fejteni a véleményét, és a különböző álláspontok – a vitatott kérdések összegzésekként – az adott tudományos kérdéskörben hozott politikai döntésekben is megjelenjenek.

Jelen kiadványunkban éppen arra törekszünk, hogy miután áttekintjük a tudomány és társadalom fontosabb elméleti kérdésköreit, bemutassuk milyen formában működhet a párbeszéd a gyakorlatban az érintett felek között, és ennek során milyen álláspontok, érvek hangzanak el. Ennek érdekében a Tudástársadalom Alapítvány 2009 őszén *TudásPresszó* néven egy science café⁵ beszélgetés-sorozatát indította, amelyre többek között jeles tudósokat és közis-

Az előadásokat az adott szakma kiválóságai, vezető kutatók és akadémikusok tartják, a diákok az előadások végén kérdezhetnek is a tudósoktól. Az esemény honlapja: www.tudomanyunnep.hu

⁴ A Magyar Tudomány Ünnepehez hasonlóan országos méretű program a Tempus Közalapítvány központi szervezésében megvalósuló Kutatók Éjszakája, melyre az Európai Bizottság támogatásával 2009-ben immár negyedszer került sor Magyarországon, több budapesti helyszínen és számos vidéki városban. Az egész napos fesztivál-jellegű, tudományos-szórakoztató eseménysorozat célja a kutatói életpálya és a tudomány népszerűsítése elsősorban a 10-18 éves diákok körében, valamint a tudományos eredmények népszerűsítése és a tudomány közelítése a társadalomhoz. Az évek során egyre több felsőoktatási intézmény és akadémiai kutatóintézet kapcsolódott be az eseménybe, mely így módon sokszínű és ingyenes programok sokaságát kínálja, ahol minden korosztály jól érezheti magát: személyesen találkozhatnak több száz kutatóval, kipróbálhatják az eszközeiket, találmányaikat, megismerhetik a munkájukat előadások, vetélkedők, kiállítások és szórakoztató tudományos programok keretében. Az esemény honlapja: www.kutatokejszakaja.hu

⁵ A civil részvétel egyik tipikus formája az ún. reflexív (gondolkodó) típusú részvétel. Jellemzője, hogy az egyének közösen gondolkodnak azon, miként tud a társadalmi, kulturális szempontból érzékeny ügyekkel foglalkozni a tudomány. Jó forma erre a science café intézménye. Egyes országokban ezek olyanok, mint a konferenciák:





mert civil szervezetek képviselőit hívta meg dr. Fábri György, a rendezvény házigazdája, az ELTE docense, a hazai tudománykommunikáció és felsőoktatási nyilvánosság ismert innovátora (korábban a Mindentudás Egyeteme szakmai vezetője, az MTA kommunikációs igazgatója). A kötetben szerepelnek a rendezvényeken elhangzott beszélgetések szerkesztett változatai, valamint interjúk, és hasznos, az adott témákhoz kapcsolódó anyagok, elemzések. Az első kötet írásai a nanotechnológia és humán genomika kérdéskörét járják körül, a második kötetünkben pedig a fenntartható vidékfejlesztés és a klímaváltozás, valamint a géntechnológia témakörét vizsgáljuk meg.

Kétkötetes kiadványunk és az ennek hátterét képező beszélgetés-sorozatunk tehát maguk is a tudománykommunikáció megvalósításának elemei, melyeken keresztül információs és interaktív szolgáltatásokkal erősítjük a tudomány társadalmi elfogadottságát, a magyar kutatók kommunikációs pozicionálását, a civil párbeszédet, valamint a laikusok tudományos ismereteinek kiszélesítését, miközben első kézből kaphatnak válaszokat aggályaikra és kérdéseikre. Ugyancsak a tudománykommunikáció gyakorlatát teljesíti ki a program honlapja, a www.hunscan.hu, ahol folyamatosan frissülő hírszolgálat, összefoglalók, videófelvételek, blogok állnak az érdeklődők rendelkezésére. Kommunikálunk tehát magunk is, a tudománnyal, a tudományért.

a tudós kiül a pódiumra és előadást tart a laikusoknak (például Nagy-Britannia). Franciaországban interaktívabb rendezvényeket szerveznek. A hazai fejlesztésű TudásPresszó sorozat jellegzetessége, hogy a tudósok és érdeklődők találkozása köztérben történik. A beszélgetést a tudományvizualizáció eszközeinek alkalmazásával tesszük még izgalmasabbá. Animációk, grafikonok, filmbejátszások segítenek a tudományos érvelés megértésében és a civilek kérdései, aggódalmi, szempontjai érzékeltetésében. Az eseményről szóló tudósítások és összefoglaló videóanyagok megtalálhatók honlapunkon: www.hunscan.hu.



Tudomány és társadalom – szakértők és civilek

A tudomány és a társadalom kapcsolatának elemzése az 1980-as évek óta képvisel önálló kutatási irányt a társadalomtudományi kutatásokban. Ennek keretében tudományfilozófusok, szociológusok, politológusok és kommunikációs szakemberek érvelnek amellett, hogy változtatásra van szükség, mert megváltozott a tudástermelés és az eredmények felhasználásának társadalmi környezete. A változtatás egyik legfontosabb eleme a kommunikáció megújítása, amit jól mutat, hogy az egyoldalú és egyirányú kommunikációt – a felvilágosítást – már kiegészíti a párbeszéd, illetve – bizonyos területeken és esetekben – a tényleges társadalmi részvétel.

A témakör vezető hazai szakértője, Mosoniné Fried Judit szerint a kommunikációs modelleket illetően jól megfér egymással a múlt és a jelen: a laikusok tudáshiányát oktatási, ismeretterjesztési eszközökkel enyhíteni szándékozó deficit modell⁶ az egyik oldalon, illetve a laikusokat együttműködő partnernek tekintő kontextus és részvételi modellek⁷ a másik oldalon. A különbség lényege, hogy míg a deficitre építő stratégiák egységes tömegként kezelik a laikusokat, és nem veszik figyelembe, hogy a tudáshiány mellett milyen sok egyéb, kulturális, gazdasági és politikai ok nehezíti a tudomány és a társadalom közti kommunikációt, addig az újabb modellek már nem csupán „üres konténernek” képzelik a laikusokat, hanem értelmes, az információ feldolgozására is képes egyéneknek.

⁶ A tudomány és a társadalom közötti kapcsolat hosszú időn keresztül csak annyit jelentett, hogy tudás és ismeret áramlott a tudomány világából kifelé, az érdeklődő írástudók felé. Európában lényegében az 1970-es évek végéig a kommunikáció lineáris, egyirányú modellje volt érvényben. A tudósok a társadalom rendelkezésére bocsátották ismereteiket, törekedve arra, hogy ezt minél érthetőbb módon tegyék. A tömeg többnyire a befogadó passzív szerepét játszotta.

⁷ A társadalmi részvétel modell a tudomány demokratizálásához kötődő kísérleteket öleli fel. Ide sorolható a konszenzus konferencia, az állampolgári tanács (*citizen jury*), a technológiai hatáselemzés tárgyalásos formája, a science shop intézménye és más hasonló formák. Alapvetően politikai indíttatású: kevesebb hatalmat szán a tudományos és a politikai elitnek, és több hatalmat a társadalom különböző csoportjainak. Szelídebb formái mindezenáltal csupán a párbeszéd fontosságát hangsúlyozzák.

Ennek megfelelően juttatják el a szükségesnek vélt tudást és ismeretet a potenciális felhasználókhoz, illetve várnak visszajelzést. A kommunikáció részvételi típusú modelljei az egyének és csoportok érdeklődésére és interaktivitásra épülnek, messzemenően hasznosítva az új informatikai és kommunikációs eszközöket. A tudományos oldal fő törekvése az érdeklődés felkeltése, a laikusok segítése abban, hogy megtalálják az őket érdeklő válaszokat, s hogy véleményt tudjanak formálni bizonyos kérdésekről. A bizalmat beszélgetés, egymás véleményének megismerése révén kívánják fenntartani.

Az említett változás többek között annak volt köszönhető, hogy az 1990-es évek elején új jelenségekre figyeltek fel, ezek Mosoniné szerint a következők:⁸

1. A szakértői vélemények gyakran ellentmondásosak, különösen a kockázat megítélésével kapcsolatban. Nehéz megmondani, hogy például az élelmiszerek vagy a nukleáris hulladék esetében mekkora biztonságot tartunk „elegendőnek”. A tudomány gyakran csak annyit tud mondani, hogy *mekkora valószínűséggel* következhet be valamely esemény, de már ebben is van véleménykülönbség szakértő és szakértő között. Abban pedig még inkább, hogy az adott helyzetből milyen politikai jellegű tennivalók következnenek. A bizonytalanság jórészt a tudomány természetéből fakad, de a politikai ajánlások mögött akadhatnak értékszempontok is.
2. Fontossá vált a laikusok tudása. Korábban csak a szakértői tudást vette figyelembe a politikai döntéshozatal, ami nem bizonyult elegendőnek. Felmerült, hogy célszerű lenne a civil társadalom tudását is hasznosítani.
3. Fontossá vált a „kontextus” a tudományos eredmények létrehozása és alkalmazása szempontjából. Új, a minőséget megítélő szerepkört kapott a felhasználó, a tudományos eredmények fogyasztója.
4. Új igényként jelent meg a kereslet-orientált kutatás, a szakértői tevékenység demokratizálásával összefüggésben.

Mosoniné szerint a változás hátterében az állt, hogy megváltozott a társadalom „TéT fogyasztási szokása”. Eddig ez úgy működött, hogy készen megkaptuk a tudományos kutatás és a technológiai fejlesztés eredményeit, a szakértők garantálták ezek minőségét, mi pedig egyszerűen elfogyasztottuk azokat. Most viszont néha olyasmit kapunk, amiről maguk az „eladók” sem tudják pontosan, hogy micsoda, mégis kiteszik a polcra, azután vagy bevallják hiányos ismereteiket, vagy nem. Ez nyugtalanítja mind a fogyasztókat, mind a politikusokat, hiszen joggal tarthatnak attól, hogy bizonytalan helyzetben az emberek agresz-

⁸ Mosoniné Fried Judit: A felvilágosítástól a részvételig. In: Mosoniné Fried Judit – Tolnai Márton (szerk.): *A tudományon kívül és belül*, MTA KSZI, Budapest, 2005.



szív módon fejezik ki esetleges ellenkezéseiket, rossz tárgyalási pozícióba hozva önmagukat, de a döntéshozókat is.

A helyzetből adódóan a jó döntésekhez és az együttműködéshez új típusú fogyasztóra, az ún. *scientific citizen* létrejöttére van szükség. Jellemzője, hogy érdeklődik, keresi a választ a kérdéseire, nem készen akar kapni dolgokat, hanem hajlandó erőfeszítést tenni azért, hogy a saját preferenciái szerint válasszon, és szívesen tanul, pl. párbeszéd révén, hogy eljusson saját véleménye kialakításáig. Korábban az elmaradott, műveletlen embert akarták okosítani. Az új modell fő törekvése viszont: megnyerni és fenntartani az emberek érdeklődését a tudomány és a technika iránt, egyben bekapcsolni őket minél több akcióba. Új fórumokat szerveznek, ahol jól elbeszélgethetnek a kutatók és az érdeklődő laikusok. Ennek előnye, hogy nem kell a mondanivalót lerövidíteni, nem kell szlogeneket használni, mint a szűkre szabott TV-interjúkban, hanem van mód kényelmesen elbeszélgetni. Nagyon fontos, hogy a laikusok számára vonzóvá tegyék a tudományt, és emiatt válasszák érdeklődéssel a tudományos–technológiai témákat akár a sajtóban, akár nyilvános fórumokon. Ugyanakkor az új modell nem törli a régi eredeti céljait, hiszen a tárgyalásokhoz is kell az oktatás és a képzés. Itt azonban a résztvevők kölcsönösen figyelnek egymásra, kicserélik a tapasztalataikat. Ráadásul a politikai döntéshozatal is nyer vele, mert társadalmi konszenzusra épülhet, és nem csupán csak a saját szakértőinek a véleményére. A részvételi modell célja: hozzájárulni ahhoz, hogy a tudomány demokratikus módon működjön a társadalomban, illetve bevinni a tudomány érvelési módszereit a közéletbe.⁹

Mielőtt azonban továbblépünk, nem árt tisztázni, „miről, milyen tudományról beszélünk” a társadalom lehetséges részvételével kapcsolatban. Mosoniné szerint ugyanis a legtöbb félreértés abból adódik, hogy szinte mindig maga a *tudomány* (*science*) szó jelenik meg a témával foglalkozó írásokban, holott a tudomány–társadalom tematikának nagyon is korlátozottan lehet csak tárgya a tudomány egésze. Az ún. akadémikus tudomány például nem része sem a laikusokkal folytatható párbeszédnek, sem a társadalmi részvételnek. Vagyis nem általában a tudományról, hanem a tudományos problémáknak arról a csoportjáról van szó, amelyek fő jellemzője a bizonytalanság és a nagyfokú politikai–társadalmi kockázat. Ez mennyiségileg nem haladja meg a ma művelt kutatási területek öt százalékát.¹⁰ Összességében tehát szó nincs arról, amit sokan gondolnak, hogy mindenbe beleszólnának a laikusok,¹¹ ha tudomány- és technológiapolitikai részvételük intézményesülne. Nem is akarnak, nem is tud-

⁹ Uo.

¹⁰ Ide tartoznak pl. a technológia és a tudomány összekapcsolódásából létrejövő kérdések, eredmények, termékek és eljárások.

¹¹ Általánosságban laikusnak tekinthető a tudomány szempontjából mindenki, aki nem rendelkezik tudományos végzettséggel, konkrét ügyekben pedig mindenki laikusnak számít, aki az adott szakterületen nem rendelkezik elmélyült ismeretekkel.



nának beleszólni. Abban viszont valóban keresik a helyüket, amiről úgy vélik, hogy sok érv szól a kibővített részvétel mellett.

A szóban forgó tudományos kérdéskörre jó példa a globális klímaváltozás, és azon belül a tengerszint várható alakulása. A tudás kevés, a lehetséges következmények igen nagyok, az érdekeltek száma igen magas, a költségek tetemesek, bizonyos döntéseket mégis jóval azelőtt kell meghozni, mielőtt biztonságos ismeretek állnának rendelkezésre. Nehéz eldönteni, hogy mi lenne a helyes: várni, hogy mit hoz a holnap, vagy az elővigyázatossági elv alapján már ma döntéseket hozni. Ez viszonylag új helyzet a tudományban és a tudáspolitikában, ami a döntéshozatalban számtalan konfliktushoz, félreértéshez és határozatlansághoz vezet. Egyesek szerint nincs más választásunk, mint összehozni a kutatókat és a társadalom képviselőit. Ugyanakkor azt is látni kell, hogy a társadalom sem egységes: sokféle „public” létezik, nagyon különböző, sokszor egymásnak ellentmondó értékekkel, célokkal. Céljaik alapján a következőképpen csoportosíthatók a civil szervezetek:¹²

1. a tudomány érdekeinek védelmét szolgáló szervezetek, pl. tudományos akadémiák, tudományos egyesületek;
2. a tudomány népszerűsítését és az ismeretterjesztést segítő szervezetek;
3. a lakosság érdekeit védő szervezetek (betegjogi képviselők, fogyasztóvédők);
4. zöld mozgalmak
5. független ellenőrző szervezetek, amelyek például bizonyos biztonsági rendelkezések betartását ellenőrzik;
6. olyan „harciasabb” szervezetek, amelyek főként politikai célzattal akcióznak. Többségük a környezettel kapcsolatos akciókban aktív (pl. Greenpeace).

Mindezek alapján látható tehát, hogy nem a tudomány és a társadalom között kell a kapcsolatot megteremteni, hanem *sokféle tudomány* és *sokféle társadalom* között.¹³ A tudományos közösség azonban megosztott ebben a kérdésben. A kutatók egy része elfogadja, hogy vannak jogosan felvethető bizonytalanságok. Vannak viszont, akik szerint nem helyes beengedni ezzel az ürüggyel a társadalmat és a politikát a tudomány területére, azaz a tudomány autonómiájáért

¹² Lásd Mosoniné, 2005.

¹³ A tudomány–társadalom témában leginkább érdekelt civil szervezetek világszerte hasonló területeken működnek: környezetvédelem, betegek jogainak védelme, egyes közösségek egészségügyi és szociális helyzete, élelmiszerbiztonság. Magyarországon különösen az egészségügyben találhatók olyan szervezetek, amelyeken belül valódi párbeszéd folyik a betegek, családtagjaik és a gyógyítók között. Ennek köszönhetően az orvostudomány is hasznos információt kap azoktól, akiken segíteni próbál. Kiemelkedően színvonalas és eredményes nálunk például a transzplantáltak és orvosaik együttműködése. Lásd Mosoniné Fried Judit – Pálinkó Éva – Stefán Eszter: Empirikus vizsgálat a párbeszédéről. In: Fábri György (szerk.): *A tudománykommunikáció értelme/értéke*, Budapest, 2006.

szállnak síkra, mondván, hagyni kell, hogy a tudomány önmagát szabályozza. Mások hajlanak arra, hogy valamiféle kontrollra és szabályozásra szükség van a tudomány területén, mondván, az autonómia elsődlegessége addig volt egyértelmű, amíg a tudomány nem tudott ennyire végletesen beavatkozni a természetbe (lásd biotechnológia, biodiverzitás).

A kutatók részéről a párbeszéd és a nyitás mellett a következő érvek hozhatók fel hazai szinten:¹⁴

1. *Közéleti érvek:* a hazai közélet konfliktusaiból indulnak ki, abból az általános helyzetből, hogy ritkán tudunk érdemi vitát folytatni a konfliktusok feloldására törekedve. A tudomány egyes eredményeinek alkalmazásáról folytatható társadalmi kommunikáció példát mutathat arra, hogy lehet pártoktól függetlenül, fontos dolgokról, érveket felsorakoztatva beszélgetni.
2. *Veszély érvek:* a kutatók elismerik, hogy nem alaptalan a félelem bizonyos tudományos–technológiai eredmények felelőtlen alkalmazásától. Sokan úgy vélik, ezekről érdemes nyíltan beszélni a tisztánlátás érdekében.
3. *Tudástársadalom érvek:* ezek mögött az a koncepció áll, hogy az egész társadalom cselekvőképességét növelhetjük, ha a bonyolult tudományos és technológiai kérdések társadalmilag fontos részét megpróbáljuk közérthetőbbé tenni.
4. *Bizalom érvek:* részben a tudástársadalom növekvő igényességéből fakadnak; abból a megfigyelésből, hogy a társadalom tiszteli a tudósokat, de zavarja, ha kérdéseire semmitmondó, homályos válaszokat kap. Társadalomtudósok szerint ez jobban lejárhatja a tudományt, mintha vitatkoznak, érvelnek a saját igazuk mellett az eltérő álláspontot képviselő kutatók. A kutatónak kötelessége, hogy tudását a lehető legkorrektebb és legérthetőbb módon bocsássa a társadalom rendelkezésére.
5. *Demokrácia érvek:* kormányzati feladat, hogy a lakosság megkapja a véleménye kialakításához és döntéseihez szükséges információt. A kutató-társadalomnak is érdeke, hogy a tudománnyal kapcsolatos kérdésekben ehhez segítséget nyújtson. A kutatók ösztönözhetik is a mindenkori kormányzatot, az önkormányzatokat, az üzleti beruházókat arra, hogy építsenek a helyi tudásra és a lakosság érdeklődésére. A laikus közösség feladata, hogy igyekezzen minél többet megtudni az adott témáról, és ha megkérdezik (pl. egy új technológiai beruházás kapcsán), akkor az értékelésben hasznosítsa saját tudását, tapasztalatát. Ehhez fontos lenne – társadalmi szinten – a konfliktuskezelő technikák elsajátítása,

¹⁴ Lásd Mosoniné, 2006.

a konszenzusteremtés igénye és a tárgyalásos demokráciában alkalmazható módszerek ismerete.

6. *Morális érvek:* részben a demokrácia érvekhez kapcsolódnak, azon az alapon, hogy a demokrácia lényege a diskurzus. Etikai kérdésekben egyedül az érvelés és a vita segítheti a döntést. A közvélemény nagyon is számít, vallja a kutatók többsége. A kutató nem leereszkedik a társadalomhoz: kötelessége a tájékoztatás és mások értékrendjének, érdekeinek megismerése, tiszteletben tartása. A tárgyalások alkalmával a kutatók előnyben részesítik a mérsékelt álláspontok képviselőit, mivel a nagyon szélsőséges, agresszív megnyilvánulásokkal szemben a tudomány is tehetetlen.
7. *Globalizációs érvek:* a globalizáció miatt különösen indokolt, hogy más országokhoz hasonlóan legyen nálunk is dialógus a tudósok, a civil társadalom, a politika és az ipar képviselői között. Hiszen ha a világban bárhol megjelenik egy új termék vagy technológia, akkor rövid időn belül eljut hozzánk is. Nem elegendő tehát, hogy a globális eredetű problémákról más országokban már vitatkoznak, ezeket nekünk is napirendre kell tűznünk, hiszen a tudományról szóló vitákban nagyon is meghatározó a helyi kultúra, az értékrend, a társadalmi bizalom mértéke.
8. *Média érvek:* ezek alapja Habermas véleménye a média alapvetően üzleti, manipulatív jellegéről, amelyben könnyen sérül a publicitás. Ezért jó, ha az állampolgárok a nyilvánosság révén közvetlenül érvényesítik érdekeiket, jóllehet itt nem árt az óvatosság.
9. *Jellegzetes kutatói érvelés:* a kutatónak öröm, ha a tudását megoszthatja másokkal. Az érdeklődés felkeltése a kutatók feladata.

Társadalmi részvétel

Az Európai Unió az ún. *jó kormányzás* koncepció keretébe illesztette be a társadalmi részvétel programját 2001-ben. Az EU Bizottság 2001-ben kiadott fehér könyve (*White Paper on European Governance*) új fejezetet nyitott a Bizottság és a civil társadalom közötti kapcsolatok alakításában, legalábbis az irányelvek szintjén. Kimondta, hogy több konzultációra és párbeszédre van szükség a politikai és a társadalmi szereplők között, kiemelve, hogy a részvétel arról szól, hogy „hogyan lehet hatékonyabban kialakítani saját politikánkat, kihasználva – minél korábbi fázisban – a konzultációs lehetőségeket és hasznosítva a múltbeli tapasztalatokat”. A Fehér Könyv öt pontban határozta meg a jónak minősíthető kormányzás kritériumait, jóllehet azt nem írta elő, hogy a társadalom véleményét miként – milyen eszközök és módszerek segítségével – kell figyelembe venni:

1. *nyitottság*: az információk megosztása;
2. *részvétel*: a koncepció megfogalmazásától a végrehajtásig minél szélesebb körben, elősegítve a bizalmat az EU politikája iránt;
3. *átláthatóság, felelősség*: a szerepek tisztázása a törvényalkotásban és a végrehajtás során;
4. *hatékonyság*: hatékony politikai munka, világos célok, a döntések várható hatásának elemzése, lehetőség szerint felhasználva a korábbi tapasztalatok értékelését is;
5. *koherencia*: a szakpolitikák és az akciók koherenciája és érthetősége (ne okozzon nehézséget megérteni, hogy miről van szó).

Ha a társadalmi befolyásolás konkrét terepeit nézzük, akkor három olyan nagyobb terület van, ahol a civil társadalom elvben véleményt mondhat: (1) a jövőkép formálása; (2) a szabályozási, intézményi politika kialakítása; (3) kutatás-finanszírozási kérdések. Ezekben a kérdésekben különböző technikai eszközök

révén zajlik a részvétel uniós szinten a gyakorlatban. Ilyen például az *internetes konzultáció a civil társadalommal*: az átláthatóságot segíti pl. a CONNECCS adatbázis, mely azokról a bizottsági testületekről ad tájékoztatást, amelyekben részt vesznek civil szervezetek. Ugyancsak az interneten keresztül nyerhető és továbbítható információ a „Your Voice in Europe” csatornán keresztül (<http://ec.europa.eu/yourvoice>). Ezen az oldalon összegyűjtve jelennek meg a nyílt konzultációk felhívásai, illetve a már lezárult konzultációkról, azok eredményeiről is itt lehet információt kapni. Az újságírók munkájának megkönnyítésére hozták létre például az Alpha Galileo Europe internetes adatbázist, mely eseményekről tájékoztat, hírt ad a legújabb tudományos fejleményekről és háttérinformációval is segíti a tájékoztatást (<http://www.alphagalileo.org>).

Az EU Bizottság számos dokumentumából is az derül ki, hogy az EU támogatja a civil részvételt, mivel hozzájárul bizonyos célok teljesítéséhez.¹⁵ Például: erősítheti az átláthatóságot és az elszámoltathatóságot; növelheti a döntések legitimációját; elősegítheti a konszenzust; erősítheti a hivatalok iránti bizalmat; ösztönözheti az egyéni és az intézményi hálózatosodást; segíthet a közvélemény figyelmének felkeltésében a tudományos kérdések iránt. A részvételnek nem lehet mindig célja a konszenzus megteremtése. Már az is nagyon sok előnnyel jár, ha a véleménykülönbségek tisztázhatók és növelhető a tolerancia az eltérő értékek képviselői iránt. Fontos érv, hogy a participációs módszerek segíthetik az alábbi célok elérését: (1) felesleges konfliktusok elkerülése (pl. hulladéktárolási viták); (2) egyes csoportok (pl. ipari lobbik) politikai befolyásának mérséklése, megfelelő egyensúly kialakítása; (3) jobb döntések elérése a helyi tudás hasznosításával; (4) a morális szempontok felszínre kerülése; (5) döntések legitimálása.

A ma Európában használt részvételi módszerek¹⁶ többsége dán modellnek tekinthető, jöllehet van olyan technika, amit előbb használtak például az Egyesült Államokban, mint Dániában.¹⁷ Itt jött létre a nagyon aktív kockázatkommunikáció a technológiapolitika részéről, valamint az a demokratikus kultúra, amelyben természetes az érdekeltek részvétele a döntések előkészítésében. A technológiai hatások értékelésében sokféle szereplő vesz részt. Tevékenységük megelőző jellegű és konstruktív. Kutatók, politikusok, szakértők és laikusok együttműködése segíti a kockázatok csökkentését, a lehető legjobb megoldások

¹⁵ H. Banthien – M. Jaspers – A. Renner: Governance of the European Research Area: *The Role of Civil Society*. Final Report, 2003.

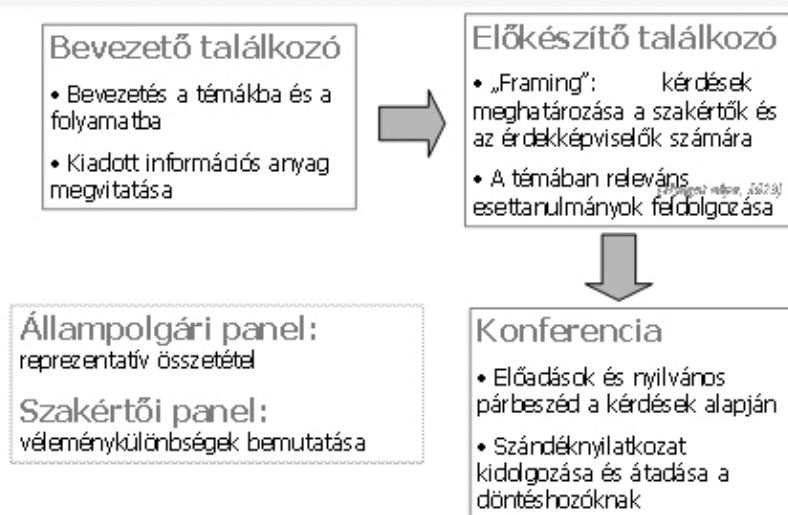
¹⁶ A részvételi technikákról részletesen lásd Mosoniné, 2005.

¹⁷ Dániában a részvételi technikák kifejlesztésében és alkalmazásában fontos szerepet tölt be az 1986-ban alakult Dán Technológiai Tanács, mely a parlament égisze alatt dolgozik. Feladatai között szerepel a technológiai ismeretterjesztés, beleértve az előnyök és az esetleges negatív társadalmi és környezeti hatások ismertetését is. A Tanács éves munkarendjét úgy alakítja ki, hogy véleményt kér parlamenti képviselőktől, minisztériumoktól, civil szervezetektől, az üzleti élet képviselőitől és egyénektől is: milyen technológiai témában javasolnának társadalmi párbeszédet a következő évben.

kiválasztását. A folyamat kérdésekkel kezdődik, melyeket a laikusok tesznek fel, majd lépésről lépésre haladnak a jó válasz felé. A részvételi technikák esetében az első feladat a döntéshozók oldaláról, hogy megállapítsák: miben áll a konfliktus, mit kell részvételi technikával kezelni. Egy adott módszer pedig akkor tekinthető megfelelőnek, ha sikerül elérni, hogy (a) többet tudjunk valamiről, mint a tárgyalások előtt; (b) közelebb kerüljenek egymáshoz a korábban nagyon is eltérő érdekek és értékek. A tárgyalási módszer kiválasztása előtt érdemes végiggondolni, hogy milyen különbségek és konfliktusok vannak a következők tekintetében: (1) tudás, ismeret; (2) érdekek; (3) értékek; (4) jövőkép (vízió).

A részvétel egyik alapmodellje a *konszenzus konferencia*, mely egy olyan négynapos nyilvános rendezvény, amelyen 10–16 laikus mondja el véleményét valamilyen társadalmilag érzékeny tudományos–technológiai témával kapcsolatban. Kérdéseket tesznek fel a meghívott szakértőknek, a válaszokat értékelik, és egymással egyeztetve egy jelentésben összegzik véleményüket. Maga a dialógus teszi lehetővé, hogy az adott téma minden lényeges gazdasági, jogi, etikai és más társadalmi vonatkozása is napirendre kerüljön, tehát ne csak a tudományos érvek váljanak ismertté. A konferenciák célja: a társadalom véleményének eljuttatása a politikai döntéshozókhoz, illetve az adott téma és a vita publicitásának erősítése a média segítségével.

A konszenzus konferencia felépítése



Tapasztalatok szerint az a jó téma, ami iránt van érdeklődés, van elérhető szakértői tudás, kellőképpen lehatárolható, és amihez konfliktussal, illetve megoldatlan problémákkal terhelt alkalmazási és szabályozási kérdések kötődnek. A civil résztvevők kiválasztása az egyik legnehezebb feladat, itt a fő cél a lehető legjobb reprezentativitás elérése. A toborzás többféleképpen történhet. Általános módja: egy vagy több napilapban hirdetést tesz közzé a konferencia szervezője, és erre jelentkezhet írásban bárki, akit a téma érdekel, és hajlandó részt venni a rendszerint két hétvégét igénybe vevő előkészítő tréningen is. A szervezők a közölt személyes adatok és a megjelölt érdeklődés alapján válogatják ki a résztvevőket. A felkészítés során számos információt kapnak a témával kapcsolatban, hogy kialakíthassák saját véleményüket, illetve képesek legyenek – közösen – megfogalmazni kérdéseket azoknak a szakértőknek, akiknek kiválasztása is az ő feladatuk.¹⁸ Fontos a sajtó és a közönség is, a rendezvények ugyanis nyilvánosak, minden érdeklődő figyelemmel kísérheti a vitát. Konszenzus kialakítása nem kötelező, ajánlást azonban meg kell fogalmazniuk a laikusoknak mindarról, amit kérdésként felvetettek a téma kapcsán. Minél többen értenek egyet a panel tagjai közül a záró dokumentumban megfogalmazott ajánlásokkal, annál nagyobb a valószínűsége annak, hogy a dokumentumot komolyan veszik majd a döntéshozók. Nem ritka, hogy a vita a nyilvánosságban tovább folyik, és a konferencián részt nem vevők is elmondják a véleményüket.¹⁹

Egy másik, gyakoribb módszer a Tét politikai döntéshozatalt régóta segítő különböző bizottságok. A *tanácsadó bizottságokat* szakértők és a civil társadalmat, illetve a különböző érdekelteket magas szinten képviselő személyek alkotják. A kormányok és a parlamentek többsége mellett működnek már etikai bizottságok, gazdasági és társadalmi kérdésekkel foglalkozó bizottságok (szociális partnerek), adott kérdésekkel (pl. innováció, fenntartható fejlődés) foglalkozó bizottságok.

A *lakossági tanácsadó bizottságok vagy panelek* helyi lakosok különböző szervezetei, akiket valamilyen közös ügy (pl. egy vegyi üzem működése az adott körzetben) hoz össze. Olyan intézmények, amelyekhez egyaránt eljutnak a civilek és az ipar kérdései, kérései, gondjai. Jellemzően a vegyipar kockázatkommunikációs céljára jöttek létre világszerte az elmúlt évtizedekben.

Viszonylag új intézmény az *állampolgári zsűri*, mely véletlenszerűen kiválasztott 15–20 főből áll, akik a lakosságot képviselve fogalmaznak meg aján-

¹⁸ A szervezők segítenek abban, hogy a laikusok kérdése alapján összeállítsanak egy listát azokról, akik a „másik oldalt” képviselhetik. A meghívandó szervezetekről (pl. fogyasztóvédelem, minisztérium, ipar, kutatóhely) és a személyekről a laikus panel dönt.

¹⁹ Az eddigi hatásokról annyit, hogy például az élelmiszerek konzerválási célú besugárzását megtiltották az 1989. évi konszenzus konferencia után – jóllehet nem minden esetben van ilyen közvetlen hatása.

lásokat valamilyen ügyel kapcsolatban. A megválaszolandó kérdéseket előre rögzítik. A zsűri munkáját szakember segíti, aki – többek között – segít abban, hogy a legkülönbözőbb véleményeket képviselő szakértőkkel is konzultálhassanak a zsűritagok. A kérdések és a szakértői lista összeállítását rendszerint valamilyen külső tanácsadó csapat segíti, de az állampolgárok egymás közötti beszélgetéseit senki nem befolyásolja. Általában az a feladatuk, hogy három–négy, politikailag lehetséges változatból kiválasszák azt, amelyik számukra a leginkább elfogadható. A tárgyalat ügyek többsége helyi természetű.

A *fókusz csoportok* egy moderátor vezetésével vitatnak meg valamilyen aktuális tudományos–technológiai problémát. A laikus résztvevők száma 6–12 fő. A téma lehet helyi, országos, de akár nemzetközi is. Az eredmény: egy kép arról, hogy a legkülönbözőbb lakossági csoportokat képviselő résztvevők hogyan gondolkodnak a szóban forgó témáról. A kulturális különbségek felszínre kerülése például nagy segítséget jelenthet egy-egy döntés megalapozásához.

A *jövőt kutató konferenciák* résztvevői egyaránt lehetnek laikusok és szakemberek, amennyiben mondanivalójuk van a jövővel kapcsolatban. Forgatókönyvek megírását segítik úgy, hogy közösen megtervezik a számukra kívánatos vagy lehetséges fejleményeket, és forgatókönyvszerűen rögzítik, hogy szerintük milyen úton lehet odáig eljutni. A résztvevők száma maximum 15 fő, a forgatókönyv megírására szánt idő 1–3 nap. A munkát szakember segíti.

A *mediáció* különféle konfliktusok kezelését segíti. A konfliktusban érintettek személyesen is részt vehetnek benne, de megoldható képviselők útján is. Egy harmadik, semleges fél segíti a tárgyalást és olyan konszenzus kialakítását. Nagyon gyakori környezeti konfliktusok kezelésére.

A *közös tervezés* főként várostervezésnél alkalmazott módszer. Az érintett közösség lakossági képviselői, a helyi önkormányzatok és más hivatalos szervezetek képviselői, esetleg felkért szakértők vesznek részt benne. Cél az információcseré és olyan víziók kialakítása, amelyek alkalmasak arra, hogy a közös cél érdekében mozgósítsák az érdekelteket.

A *forgatókönyv-készítés* (*scenario workshops*) során a lehetséges jövőt értékeli a csoportok. A résztvevők száma 24–32 fő. A forgatókönyvet a status quo elemzése előzi meg, hogy számba vegyék a jövőt ma meghatározó tényezőket és összegyűjtsék azokat az információkat, amelyekre szükség van a jövő megtervezéséhez. Gazdasági, műszaki és társadalmi fejlesztések egyaránt tervezhetők ilyen módszerrel.

A politikusok felhasználhatják az így nyert információkat közvetlenül, de az is előfordulhat, hogy a konkrét ajánlásokat ugyan nem hasznosítják, mégis figyelembe veszik a közvélemény képviselőjében elhangzottakat.



A társadalom tudományképe

TUDOMÁNY ÉS KÖZVÉLEMÉNY A NEMZETKÖZI ADATOK TÜKRÉBEN

Az alábbiakban néhány olyan kérdéskörben, amelyek a következőkben részletesen ismertetett hazai kutatásokban (kutatásainkban)²⁰ is felmerültek, röviden bemutatjuk a releváns európai kutatások érdekesebb tanulságait.

A 2005-ben készült általános felmérés (Europeans, Science and Technology – Special Eurobarometer, 2005. június) azt mutatja, hogy a 2001-es felméréshez képest javult az uniós polgárok viszonya a tudományhoz és technológiához. Amint azt a lentebbiekben látni fogjuk, a „Science and Society Action Plan”²¹ pozitív hatásai már érvényesülnek, jóllehet még mindig jelentős a tudomány és társadalom közötti szakadék.²² A cél így változatlan: közelebb kell hozni a tudományt az emberekhez, különösen azokhoz, akikben a szkepszis a meghatározó. Ezekbe a csoportokba a felmérések tanulságai alapján a nők, az idősebbek és a kevésbé képzettek tartoznak.

A szakadék és információhiány ellenére egyértelmű a pozitív és optimista fogadtatás a tudomány és technológia iránt az orvostudományok terén. Továbbra is tartja magát az a sztereotípia, mely a „gépek az emberek ellenségei” elképzelésből fakad.

A tudománynak ez a kettős megítélése jelentkezik abban is, hogy egyrészt a tudósok társadalomban játszott szerepének pozitív a képe, sőt elvárás, hogy a döntéshozók minél inkább vegyék figyelembe a tudósok szakvéleményét. Másrészt viszont erős kritika is megfogalmazódik a tudósokról, az általuk elért eredményekről, és arról, ahogyan a tudományos ismereteket megosztják

²⁰ A hazai kutatások részletes ismertetéséről lásd Fábri György: *A tudás képe – a felsőoktatás és tudomány társadalmi percepciója az ezredfordulás Magyarországon*. Kézirat, 2009.

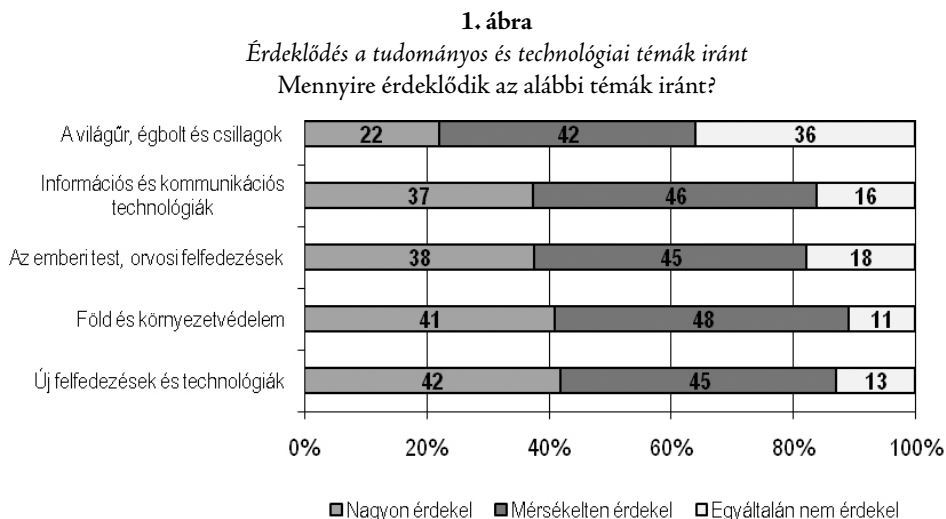
²¹ *Science and Society Action Plan – European Commission Office* SDME 06/62 2002 <http://www.cordis.lu/science-society>

²² *Europeans, Science and Technology – Special Eurobarometer*, 2005. június p. 66

a nyilvánossággal. Sőt, a tudósokkal kapcsolatban a válaszolók féltelmeket is megfogalmaztak, miszerint nem eléggé nyíltak, visszaélnék a tudásukból fakadó erejükkel, továbbá, hogy a tudományos kísérleteikkel átlépik időnként az etikai és erkölcsi határokat.²³

A válaszolók szerint az etikának fontosabb szerepet kellene kapnia a tudományos kutatásokban. A lakosság igényelné, hogy a kutatási módszerek és célok meghatározásánál vegyenek figyelembe erkölcsi, etikai szempontokat is.

A tudomány iránti érdeklődés szakterületenként megfelel a korábbi felméréseknek:



Forrás: Eurobarometer 2005

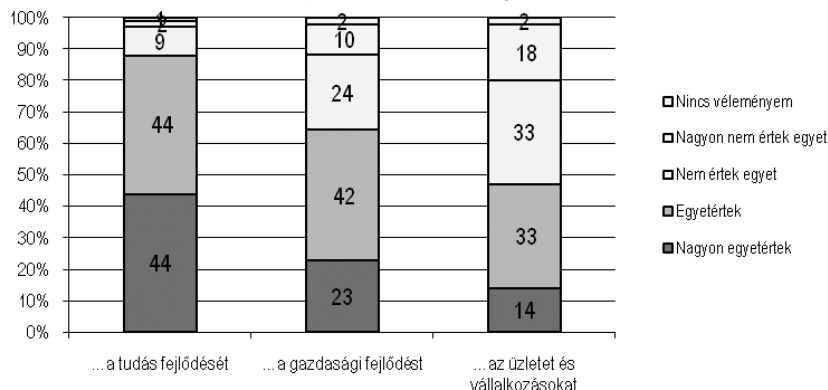
A válaszok megoszlása mutatja, hogy a technológiai innováció és a környezeti kérdések foglalkoztatják leginkább a válaszolókat. Figyelemre méltó, hogy a tudomány és gazdaság kapcsolatáról a közvélemény egészen másképp vélekedik, mint a tudománypolitikai elvárásokban manapság megfogalmazódik. Közben másról sem hallani a tudomány kapcsán, mint a gazdasági hasznosulásról és az üzleti világ szempontjainak érvényesüléséről, a válaszokban egészen markánsan körvonalazódik, hogy a tudás általános gyarapodását sokkal fontosabbnak tartják a kérdezettek.

²³ *Europeans, Science and Technology – Special Eurobaromeer, 2005. június p. 125*

2. ábra

A tudomány feladatáról

A tudományos kutatásnak szolgálnia kellene:...



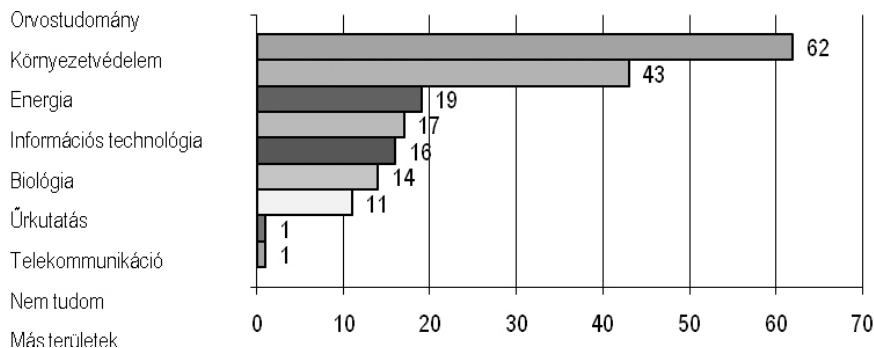
Forrás: Eurobarometer 2005

A fiatalok viszonya a tudományhoz az Eurobarometer 2008-as célzott vizsgálata alapján²⁴ ugyancsak pozitívnak tekinthető. Érdeklődési irányaik nem térnek el jelentősen a felnőttektől:

3. ábra

Érdeklődés tudományterületek szerint

Az alábbi tudományos témákkal kapcsolatos hírek érdekelnek leginkább:



Forrás: Eurobarometer 2005

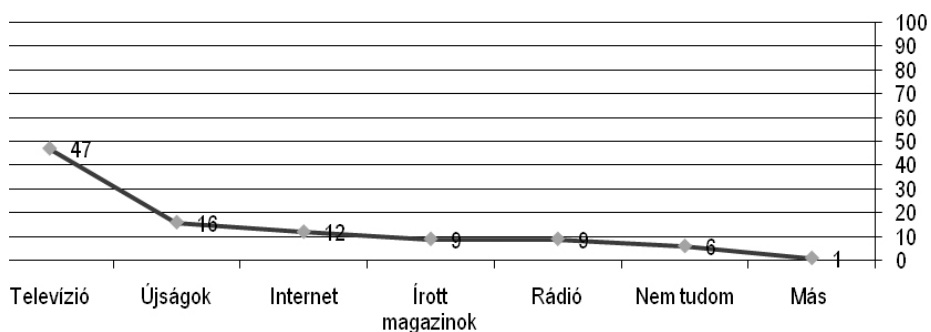
Tájékozódásuk forrása tekintetében pedig ugyancsak a korábbi vizsgálatok eredményei köszönnek vissza, azzal a különbséggel, hogy a tudományos információkat egyre inkább az internetről szerzik be.

²⁴ Young People and Science – Analytical Report, Flash Eurobarometer 2008.

4. ábra

Az információszerezés forrásai Európában

Az alábbi listából a legmegbízhatóbb információs forrásnak tartom:



Forrás: Eurobarometer 2005

TUDOMÁNYKÉP A MAGYAR KÖZVÉLEMÉNYBEN

Azokat a szempontokat, amelyeket az előbbiekben felvillantott európai kutatások alkalmaztak a társadalom tudományképéről, két országos reprezentatív felmérésünkben²⁵ is figyelembe vettük. Természetesen ezen kutatások tervezésekor sem hagyhattuk figyelmen kívül azt a közismert sajátosságot, amit jó néhány attitűd-vizsgálat²⁶ és a mindennapi tapasztalat egyaránt alátámaszt: a magyar nemzeti identitásnak meghatározó eleme a magyar tudományos teljesítmény büszke számontartása, a hazai közfelfogás a magyar „szürkeállományt” világvizsgonylatban, történetileg és jelenleg is egyaránt kiemelkedőnek tekinti.

Mindezt tovább erősítik az Eurobarometer 2002-es adatfelvételei is²⁷: e szerint elmondható, hogy Magyarországon a tudomány iránti érdeklődés nagyobb, mint akár az újabb, akár a régi uniós tagországokban, a tudósok és a tudományos intézmények presztízse pedig kiemelkedő.

A Magyarországról alkotott szubjektív képet jellemzi a világ országainak tudományos tevékenységét értékelő rangsor, amelyben hazánkat az USA és Japán mögött a legtöbbit említik. Különösen a fiatalok körében rendelkezik a magyar tudományosság ilyen pozitív önképpel, a diplomások – bár a vonatkozó nemzetközi statisztikáknál így is jelentősen kedvezőbb, de – valamivel realisabb rangsort állítottak fel.

²⁵ A kutatásokról további információ: <http://www.hunscan.hu/articleGroups/kutatasaink/2006-a-magyar-tudomany-es-az-akademia-a-kozvelemenyszerint-es-fabri,2009> (Kézirat).

²⁶ Hunyady György: A nemzeti karakter talányos pszichológiája. In uő. (szerk.): *Nemzetkarakterológiák*. Budapest, Osiris Kiadó, 2001.

²⁷ A közvélemény-kutatás egyes részletei magyarul is elérhetőek: http://www.gallup.hu/Gallup/release/eurobarometer/031110_tud_erd-ism.htm

1. táblázat

Tudományos tevékenységét tekintve melyik ország az első a világon? (2006)
(a válaszok százalékos megoszlása)

	Összesen	Fiatalok	Diplomások
1. USA	47,10	51,56	63,46
2. Japán	13,58	14,06	14,74
3. Magyarország	4,56	7,03	2,56
4. Németország	3,01	0,78	0,64
5. Anglia	2,84	3,91	3,85

Forrás: TUDTARS2006

Egyértelműen, fenntartás nélkül a lakosság ötödrésze gondolja úgy, hogy a magyarországi tudomány a világ élvonalába tartozik, ugyanekkora része, hogy színvonalas, de nem eléggé ismert világszerte, s közel ennyien, hogy nagy tekintélye van a világban. A lakosság további mintegy harminc-harmincszázaléknyi arányban alapvetően – ha nem is teljes mértékben – mindhárom állítással egyetért. A hazai tudományt kifejezetten gyengének még 10 százaléknian sem tartják. Hogy a hazai tudomány fejlettsége összefüggésbe hozható-e az egyes tudományágak tőkeigényességével (illetve az ország „tőkeszegénységével”), abban nem rajzolódnak ki markáns álláspontok:

2. táblázat

A magyar tudomány színvonaláról
Mennyire ért egyet azzal, hogy a magyarországi tudomány...

	Összességében a világ élvonalába tartozik		Színvonalas, de nem elég ismert világszerte		Nagy tekintélynek örvend a világban		Nagyon gyenge		Csak a kevésbé tőkeigényes területeken színvonalas	
	Eset	%	Eset	%	Eset	%	Eset	%	Eset	%
Nem igaz	78	6,5	56	4,7	38	3,2	574	47,7	126	10,5
2	124	10,3	111	9,2	129	10,7	291	24,2	132	11,0
3	356	29,6	344	28,6	410	34,1	199	16,5	393	32,6
4	364	30,2	387	32,1	344	28,6	91	7,6	317	26,3
Igaz	243	20,2	266	22,1	229	19,0	13	1,1	147	12,2
Összes	1165	96,8	1164	96,7	1150	95,5	1168	97,0	1115	92,6

Forrás: TUDTARS2006

Ha nem a tudományról általában, hanem a tudósokról, azok tevékenységéről, sikereiről kérdezzük, az előzőnél még pozitívabb képet kapunk: csaknem 60%-ban gondolják úgy (válasz: 4 vagy 5), hogy az itthon élő tudósok világhírűek. Ennek némiképp ellentmond, hogy még ennél is többen nyilatkoztak úgy, hogy a tudósok csak külföldön képesek komolyabb eredményt elérni. Az ellentmondás feloldása (leszámítva a következetlen gondolkodásmódot, amit teljesen kizárni nem lehet) az állításokkal nem teljesen egyetértő válaszokban, illetve az egyes tudományágak és tudósok eltérő helyzetében rejlik. Összességében a lakosság csaknem négyötöde vélekedik úgy, hogy a magyar és a magyar származású tudósok a világ legjobb tudósai közé tartoznak.

3. táblázat

A magyar tudomány nemzetközi összehasonlításban
Mennyire ért egyet azzal, hogy ...

		a Magyarországon élő tudósok világhírnévnek örvendenek		a magyar tudósok csak külföldön képesek eredményt felmutatni		a magyar és magyar származású tudósok a világ legjobb tudósai közé tartoznak	
		Eset	%	Eset	%	Eset	%
Érvényes	Nem igaz	57	4,7	62	5,1	6	0,5
	2	105	8,7	93	7,7	30	2,5
	3	304	25,2	230	19,1	190	15,8
	4	336	27,9	339	28,2	343	28,5
	Igaz	374	31,1	459	38,1	607	50,4
	Összes	1176	97,7	1183	98,3	1176	97,7

Forrás: TUDTARS2006

E pozitív kép alapján a kérdezettek túlnyomó többsége szerint a tudósok komoly hírnevet szereznek az országnak. Bizonytalanok ugyanakkor abban, hogy a tudomány támogatása gazdaságos beruházás-e.

Nagy az egyetértés abban, hogy a legjobb tudósaink külföldre mennek, s az igazi sikereket más országok aratják le, s ezért szinte minden kérdezett azt szeretné, hogy tudósainkat tartsuk itthon.

4. táblázat

A tudomány szerepe az ország nemzetközi megítélésében
Mennyire ért egyet azzal, hogy ...

	<i>a magyar tudósok tevékenysége komoly hírnevet szerzett az országnak</i>	<i>a tudományos sikerek révén lehet hírnevet szerezni, de ez túlságosan drága</i>	<i>a törekedni kellene arra, hogy a magyar tudósok Magyarországon dolgozzanak</i>	<i>a legjobb tudó- sok külföldre mennek, az igazi sikert más orszá- gok aratják le</i>	<i>a tudományos sikerek révén az ország nem szerezhet elegendő hírnevet</i>
Nem igaz	0,7	5,9	0,1	0,4	29,5
2	2,5	9,5	1,9	2,6	18,9
3	12,3	30,6	8,1	12,3	22,0
4	28,4	28,1	18,4	21,6	14,0
Igaz	54,2	19,1	70,4	60,8	11,4
Összes	98,2	93,2	98,9	97,7	95,8

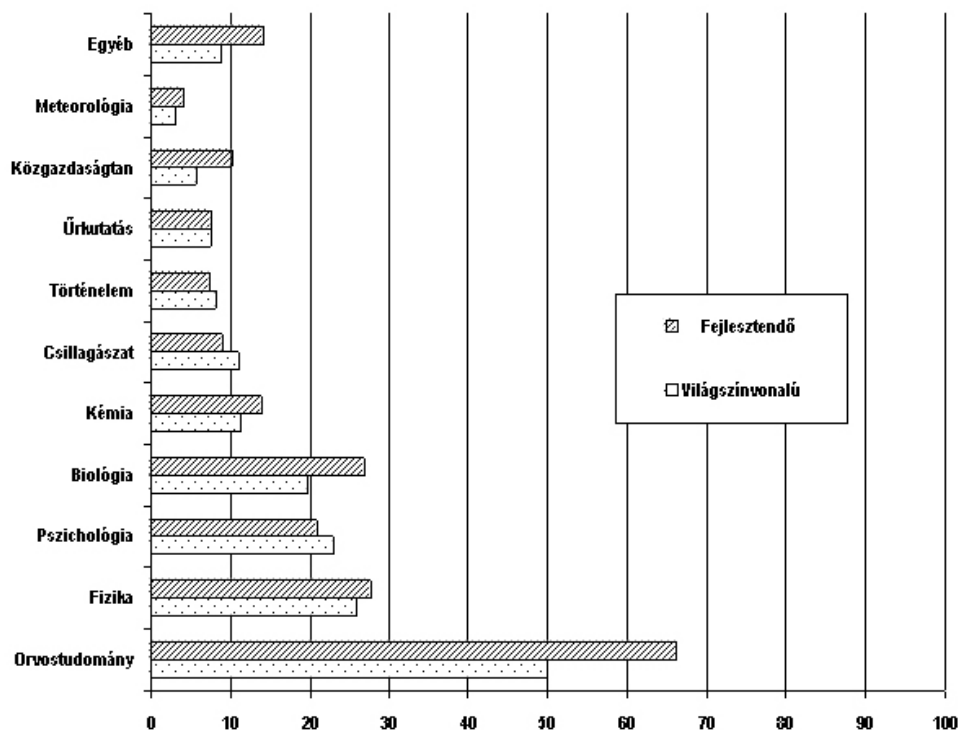
Forrás: TUDTARS2006

Ami az egyes tudományágak nemzetközi megmértetését illeti, a legtöbben a hazai orvostudomány, a fizika, a pszichológia és a biológia teljesítményét tekintik a világ élvonalába tartozónak. Mindössze a kérdezettek 6 százaléka gondolja úgy, hogy nincs olyan tudományág, amelyben az ország a világ élvonalába tartozna. A jövőre vonatkozó elképzelések szerint is alapvetően ezt a négy tudományágat kellene leginkább fejleszteni, vagyis a lakosság úgy gondolja, hogy az ország perspektivikus tudományágakban áll az élen, illetve, hogy érdemes a megszerzett eredményekre építeni a jövőben. Egyedül a közgazdaságtudományt említhetjük, amelyet lényegesen többen tekintenek perspektivikusnak, mint amennyien világviszonylatban is elismerésre méltó korábbi eredményeket produkálónak –, de ezzel együtt is csak a kérdezettek 10 százaléka sorolta a leginkább fejlesztendő három tudomány közé.

5. ábra

Mely hazai tudományágak világszínvonalúak – melyek fejlesztendők?

(Az említések aránya a kérdezettek számához viszonyítva)



Forrás: TUDTARS2006

2004-es felmérésünkben a kérdezettek négyfokú skálán jelölték meg néhány nagy tevékenységi terület iránti érdeklődésüket. Az átlagos „osztályzatokat” tekintve öt kiemelt terület közül a tudomány és technika iránti érdeklődés a második helyre került, megelőzve ezzel a hazai viszonylatban igencsak népszerű sportot is. A tudomány-technika iránti érdeklődést csak a kulturális kérdések iránti érdeklődés előzi meg. Az egyes területek szórása közel azonos, ami arra utal, hogy mindegyik szakterületen hasonló a szélsőséges – az adott területre jellemző átlagtól jelentősen eltérő – vélemények (ennek megfelelően akár a legjobb, akár a legrosszabb osztályzatokat, akár az osztályzatok átlagát viszonyítjuk, az öt terület iránti érdeklődés sorrendje ugyanaz marad).

A lakosság egyes csoportjaiban tapasztalható érdektelenség a tudomány-technika kérdései iránt általában nem kifejezetten ennek a szakterületnek szól, gyakran párosul más területek iránti érdektelenséggel is: a tudományos

kérdések iránt egyáltalán nem érdeklődők 78 százalékát a közgazdaság-pénzügyek sem érdeklik, a korreláció a kultúra iránti érdektelenséggel 44 százalék. A tudomány iránt egyáltalán nem érdeklődők mintegy negyed része a másik négy terület iránt sem mutat semmilyen érdeklődést. További negyed részük legfeljebb egyetlen másik terület iránt érdeklődik (leginkább a kultúra iránt).

Az Eurobarometer adataival összevetve nálunk a tudomány iránti érdeklődés eggyel előbbre került a sorrendben, mint az uniós országok egészében. De nem is ez az igazi különbség, hanem az, hogy míg a sport, a kultúra és a politika iránti érdeklődés Magyarországon rendre alacsonyabb, mint az EU egészében (a közgazdasági kérdések iránti érdeklődés pedig közel azonos), addig a tudomány-technika iránti érdeklődés 13 százalékponttal előzi meg az Unió adatát.

5. táblázat

Mennyire érdeklik Önt a következő területek? (%)

	Sport	Kultúra	Politika	Tudomány, technika	Közgazdaság, pénzügyek
Nem nagyon érdekel	31,1	11,7	34,6	19,6	33,1
2	19,1	19,0	27,5	21,8	27,7
3	26,4	41,0	23,7	33,7	23,6
Nagyon érdekel	23,3	28,2	14,0	24,5	14,9
Összes	99,9	99,9	99,8	99,7	99,3

Forrás: TUDTARS2004

Az informáltságot tekintve a tudomány közel sem foglal el ilyen előkelő helyet: az öt terület közül a negyedik helyen áll. A tájékozottság (ön)értékelése minden szakterület esetében alacsonyabb, mint az érdeklődésé, de a legnagyobb relatív információhiány éppen a tudomány-technika területén fogalmazódik meg (s igencsak jelentős a közgazdasági-pénzügyi területen). Az e kérdések iránt fogékony lakosság egyharmada érzi magát rosszul informáltnak.

6. táblázat

Mennyire informált Ön a következő területeken? (%)

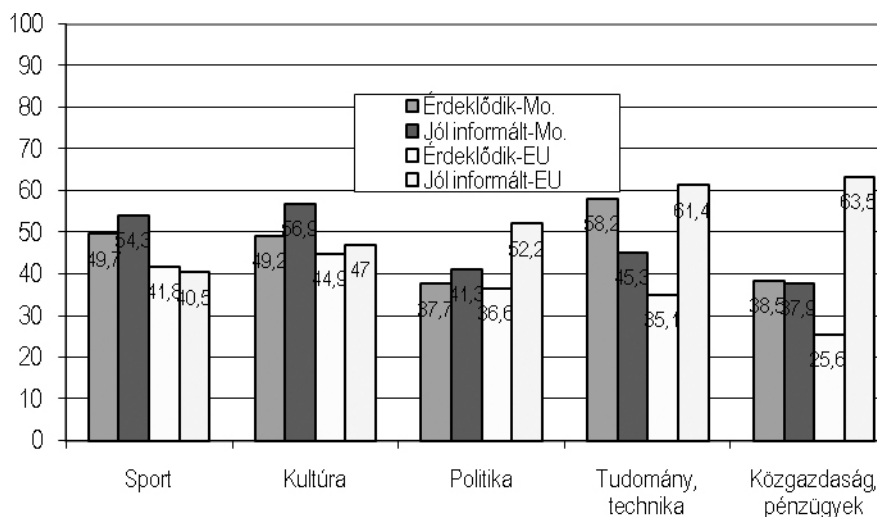
	Sport	Kultúra	Politika	Tudomány, technika	Közgazdaság, pénzügyek
Jól informált vagyok	41,8	44,9	36,6	35,1	25,6
Rosszul informált vagyok	49,4	42,4	52,6	50,6	62,1
Összes	91,2	87,3	89,2	85,7	87,7

Forrás: TUDTARS2004

A hazai adatok jelentősen eltérnek az uniós számoktól, melyeket az EU régebbi tagországaiban 2002 során az azonos kérdésekkel elvégzett kutatás eredményezett. Három olyan terület is van – köztük a tudomány-technika –, ahol a tájékozottság nagyobb, mint az érdeklődés, s – a sportot leszámítva, ahol nagyjából azonosak az adatok – minden területen tájékozottabbnak érzi magát a lakosság, mint nálunk. A legnagyobb „előnnyel” a közgazdaság és a tudomány területén rendelkezik az Unió.

6. ábra

Érdeklődési területek, informáltság Magyarországon és az EU-ban



Forrás: TUDTARS2004

Megemlítendő, hogy bár adataink részben eltérnek a Gallup nemzetközi felmérésének magyarországi eredményeitől, tendenciájuk és helyi értékük megegyezik azzal. Ott is lényegesen, 8%-kal magasabb a tudomány iránti érdeklődés Magyarországon és a legnagyobb arányban a tudomány területén tér el pozitív irányban a magyarok érdeklődése a régi és új tagállamokéitól.

Ami a tudomány értékét illeti, a kérdezettek inkább hisznek a tudományban, mintsem kételkednek az értékében. A lakosság leginkább a tudomány pozitív (a világra, az életszínvonalra gyakorolt) hatására vonatkozó állításokkal értett egyet, ugyanakkor valamivel kevesebben gondolták, hogy e hatások révén a tudomány képes lenne megoldani nagy a társadalmi, illetve gazdasági problémákat. A lakosság harmada szerint ugyanakkor a tudományos fejlődés csak a nagy vállalkozásoknak kedvez. Valamivel kevesebben gondolják úgy, hogy a tudományba fektetett pénz nem térül meg, s a lakosság negyedének az a véleménye, hogy sok az értéktelen felfedezés is.



7. táblázat
Milyen mértékben ért egyet a következő állításokkal?

	<i>A tudományos fel- fedezések között sok az értéktelen</i>	<i>A tudományos fejlődésre fordított össztársadalmi kiadások nem térülnek meg</i>	<i>A tudományos fejlődés csak a nagy gazdasági vállalkozásoknak kedvez</i>	<i>A tudományos fejlődés komoly veszélyeket is bordoz</i>
Nem igaz	15,8	14,1	12,5	1,3
2	19,8	15,6	15,4	4,3
3	31,6	32,7	28,1	19,9
4	17,2	17,9	22,4	29,9
Igaz	9,5	11,7	14,8	42,5
Összes	93,9	92,0	93,3	97,9

Mindezek ellenére a többség számára a tudás önmagában is értéknek számít, függetlenül annak költségeitől, hasznától. Ennél lényegesen kevesebben gondolják azt, hogy a tudás a tudós számára is alapvető motivációs tényezőt jelent, vagyis, hogy a felfedezések mögött nem kell mindig társadalmi érdeket, hasznot, támogatottságot keresni.

A korábbiakban láttuk, hogy a lakosság elsősorban a természettudományokat tekinti komoly tudománynak, a társadalomtudományok határozottan hátrébb szorulnak a szemükben. Ennek ellenére több mint felerészben nyilatkoztak úgy, hogy egyenrangúnak tekintik e két tudományágat. (Mintegy egyharmaduk tekinthető bizonytalanoknak ebben a kérdésben, illetve nem egységesen ítéli meg az egyes társadalomtudományokat.)

8. táblázat
A tudomány értékéről
Milyen mértékben ért egyet a következő állításokkal?

	<i>A tudás, felfedezés önmagában is értékes</i>	<i>A tudás, felfedezés a tudós számára meghatározó jelentőségű</i>
Nem igaz	1,7	13,9
2	5,4	16,4
3	25,3	33,1
4	30,4	17,7
Igaz	33,8	12,8
Összes	96,7	93,9

Forrás: TUDTARS2004



9. táblázat

A tudomány hasznáról

Milyen mértékben ért egyet a következő állításokkal?

	A tudomány fejlődése képes megoldani az emberiség legfőbb problémáit	A tudományos felfedezések jelentős mértékben megoldják a gazdasági problémákat	A tudományos felfedezések jelentős mértékben előre viszik a világot	A tudomány fejlődése kedvező hatással van az életszínvonalunkra
Nem igaz	9,0	8,4	1,1	3,7
2	10,0	13,5	3,1	8,7
3	28,4	33,6	18,9	25,7
4	27,9	27,3	32,8	31,5
Igaz	22,9	13,7	42,6	28,2
Összes	98,2	96,5	98,4	97,9

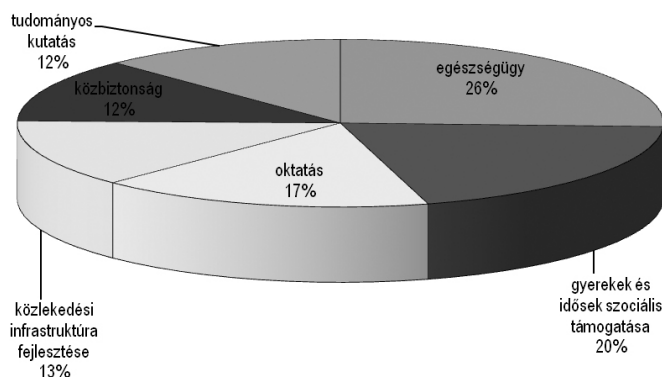
Forrás: TUDTARS2004

A tudomány magas presztízse a támogatásokról kialakított véleményekben is visszaköszön. Amikor arra kértük a válaszadókat, hogy 100 egységnyi pénzt osszanak fel hat, társadalmilag preferált terület között, a két adatfelvétel közel azonos értékeket eredményezett:

7. ábra

A tudomány támogatása

Hogyan osztana fel 100 egységet az alábbi területek között?

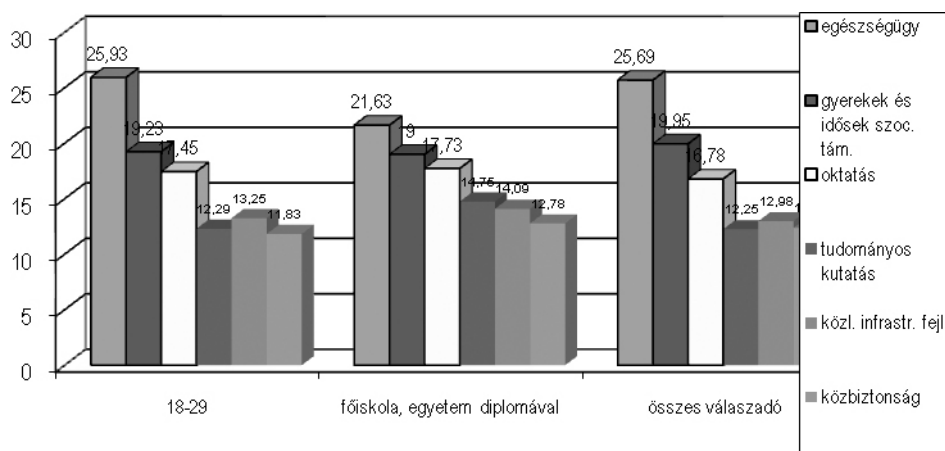


Forrás: TUDTARS2006

A kérdőíves vizsgálatban felsorolt lehetséges állami támogatási célterületek közül a valóságos ráfordításokkal összevetve a tudományos kutatásra szánt összegek haladják meg a legnagyobb mértékben a jelenlegi helyzetet. Jelentős társadalmi igényt jelez az is, hogy a tudományos kutatásra átlagban közel ugyanannyit költenének a válaszadók, mint az oktatásra.

Életkori különbségek nem fedezhetők fel a válaszokban, ugyanakkor jórészt az iskolai végzettségből fakadó egyéni élethelyzet, valamint a kulturális-szellemi javakhoz történő hozzáférés, igény jelentősen meghatározza az egyes ágazatok közötti elosztás mértékét. Az alacsonyabb végzettségűek inkább az egészségügyet, a szociális támogatásokat preferálják, ennél jóval kevésbé az oktatást, a tudományt. A nyolcosztályos végzettséggel sem rendelkezőket leszámítva, minden más csoport véleménye szerint 11–15 százalék közötti lenne kívánatos a tudományos kutatás aránya a hat terület között. A diplomások szerint a tudományos kutatásra több pénzt kellene fordítani, mint a közlekedési infrastruktúra fejlesztésére vagy a közbiztonságra, ez utóbbi vélekedést osztják a fiatalabb korosztályokhoz tartozók is.

8. ábra
Hogyan osztana fel 100 forintot az egyes területek között?
célcsoportok szerinti megoszlás

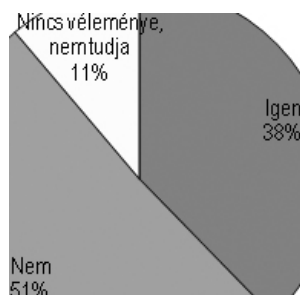


Forrás: TUDTARS2006

Ami a kutatók helyzetéről alkotott véleményeket illeti, a válaszadók többsége úgy gondolja, nem érdemes ma kutatónak menni Magyarországon: hiányzik az anyagi megbecsülés, elégtelenek a munkafeltételek. A nemmel válaszolók egyharmada az erkölcsi megbecsülést is kevesli.

9. ábra

Érdeemes ma kutatónak lenni Magyarországon?



Forrás: TUDTARS2006

10. táblázat

Miért gondolja, hogy érdemes/nem érdemes ma kutatónak menni Magyarországon?

		Megoszlás
IGEN	Érdekes munka, hasznos munka, a tudás öröme	25,1
	Jól jövedelmez az egyén számára, egyéb egyéni előnyök	9,1
	Erkölcsei elismeréssel jár	6,8
	A hagyományok folytatása, az ország dicsősége	3,9
	Biztos egyéni jövő, megélhetés	2,9
NEM	Kevés a pénz az egyéni boldoguláshoz	30,7
	Kevés a pénz a munkához	22,6
	Hiányzik az erkölcsi megbecsülés, elismerés	17,6
	Nem jók a munkafeltételek, unalmas a munka	2,4
	Túl nagy munkabefektetést igényel	1,7
	Értéktelen a munka, nincs társadalmi haszna	0,8

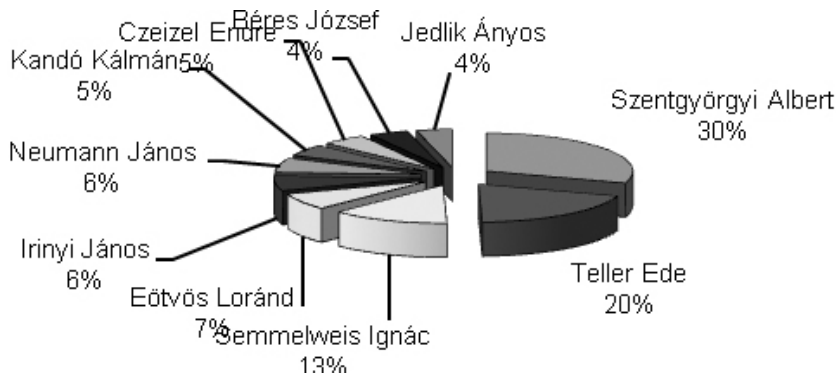
Forrás: TUDTARS2006

Azon kisebbség kétharmada, akik szerint érdemes kutatóként dolgozni Magyarországon, elsősorban a munka hasznosságára, érdekességére hivatkozva érvel álláspontja mellett. Lényegesen kevesebben, de említésre méltó arányban vannak olyanok is, akik szerint a kutatói lét anyagi, illetve egyéb egyéni előnyökkel is jár.

A megkérdezettek²⁸ több mint egyharmada nem említett egyetlen nevet sem, mint leghíresebb magyar tudóst, ez a többi kérdéshez viszonyítva az egyik legalacsonyabb válaszadási hajlandóságot mutatja (az 1200-ból 434-en nem említettek egy nevet sem, további 21 válaszadó pedig nem tudóst említett).

10. ábra

A tíz leggyakrabban említett magyar tudós, az említések százalékában



Forrás: TUDTARS2006

Ha az összes említést vizsgáljuk, az így kialakult végső sorrendből kiemelkedik három tudós neve: Szentgyörgyi Albert, Teller Ede, Semmelweis Ignác, ebben a sorrendben, míg a leggyakrabban említett többi tudós említési gyakorisága az előzőekhez képest jelentősen elmarad. A fenti három tudóst több mint másfélszer annyian említették, mint az említések számából kapott sorrendben utánuk következő 7 másik tudóst (63%, illetve 37%).

A leggyakrabban említett, leghíresebbként számon tartott tudós a Nobel-díjas Szentgyörgyi Albert, 360-an említették, ő volt az, akit mind az első, második és harmadik helyen a legtöbben említettek, de első helyen kimagaslóan sokan, több mint kétszázán, míg a második helyen végző Teller Edét csaknem fele ennyien. Mindez tehát azt mutatja, hogy Szentgyörgyi Albert nemcsak a legismertebb magyar tudós, hanem a válaszadók szerint a leghíresebbként számon tartott is a magyar tudomány, illetve tudománytörténet kimagasló alakjai közül. Teller Ede mind az összes említést, mind az első–harmadik helyen történő említést tekintve a második leghíresebb tudósnak tekinthető a válaszadók szerint.

²⁸ A válaszadók három tudóst nevezhettek meg, így lehetőségünk van nem csak az összes – helyezéstől független – említést figyelembe venni, hanem azt is, hogy kit említettek első, második és harmadik helyen.

11. táblázat

„Nevezzen meg legalább három olyan magyar tudóst akár a múltból, akár a jelenből, akiket Ön a leghíresebbek között tart számon!”

összes válasz megoszlása

No.	Tudós neve	Említés összesen	1. említés	2. említés	3. említés
1	Szentgyörgyi Albert	360	207	98	55
2	Teller Ede	232	104	83	45
3	Semmelweis Ignác	155	86	41	28
4	Eötvös Loránd	83	31	22	29
5	Irinyi János	75	28	31	16
6	Neumann János	73	24	25	24
7	Kandó Kálmán	60	17	26	17
8	Czeizel Endre	58	23	27	8
9	Béres József	51	22	15	13
10	Jedlik Ányos	47	20	17	10

Forrás: TUDTARS2006

A tíz legismertebb magyar tudós mindegyike a természet- és műszaki tudományok művelője, ezen belül is az öt legismertebbként számon tartott tudós az orvostudomány és a fizika területén alkotott. Az egyes tudósok életművének maradandóságát mutatja, hogy az első öt legtöbbet említett tudós közül három is (Semmelweis Ignác, Eötvös Loránd, Irinyi János) a XIX. században élt és alkotott.

2004 és 2006 között az első három legtöbbet említett tudós vonatkozásában nincs lényeges különbség, nyolc tudóst pedig mindkét évben a leggyakrabban megnevezettek között találunk.

12. táblázat

A tíz legtöbbet említett tudós 2004-ben és 2006-ban
(helyezések száma)

	2004	2006
Szentgyörgyi Albert	1	1
Teller Ede	2	2
Semmelweis Ignác	3	3
Neumann János	4	6

	2004	2006
Czeizel Endre	5	8
Puskás Tivadar	6	12
Irinyi János	7	5
Eötvös Loránd	8	4
Kandó Kálmán	9	7
Jedlik Ányos	10	10
Béres József	16	9

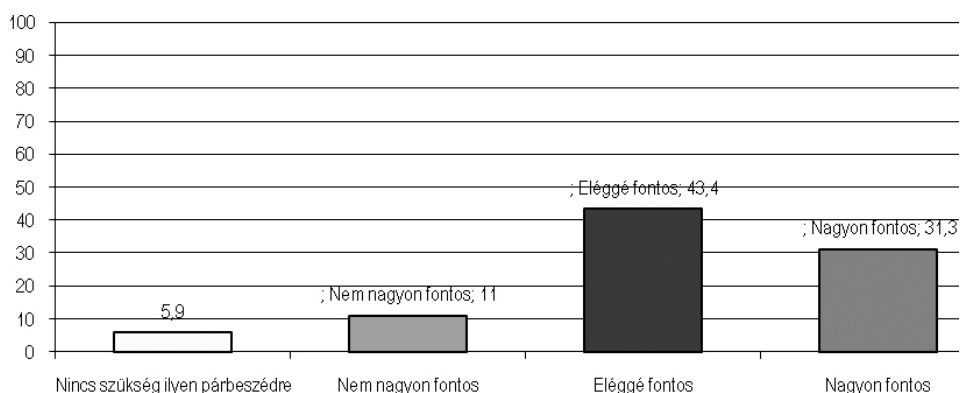
Forrás: TUDTARS2006

KÖZVÉLEMÉNY ÉS KUTATÓI VÉLEMÉNYEK A TUDOMÁNY ÉS TÁRSADALOM KAPCSOLATÁRÓL

A kérdezettek háromnegyed része fontosnak tart valamiféle párbeszédet a tudomány iránt érdeklődő laikusok és a szakemberek között. Ennek egyik területe lehet a tudományos felfedezések értékelése, amelyben nyilvánvalóan segítségre szorul a tudományos kérdésekhez nem, vagy csak felszínesen értő lakosság.

11. ábra

Mennyire tartja fontosnak, hogy az említett témákról párbeszéd alakuljon ki a kutatók és a tudomány iránt érdeklődők között?



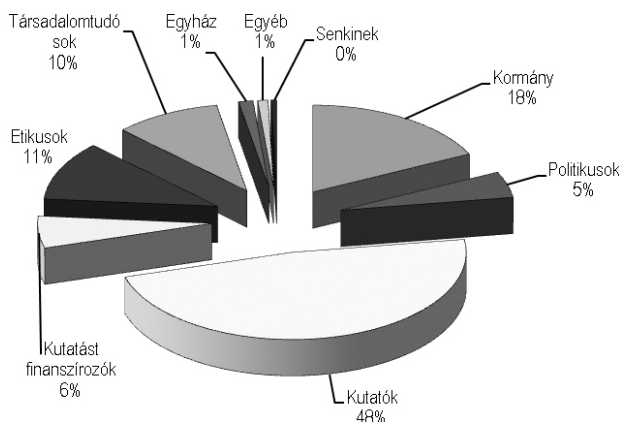
Forrás: TUDTARS2006

A válaszadók egyértelműen azt jelezték, hogy elsősorban akadémiai, illetve tudományos intézményekben bíznak. Lényegesen kevesebben, de említésre méltó

arányban állami intézményektől (hatóságoktól) várnak állásfoglalást ilyen kérdésekben. Teljesen háttérbe szorulnak ugyanakkor a civil szféra intézményei, valamint a sajtó és a gazdaság képviselői. Ebben a vonatkozásban még a tudományos sajtót sem tartják alkalmasnak a feladatra. A tudományos eredmények kockázataira való figyelmeztetés is hasonló szemléletet tükröz. Ennek megfelelően három szereplő jelenik meg: a kutatók mint az adott kérdéshez értő szakemberek, az állam („kormány”), s a társadalmi következményeket „jól látó” társadalomtudósok, etikusok. Ez utóbbiak közé viszont az egyházakat nem sorolta a közvélemény, mindössze 2 százalékuk bízik meg bennük ilyen kérdésekben.

12. ábra

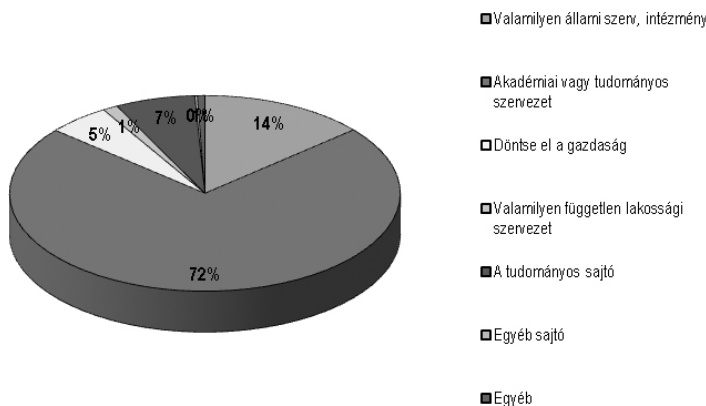
Kinek a feladata a tudományos eredmények kockázataira való felhívás?



Forrás: TUDTARS2006

13. ábra

Véleménye szerint kinek a feladata megállapítani egy tudományos felfedezésről, hogy hiteles-e?



Forrás: TUDTARS2006

A tudomány társadalmi képét a közvélemény oldaláról feltáró kutatások eredményeit érdekes összehasonlítani a másik oldal – a kutatók – véleményével. Ennek jegyében A 2004-es kutatásunk keretében az MTA Kutatásszervezési Intézetének munkatársai, Mosoniné Fried Judit és kollégái az országos mintán használttal összevethető kérdőívet alkalmazva e-mailes adatgyűjtéssel keresték meg az akadémiai köztestület tagjait.²⁹

A válaszadók 76%-a fontosnak, ezen belül 27%-a nagyon fontosnak tartja, hogy legyen beszélgetés a kutatók és a társadalmi szereplők között bizonyos kutatások, technológiák hatásairól. Ezt még akkor is vállalhatónak és vállalandónak tartják, ha a tudományon belül is vitatott kérdéseket érintenek. A dialógust mindössze a megkérdezettek három százaléka nem tekintette fontosnak, és ugyancsak három százalékuk minősítette kifejezetten károsnak. A legnyitottabbnak a humán- és társadalomtudományok képviselői bizonyultak, míg a káros jelleget leginkább az orvosok, illetve a biológusok hangsúlyozták, figyelembe véve, hogy nem veszélytelen megingatni a tudomány mindenhatóságába vetett hitet.

A nagyobb tájékozottság legfontosabb előnyének azt tartják a kutatók, hogy segítené a laikusokat bizonyos, saját életükkel kapcsolatos döntésekben a mindennapok során. A második helyen azt emelik ki, hogy olyan tudományos és technikai kérdésekben is képesek lennének saját véleményt alkotni, amelyekről megfelelő ismeretek hiányában úgy vélik: ehhez nem értenek, ehhez nincs közük.

13. táblázat

Milyen előnyökkel járna, ha tájékozottabbak lennének a laikusok a tudományos fejlődés kérdéseiben

Előnyök	Válaszadók aránya
Segítené a laikusokat saját életükkel kapcsolatban	47,9%
Képesek lennének saját véleményt alkotni	42,8%
A politikusokat és más döntéshozókat is segítené	38,9%
A megértés önmagában is fontos	38,5%
Kevésbé elleneznének bizonyos kutatásokat	32,9%
Több pénzt kapna a tudomány	28,3%
Többen választanák a tudományos pályát	19,7%
Jó érzés lenne a kutatóknak	6,7%

Forrás: MTAKSZI-TUDONLINE2004

²⁹ A kutatás eredményeinek részletes ismertetése: Mosoniné Fried Judit – Pálkó Éva – Stefán Eszter: Kommunikáció a kutatók és a laikusok között: a kutatók szerepe. Kérdőíves vizsgálat az MTA köztestületi tagjainak körében. *Világosság*, 2004/5. Az empirikus vizsgálat előtanulmányát lásd: Mosoniné Judit – Orisek Andrea – Tolnai Márton: Tudomány és társadalom: a konstruktív párbeszéd. *Világosság* 2003/9–10.

A párbeszéd lényege a kölcsönös tanulás és információcsere, amelyből a kutató is sokat tanulhat. Ennek ellenére ez csak a második helyet foglalja el, a köztestületi tagok válaszadóinak 52,8 százaléka szerint ugyanis számukra az lenne a legnagyobb előny, hogy megtalálnák őket azok a nem szakmabeliek, akiknek fontos lehet az együttműködés.

A kutatókra vonatkoztatott további előnyök említettsége a következőképpen alakul:

14. táblázat

Milyen előnyökkel járna az Ön számára, ha részt venne a kutatók és laikusok párbeszédében

Előnyök	Válaszadók aránya
Hasznos egyedi információkat kapnék	26,4%
Időnként módosítanám saját kutatásaimat	21,7%
Javulna a kommunikációs képességem	13,4%
Jobban megismernék a nevem	11,2%
Több pénzügyi támogatást kapnék	8,1%
Segítené a tudományos karrieremet	6,4%

Forrás: MTAKSZI-TUDONLINE2004

A mintában szereplő köztestületi tagok 36,4 százaléka úgy véli, hogy megfelelő a magyar kutatók társadalomérzékenysége, odafigyelnek a társadalmi problémákra, a társadalom véleményére.

A válaszadók 48 százaléka szerint természetesebb a társadalom véleményének figyelembevétele ott, ahol régebbiek a demokratikus hagyományok, ahol a kutatástámogató szervezetek jobban odafigyelnek a társadalmi szempontokra, ahol a lakosság rendelkezik a közpénzekkel való elszámoltatás igényével és képességével, ahol nagyobb ereje van a nyilvánosságnak, és ahol a média is több lehetőséget biztosít a kutatók számára. Megítélésük szerint érettebb az a társadalom, ahol partnerként kezelik a laikusokat is a kutatók. Kölcsönös előnyöket látnak a jobb viszonyban: „jobban odafigyelnek a kutatókra is ott, ahol a kutatók odafigyelnek másokra”. Hasonló feltételek megteremtését tartják kívánatosnak Magyarországon.

A párbeszédet fenntartással kezelők a kutatás erőteljes külső befolyásolásától tartanak abban az esetben, ha a tudománypolitikai döntéshozók nagyobb teret adnak a közvéleménynek tudományos kérdésekben. „Ne tegyük népszavazás tárgyává a tudomány problémáit” – tükrözte többek aggodalmát az egyik válasz.



A kutatók véleménye szerint a lakosságot hazánkban leginkább a globális klímaváltozás kérdései érdeklik.³⁰ Ezt követi a GMO-termékek fogyasztásával kapcsolatos érdeklődés feltételezése. A klímaváltozásnál 228 válaszadó (19,6 százalék) adott magas érdeklődést jelző maximális pontszámot (5), a következő csoportban (GMO) pedig 196 fő gondolja úgy, hogy igen nagy érdeklődéssel kíséri a lakosság a fejleményeket. A köztestületi tagok szerint ugyanakkor a genetikai adatok védelméről szóló viták meglehetősen kevés esetben állnak az érdeklődés középpontjában a magyar lakosság körében.

15. táblázat

Témakörök	Átlag
Globális klímaváltozás	3,6454
Genetikailag módosított élelmiszerek fogyasztása	3,3651
Embrión végzett vizsgálatok	3,3165
Nyilvánosság és adatvédelem	3,1217
Internet-szolgáltatás tartalmi kérdései	2,9301
Genetikai adatok védelme	2,5318

Forrás: MTA KSZI-TUDONLINE2004

A lakossági lekérdezés eredményei lényegében visszaigazolják a kutatók feltételezését: egyedül a genetikai adatok védelme kap számottevően nagyobb hangsúlyt a közvéleményben, mint a kutatói kör vélekedésében.

A válaszadók meglehetősen rossznak ítélik a hazai tudományos műhelyek médiában való megjelenési gyakoriságát és minőségét. A megjelenés gyakoriságát ötös skálán 2,26-os, a megjelenés minőségét 2,73-as átlaggal értékelték – egyik dimenzió sem éri el tehát még a közepes szintet sem.

A médiumok a kutatók többségét nem, vagy ritkán szerepeltetik. A válaszadók több mint 70%-a nyilatkozott úgy, hogy az elmúlt év során nem szerepelt sem közszolgálati, sem kereskedelmi televíziókban, rádiókban, országos és/vagy regionális napi és hetilapokban, folyóiratokban. Valamivel kedvezőbb a helyzet az ismeretterjesztő folyóiratokkal kapcsolatban. A 30 százaléknyi médiaszereplő többnyire egy-két alkalommal kap lehetőséget a nyilvános megjelenésre (illetve él a megjelenés lehetőségével). Négynél több alkalommal válaszadóink öt százaléka szerepelt az elmúlt évben az írott illetve az elektronikus sajtóban. A vizsgálat szerint leggyakrabban a társadalomtudósokat foglalkoztatják a médiumok, legkevésbé pedig a természet- és műszaki tudományi kutatókat.

A leggyakoribb problémákként a médiával kapcsolatban a következőket

³⁰ Az érdeklődés azonban nem kiugró, és nincs számottevő különbség az első, a második és a harmadik helyen említett témák között.

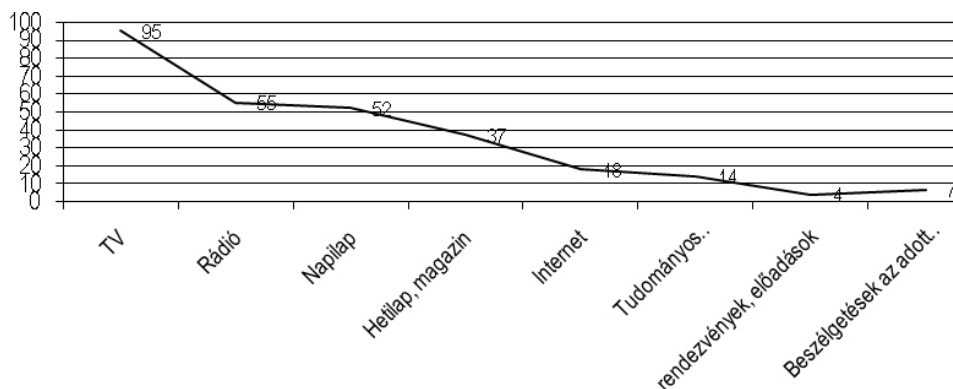


említették a kutatók: a média torzít, nem a lényegre hívja fel a figyelmet, nem a ténylegesen hozzáértőktől kérdez (hanem azoktól, akiket az újságírók annak tartanak), nem is próbálja meg ütköztetni a véleményeket. A kutatók továbbá nem tartják indokoltnak, hogy üzleti szempontokra, illetve az újságírás sajátosságaira való hivatkozással váljanak bulvárszerűvé a tudományos műsorok, riportok, tudósítások.

A kutatók szerint a laikusok döntő többsége a televízióból tájékozódik a tudomány eredményeiről.

14. ábra

Honnan tájékozódnak a laikusok a tudományos kérdésekről? – a kutatók szerint



Forrás: MTA KSZI-TUDONLINE2004

A kutatók szerint a lakosság leginkább a költségvetési kutatóhelyek kutatóinak véleményét fogadja el a tudományos kutatások hatásaira vonatkozó kérdésekben (bizalom). A második és a harmadik helyre – azonos arányban – a civil szervezetek kutatóit és az újságírókat tették a megkérdezettek. Legalacsonyabbnak a kormány tanácsadó szervei iránti bizalmat vélik a megkérdezettek. Ezzel a lakossági adataink tükrében alulbecsülték a „paternalista” attitűd mértékét a közvéleményben.

Fontos információ a tudománypolitikusoknak és a kommunikációért felelős szakemberek számára, hogy a kutatók 78,4 százaléka szerint tudományos kérdésekben magukat a kutatókat terheli a tájékoztatás felelőssége. Őket 70,5 százalékos szavazatarányban a tudományos kommunikációs szakemberek követik. A politikusok felelősségét mindössze 3,8 százalék jelzi, az egyházakét pedig 3,4 százalék.

Az empirikus kutatás alapján a lakosságot közvetlenül vagy közvetve érintő tudományos problémákat, a fejlődéssel együtt járó kockázatokat és bi-



zonytalanságokat társadalmi kérdésként kezelik a tudósok is. A kommunikációban a kutatók felelősségét teszik az első helyre. Elsősorban a negyven év alattiak, a nők és a társadalomtudományi területen dolgozók tartják nagyon fontosnak a kétoldalú kommunikációt, de összességében a kutatók 76 százaléka véli úgy, hogy jobb a nyilvánosság elé tárni a tudományos problémák egy részét, mint szőnyeg alá söpörni azokat.

Összegezve tehát a laikusok és a kutatók véleménye a tudomány társadalmi képéről nagyon hasonló, ami a köztük lévő kommunikációhoz jó kiindulási alapot kínál.





Tudomány és politika

A tudományt a felvilágosodás korától kezdve a legmagasabb rendű szellemi tevékenységnek tekintették a laikusok. A magas presztízsnak egyre inkább része lett a tudomány mindenhatóságába vetett hit is, különös tekintettel a gyógyító, népegészségügyi hatásokra és a technika új vívmányaira az élet minden területén. Csak idő és pénz kérdésének tűnt, hogy a megoldás bármilyen problémára megszülessen. Valamikor az 1970-es évek végén azonban egyre több szkeptikus vélemény fogalmazódott meg. A környezet védelme érdekében szerveződő mozgalmak adták az első legitim keretet a tudománnyal, illetve egyes hatásaival kapcsolatos kétségek felvetésének. Alternatív válaszok jelentek meg, és megnőtt az igény arra, hogy ezek bekerüljenek a döntéshozatali folyamatba.

Másrészről a hidegháború után, az 1970-es évek végén új helyzet állt elő a tudománypolitikában is:³¹ véget ért a tudomány korlátlan támogatásának időszaka, nem utolsósorban a katonai cél megszűnése, vagy legalábbis mérséklődése következtében. Ezzel együtt csökkent a tudomány szabadsága és autonómiája, és nőtt a nem állami, ipari megrendelők szava abban, hogy mit kutasson, merre menjen a tudomány. A változás ahhoz képest írható le, ahogyan a kutatás (az alapkutatás) szabadságát Vannevar Bush 1945-ben írt híres jelentésében megfogalmazta:³² az állam feladata, hogy szabadságot és autonómiát biztosítson a tudománynak, cserébe pedig nagyszerű, a gazdaságban hasznosítható eredményekhez juthat. Ebben az időszakban az autonóm tudományos intézmények és az eredmények ellenőrzése a tudomány belügye volt. A megbízhatóságot éppúgy ez a rendszer igazolta (vagy nem igazolta), mint az eredmény eredetiségét.

³¹ A tudománypolitika feladata egyfelől a tudomány és a technika fejlődésének segítése, másfelől a kutatási eredmények társadalmi szintű felhasználásának előmozdítása, kormányzati intézkedések révén (Salomon, J. J.: *Science policy studies and the development of science policy*. In: *Science, technology and society*. Eds. Ina Spiegel, Derek de Solla Price. Sage Publications, London, 1977).

³² *Science – The Endless Frontier*, 1945

Az alapkutatásban alkalmazott, meglehetősen belterjes értékeléssel szembeni első kételyek az 1980-as években merültek fel, amikor néhány ügy – például elismert nemzetközi folyóiratokban megjelent, tudatos megtévesztésen alapuló cikkek – kapcsán kiderült, hogy nem működik hibátlanul az ellenőrzés. Kezdték kiderülni az is, hogy ugyanarról a dologról egyes kutatók (intézmények) egészen másképp vélekednek, mint mások, és ebben politikai szempontok is szerepet játszanak. A teljes körű autonómia egyre kevésbé tűnt fenntarthatónak, így az 1980-as évek második felében megkezdődött a felhasználók, azaz az ipar, a politika, majd a közvetlen érdekeltek bevonása az értékelésbe.

Az új, megváltozott helyzetben a korlátlan anyagi források szűkülésével, illetve a tudománynak is tulajdonított társadalmi problémák megjelenésével a Bush-jelentés által meghatározott időszakra jellemző nagylelkű állami támogatás visszaszorult. Új forrásokat és finanszírozókat kellett keresni, akik viszont új prioritásokat vártak el a kutatóktól, immár nem a teljes szabadság jegyében. Az állam nemcsak kevésbé adakozó, de szigorúbb is lett: átláthatóságot követelt, és új szempontok szerinti értékelési rendszereket vezettek be. A hatékonyság követelménye új együttműködési formák kialakulásához vezetett, egyre nagyobb szerepet kapott a vállalkozói, azon belül a kockázati tőke, megjelent a korábban csak a vállalatokra jellemző verseny, és nagy jelentőségük lett a pénzt hozó szabadalmaknak. Manapság egyre inkább innovációhoz vezető tudástermelésről beszélhetünk, amikor is a kutatás probléma-orientált, folyamatosan átlépi a diszciplináris határokat, inkább kapcsolati hálók, mintsem szervezetek kellenek hozzá. Interaktív, gazdag kommunikációs együttműködés van mögötte. Kiemelt célként szerepel a hasznosság, amely megjelenhet akár a gazdaságban, akár a kormányzásban, akár a társadalomban. A kutatási programok megfogalmazásában és az eredmények értékelésében gyakran nagyszámú külső szereplő vesz részt. Az értékelésnél fontos szempont, hogy versenyképes-e a kutatás, és elfogadható-e az eredménye társadalmi szempontból. Az új elvárás a „társadalmilag robusztus tudás”³³ – mely válasz a konfliktusos és bizonytalan helyzetekben keletkező problémákra – előállítása, mégpedig átlátható módon és a társadalom részvételével. Példaként a génmódosított termékek körüli vitát említhetjük: „Lehet, hogy a hagyományos tudományfelfogás szerint a GMO termékek egészségügyi hatása megbízhatóan kimutatható. Az élénk társadalmi vita azonban azt mutatja, hogy az embereknek ez nem elég. Sokkal szélesebb körben kell az egész ügygel foglalkozni, sokkal többeket bevonva kell ilyen kérdésekben dönté-

³³ A társadalmilag robusztus tudás három jellegzetes vonása: a laboratóriumon kívül is érvényes; validálásában külső, laikus szakértők is részt vesznek; a társadalom kevésbé kérdőjelezi meg, mint azt a tudást, amelynek előállításában nem vesz részt, és amiről nem is tudja, hogy használható-e, és ha igen, akkor milyen következményekkel.

ni, ha ténylegesen el akarjuk fogadtatni a közvéleménnyel azt, amit a tudomány szerint káros következmények nélkül el lehet fogadni.”³⁴

Az új elvárás mellett ugyanakkor a kommunikációs alaphelyzet nem annyira egyértelmű. A tudósok és a politikai döntéshozók közötti interakció soha nem volt problémamentes, gyakran vitába torkollt. A tudósok úgy érzik, hogy a közpolitikát a tudományos problémákban való megfelelő tájékozottság nélkül alakítják. A politika szakértői és a döntéshozók pedig hajlamosak a tudósok nézőpontját szűkösnek ítélni, és így elutasítani azt. Jó példa erre az energiaforrások témaköre. Az energiaválsággal kapcsolatban gyakran elhangzik, hogy a geológusok szerint a világ olajtartalékai körülbelül egy évtized múlva elapadnak. Megérett az idő arra, hogy komoly erőfeszítéseket tegyünk az ismert energiaforrások megtartása érdekében, és újak fejlesztését kezdeményezzük. Az egyetlen olyan energiaforrás, mely szükségleteinkkel összemérhető, a hasítóreaktor. Az ebből származó nukleáris energia biztonságosságát francia kutatók igazolták, ennek ellenére az emberek félnek tőle. A nukleáris energiával szembeni előítélet talán érthető; a tudósok és politikusok feladata, hogy ezt az előítéletet eloszlassák. A tudósok és döntéshozók együttműködése tehát kiemelten fontos. A közöttük lévő problémák azonban nem könnyítik meg a helyzetet, jóllehet ezek nagy része egy mélyen gyökerező félreértésből adódik, ami viszont könnyen tisztázható. A politikusok nem értik meg, hogy bár a tudomány nem alkalmas arra, hogy végső „bizonyosságokkal” szolgáljon, hiszen folyamatos változásban van, és önmagát rendre kiigazítja, mégis, a legellentmondásosabb kérdésekben is nagyfokú konszenzus uralkodik. A tudósok viszont azt nem látják, mennyire fontos lenne, hogy a politikusok tudják: a kutatók között folyó tudományos vita nem jelenti azt, hogy a téma egészének megítélése bizonytalan. Legjobb példa erre a klímaváltozással kapcsolatos évtizedes polémia, mely a tudomány, a kormányzat és a média interakcióját érinti. Olyan furcsa helyzet ez, melyben a felek nem kompatibilisek, legalábbis amennyiben megszokott normáik szerint működnek. A politikusok, akik tanulmányaik során a tudományt készen kapott igazságok halmazaként ismerték meg, természetesen azt feltételezik, hogy a tudomány konkrét válaszokkal szolgálhat. Így aztán, ha a politikai döntések várható következményeire kíváncsiak, a tudósoktól végleges, támadhatatlan bizonyosságot várnak. Csakhogy, amikor a politikusok útmutatásért fordulnak a kutatókhoz, azok kerülnek a kategorikus állításokat, ehelyett egy folyamat számos lehetséges kimenetelére figyelmeztetnek, ráadásul ezeket hibahatárokkal tűzdelt valószínűségekből fogalmazzák meg. A laikusnak így az az érzése támad, hogy senki nem tud semmi biztosat. Szintén lényeges, hogy mindkét félnek meg kell tanul-

³⁴ Gibbonst idézi Mosoniné Fried Judit: A felvilágosítástól a részvételig. In: Mosoniné Fried Judit – Tolnai Márton (szerk.): *A tudományon kívül és belül*, MTA KSZI, Budapest, 2005.

nia a sajtó kiiktatásával együttműködni: döntéseiket nem a média információira alapozni. A hírek szociológiája ugyanis nem alkalmas a feladatra. A riporterek „egyensúly”-ra törekvése ugyanis épp ott teremt ellentmondást, ahol valójában nincs – a sajtó rendszerint ragaszkodik valamely hangos szakadár vélemény megszólaltatásához, és ezáltal, habár a tudósok 99 százaléka valójában egyetért, az adott probléma tudományos megítélésének kialakulatlanságát sejteti. Ráadásul térbeli és időbeli korlátok miatt, valamint azért, mert igyekeznek minden tudományos állítást aktív érvelésnek tekinteni, a politikusok soha nem szembesülnek azzal a kiterjedt tudásmaggal – például a légkör fizikájával –, amely általános konszenzus létező eredménye. A politikusoknak így nincs módjuk szembesülni azzal, hogy számos kérdésben, így például a klímaváltozást és az őssejteket tekintve is, szilárd és megalapozott vélekedés uralkodik.³⁵

Összességében azt mondhatjuk, hogy a tudomány politikai ügyei az elmúlt negyedszázadban alulról szerveződtek: többségében éppen tudósok és/vagy civilek kérnek politikai beavatkozást az alapvető ideológiai értékek és néhány szakpolitika ügyében a politikusoktól. A társadalmi részvétel tudomány-politikai szempontú vizsgálatoknál fontos kérdés, hogy mire tudja használni a politika a lakossági részvételből adódó lehetőségeket. Három általános cél fogalmazható meg: (1) jobb minőségű és nagyobb mennyiségű információk a döntéshozatal segítésére; (2) a döntések legitimációjának erősítése azzal, hogy olyan társadalmi csoportok véleményét is figyelembe veszik, amelyek más módon nem juthatnának szóhoz, ezzel demokratikusabbá válik a döntéshozatal; (3) hozzájárulás ahhoz, hogy minél inkább konszenzusos alapon szülessenek meg a döntések, de legalábbis világos legyen, hogy ki, mivel nem ért egyet, és legyenek fórumok a problémák tisztázására, a lehető legjobb megoldás közös keresésére.

Ez a fajta – igényelt – politikai beavatkozás mindenképpen legitimnek tekinthető, amennyiben olyan tudományos kérdésekről van szó, amelyek valóban közösségi ügyeket érintenek, tehát a politika illetékességi körébe (is) vágnak. A környezet-, illetve klímakutatás, a genomika (különös tekintettel az őssejtkutatásokra és a reprodukciókra), a GMO, az állatkísérletek engedélyezése vagy a régebbi slágertéma, a nukleáris energia, nem azért kerültek át a tudományos diskurzusból a politikai viták közé, mert bármelyik következtetésük is valamely politikai hatalom legitimációját fenyegetné. A genomikai kutatások (kisebb hangsúllyal pedig az állatkísérletek is) olyan határokat értek el, amelyek az életről vallott alapvető értékeinket érintik, így nem is várható el, hogy tudományos belügyként oldják meg a vitás kérdéseket. Az ideológiai csoportok, köztük a legszervezettebbek közé tartozó egyházak, természetes módon igyekeznek

³⁵ World Science Forum – Budapest, 2005. In: Fábri György (szerk.): *A tudománykommunikáció értelme/értéke*, Budapest, 2006

befolyásolni a politikai döntéshozókat, hiszen joggal várják el tőlük alapértékeik (pl. az élet védelme vagy a korlátlan természetmegismerés) érvényesítését. Az állam nem is tehet mást, mint hogy közbeavatkozik: az erről szóló viták újra és újra állásfoglalásra készítetik a politikai hatalmat, akár finanszírozási, akár kísérletengedélyezési formákban. A GMO vagy a környezeti összefüggésű szakmai kérdések kapcsán nincs szó ilyen szubsztanciális értékekről, mégis igazi politikai slágertémává tudták tenni a zöldmozgalmak protagonistái ezeket a messze nem tisztázott kutatási kérdéseket. Ebben valószínűleg jelentős szerepet játszott a témák médiaképessége: jól fényképezhető, poentírozható és viszonylag alacsonyabb képzettséggel is bemutatható-megérthető tézisek állíthatók fel mindezekről. Jól látható: ezek a tudományos kérdések elsőrangú médiaügyek is.³⁶

³⁶ Fábri György: Tudomány és politika új találkozási pontja: a tömegmédia. In Mosoniné Fried Judit és Tolnai Márton (szerk.): *Tudomány és politika*. Typotex, Budapest, 2008.



Tudomány és média

A tudomány és média viszonyát illetően fontos kérdés, hogy (1) lehet-e másképp beszélni a médiában a tudományos kutatásról, mint hagyományos módon, ismeretterjesztő jelleggel; (2) kinek a feladata a közlés és a magyarázat; (3) milyen munkamegosztásra lenne szükség a kutatók, a tudományos újságírók és a tudományos kommunikációs szakemberek között. A válaszokat leginkább tudománypolitikusok, illetve médiaszakértők próbálják megadni. Tudománypolitikai oldalról az a legfontosabb állítás, hogy aki közpénzből folytat kutatást, annak kötelessége a közvélemény tájékoztatása, mégpedig nem szakmai fórumokon, nem tudományos publikációk formájában, hanem a tömegtájékoztatás eszközeinek segítségével, az átlagosan művelt lakosok számára érthető módon. Ehhez a kutatásfinanszírozók úgy tudnak hozzájárulni, hogy (1) a kutatásra kapott pénz egy részét címkézik, és azt csak kommunikációs célokra lehet felhasználni; (2) kommunikációs ösztöndíjakat adnak fiatal kutatóknak; (3) szakirányú képzési lehetőséget biztosítanak a felsőoktatási intézményekben. A munkamegosztásról pedig az a szinte egyöntetű vélemény, hogy a főszerepet a kutatóknak³⁷ kell játszaniuk az ismeretterjesztésben, de még inkább a kockázati tényezőkkel és a bizonytalansággal foglalkozó műsorokban, cikkekben. Az újságírók számára kérések, kritikák és együttműködési szándékok egyaránt megfogalmazódnak. Az egymásrautaltság és a felelősség főként a közszolgálati médiumokkal kapcsolatban jelenik meg nagyon hangsúlyosan. Hogy a média miért annyira fontos a tudósok számára, arra a következő tény világít rá: a közvélemény nagy részé-

³⁷ Részen ennek hatására a tudományos műhelyeknél, intézményeknél a professzionális kutásmenedzser mellett megjelenik a professzionális tudománykommunikátor is. Nem tudományos újságírókról van szó, hanem olyan kutatókról, akik egyre inkább fő feladatukként látják el a szervezetük nyilvánosság előtti képviselését. Nyilatkoznak, kommunikéket írnak, sajtókapcsolatokat ápolnak, valamint közvetítik a projekttervezéskor, kutatási programok felépítésekor a nyilvánosság szempontjait. (Fábri György: Tudomány és politika új találkozási pontja: a tömegmédia. In: Mosoniné Fried Judit – Tolnai Márton (szerk.): *Tudomány és politika*, Typotex, Budapest, 2008.)

nek elsődleges tájékozási forrása a média. Még az internetet is kevesen tudják tudományos ismeretszerzésre felhasználni, mert nem tudják megkülönböztetni a lényegest a lényegtelenről, nem ismerik a bibliográfiai módszereket, holott ez alapvető lenne ahhoz, hogy tudományos szakirodalmat böngésszenek. A médiának nincs alternatívája a tudományos tájékoztatásban, ezt kell tehát a lehető legjobban használni. Ehhez a kutatóknak egyesek szerint jobb retorikai képességekkel kellene rendelkezniük, mások szerint jobban el kellene távolodniuk saját

Miért fontos a tudománynak a párbeszéd és a médiával való együttműködés?

Érdeklődő és értő társadalmi közeg vegye körül a tudományos műhelyeket
A lakosság támogatása és bizalma szükséges a növekvő állami támogatáshoz
Adóforintok elköltésének ellenőrzése, a források felhasználásának transzparenciája
A tudományos eredmények kultúránk részei, ezért széles körben meg kell osztani
Fontos ügy az érdeklődés felkeltése és kielégítése, az aggodalmat keltő kérdések megbeszélése
Lakossági, vállalati igény az új eredmények felhasználására a mindennapi helyes döntések meghozatalához (életmód, pánik elkerülése, stb.)
Fiatalok „csábítása” a tudományos pályára, az utánpótlás biztosítása
Tudományos intézetek és kutatók ismertségének növelése
Tudományos újságírás megújítása (csökkenő TV felület, növekvő igények, főleg interneten)
A tudománykommunikáció önmagában is érték

íróasztaluktól, hogy tudják, mi érdekelheti a laikusokat. Ugyanakkor a média szempontjából sokszor az érdekesség, a szellemesség, a tömörség és a szuggesztív előadásmód a legfontosabb, ezt pedig nehéz megtanulni. Ami oktatható, az a média ismerete (milyen típusok vannak, miben áll a különbség az egyes médiumok között) és az a nyelvezet, amit a média használ. Az újságíróknak megvan a maguk elképzelése arról, hogy miről akarnak beszélni, van sajátos „kutatói” módszerük (ahogyan egy hír nyomába erednek), és vitathatatlan, hogy nézhetővé, fogyaszthatóvá szeretnék tenni azt, amiről szó van. A témákat a szerint különböztetik meg, hogy mennyire lehetnek fontosak a lakosság számára, illetve mennyire hordoznak érdekességet, újdonságot, és ez mennyire érdekfeszítően mutatható be a laikusok számára.

Lehet médiahír egyes kutatólaboratóriumok vagy személyek rivalizálása, lehet hír a kockázat, a bizonytalanság és az ellentmondás is. Médiaszerűbb a tálalás, ha nem önmagában a tudományos eredményről szól egy riport, hanem annak szélesebb kontextusáról, vagyis az újságírók rendszerint megkísérlik beágyazni a tudományt valamilyen társadalmi közegbe. Ezt a kutatók nem mindig fogadják elismeréssel, mondván, mindez semmi másra nem jó, mint pánikkeltésre és a tudományellenesség erősítésére. Sokan úgy vélik, a média nem érzi át saját felelősségét, nem tudatosodik az újságírókban, hogy a laikus tömeg számára az a tudomány, amit a médiában lát.³⁸

³⁸ Mosoniné, 2005.

„Hogyan is történik a tudományos hírek szerkesztése, s miként tud ebben egy tudós a média munkatársának segítségére lenni? A hír elsősorban egy általános naprakészséget jelent a tudós és a szerkesztő számára is. Léteznek megfelelő hírforrások, amelyeket folyamatosan figyelni kell, mert ha csak a könnyen megszerezhető vagy nyilvános hírekre hagyatkozunk, akkor érdektelen lesz a műsor, nem lesz benne semmiféle exkluzivitás. Ez egyúttal választ is ad arra, hogy hogyan kell híreket gyűjteni; mindenekelőtt a hírforrásokból kell kiindulni. Amikor a műsorkészítőnek már személyes kapcsolata van egy-egy tudományterület képviselőjével, akkor ez egyben azt is jelenti, hogy megkapja azokat az impulzusokat – nem feltétlenül magukat a híreket –, amelyekből azután megfelelő utánajárással, több forrásból történő ellenőrzéssel híreket tud készíteni. Minden egyéb összeállításához is szükséges azonban a tudományos ismeretszerzés és feldolgozás (pl. a statisztikai adatok), egy egyszerű belpolitikai összeállításhoz is. Mivel az újságíró egyre inkább az interpretáló szerepét tölti be, egyre nagyobb szükség van a tudós aktív közreműködésére, egyre fontosabb, hogy a tudós tudjon beszélni arról, amit kutat, s a média valóban csak a tolmács szerepét töltsen be. Tehát már régóta nem arról van szó, hogy a szerkesztő megkeresi a tudományos hírt, s elkészíti az összeállítást, hanem a szakterület kutatója lesz az, aki elemzi a hírt és elmagyarázza annak jelentőségét. Erre ma már számos példa akad. A média igénye a közérthetőség és egyszerűség a széles közönség kiszolgálása érdekében, de néha a cél érdekében a kutatók által elmondottak tartalma is torzul. Ez minden tudós, kutató alapvető félelme, s be kell vallani, nem alaptalanul. Elkerülhető azonban az újságíró és a tudós együttműködése által.”

Részlet Torda Júlia előadásából. Elhangzott a 2006. november 27-én rendezett „Tudománykommunikáció – kívül az elefántcsonttornyon és túl a tudományos újságíráson” című konferencián.

Látványos, és ezért konfliktusosabb hatása a medializálódásnak, amikor például a tudományos értékelési rend standardjai válnak elasztikussá. Feltűnik az a kutató, aki nem egy-egy intézmény, csapat tagjaként, hanem egyéni szereplőként lép fel a médiában mint tudós.³⁹ Itt legtöbbször nem a csalókról vagy áltudományos szemfényvesztőkről van szó, hanem tudományos képzettségű szakemberekről, akik médiaszereplőként reprezentálnak egy-egy kutatási területet. A közvélemény számára ők lesznek „a” tudósok, a forrásokhoz való hozzáférésben és nyilvános elismertségben jelentősen megnőnek esélyeik, amit a szakmai előrehaladásukért laboratóriumaik szűkebb körében, szakmai publikációkkal dolgozó pályatársaik értelemszerűen neheztelve szemlélnek. Példaként: 2006 decemberében országos reprezentatív felmérésen a legismertebb élő magyar tudós egy olyan genetikus lett, aki a hetvenes-nyolcvanas években tévéesorozattal szerepelt a képernyőn, s azóta is sűrűn látható közszereplő, miközben a szakmai közeg meglehetősen alacsonyra értékeli tevékenységét.⁴⁰

³⁹ Jó példa erre a 2007 elején, a sajtó hasábjain a Balaton-kutatás körül kirobbant vita, melyben Czigler László ökológus és Vörös Lajos alagutató keveredett szóváltásba, a kutatók ugyanis igen eltérő magyarázattal álltak elő mind a tó szélén tapasztalható habképződést, mind a kékalga jelenlétét és veszélyeit illetően. A kölcsönös vádaskodás során áltudományos kutatónak, illetve megélhetési kutatónak nevezték egymást. Lásd például Balatoni algabújóciska, *Népszabadság*, 2007. április 12.; A Balaton mérge (Czigler László cikke), *Népszabadság*, 2007. május 8.; Balaton: kékalgák és rémhírek, *Népszabadság*, 2007. május 16.

⁴⁰ Fábri György: Tudomány és politika új találkozási pontja: a tömegmédia. In: Mosoniné Fried Judit – Tolnai Márton (szerk.): *Tudomány és politika*, Typotex, Budapest, 2008.)

Visszatérve az újságírók szerepéhez tehát, az újságíró nagyon is képesek befolyásolni, hogy miként jut el ez az üzenet a lakossághoz. Eljuttathatja a hagyományos ismeretterjesztés módszerével, illetve elemző, a körülményeket és az esetleges ellentmondásokat is bemutató modell szerint. Az előbbi a mester-tanítvány modell média-megjelenítése, az utóbbi jóval komplexebb, gyakran drágább, és kockázatosabb, amennyiben jobban befolyásolja ilyen vagy olyan irányban a közvéleményt és a tudósokról kialakított képet. A tudományos újságírók szerint a helyzet paradox: egyfelől mindenhol nyomás nehezedik rájuk, hogy minél hatékonyabban hívják fel a közvélemény figyelmét tudományos ügyekre, eközben viszont módszertanilag még mindig a hagyományos eszközök a legkiforrottabbak. A szakemberek szerint nem alakultak még ki a megbízhatónak és versenyképesnek tekintett új, interaktív médiakommunikációs módszerek a tudomány és a technológia eredményeinek eljuttatására a szélesebb rétegekhez. Kísérletek vannak, de nem a televízióban, ami a legnépszerűbb tájékoztatói forrás, vagy a rádióban, esetleg a napilapokban, hanem olyan helyszíneken, mint a múzeumok, vagy egyes kávéházak, illetve az internet.⁴¹

Ezen a ponton nem árt megvizsgálni azt a kérdést, hogy miért fontos a tudomány jelenléte a tömegmédiában? Leginkább a tudománypolitikai – tehát a kutatás szervezeti és finansziális feltételrendszerét meghatározó – vonatkozásokban jelent újdonságot a televíziós és internetes jelenlét fontosságának térnyerése. A kereskedelmi meghatározottságú televíziózásban például, a hír- és információ verseny körülményei között a tudomány tradicionális tekintélye fölé rendelődik a műfaji versenyképesség, vagyis az, hogy vajon az információszolgáltatók (szerkesztők, tv-menedzserek) és befogadók (nézők) ingerküszöbét elérje a tudományos információ. Mivel többnyire természetesen nem, a medializált közösségi életvilág színteréről eltűnő tudomány autoritása és egyben relevanciája is csökken, előbb a közönség, majd a döntéshozók szemében. Így jelent mindez már finanszírozási és intézményrendszeri pozícióvesztést. Látható itt a csapdahelyzet is, mely paradox módon, éppen az 1990-es évek fordulóján a tömegkultúra felé tett nagy tudomány-popularizációs nyitással állt elő. Ugyanis éppen azzal, hogy a tudományt könnyen fogyasztható formában jelenítette meg Hawking vagy Dawkins, olyan terepre merészkedtek, amelyen a tudományel-

⁴¹ Ilyen például a laikusok számára – a Nature és a brit Nemzetközi Fejlesztési Minisztérium által közösen – létrehozott internetes honlap, ahol szerkesztőségi cikkek, hírek és elemzések egyaránt megtalálhatók (<http://www.SciDev.Net>). Külön „dossier” léteznek az aktuális, az egész világ közvéleményét foglalkoztató témáknak, melyekkel kapcsolatban az esetleges politikai-társadalmi vitákat is ismertetik. A honlap látogatói pedig kérdezhetnek és elmondhatják véleményüket arról, amit a honlapon olvasnak. Lásd Mosoniné Fried Judit: A felvilágosítástól a részvételig. In: Mosoniné Fried Judit – Tolnai Márton (szerk.): *A tudomány kívül és belül*, MTA KSZI, Budapest, 2005.

lenes (vagy más néven „új” tudományos) mozgalmaknak a nyugati tudománymodellt és tudományrendszert alapjaiban támadó megnyilvánulásai lényegesen könnyebben eladhatónak bizonyultak. Még újszerűbb felületet nyújt a tudományos tematikára vonatkozó tartalomközlésnek, s ezzel a tudományos közösség értékmezőjéből még inkább „kidemokratizálja” a tudományt az internet közösségi és videómegosztó alkalmazásainak hulláma, amely az elmúlt néhány év fejleménye (web.2-nek is szokás emlegetni a jelenséget). Egyfelől a blogok, közösségi oldalak és meglehetősen intoleráns internetes csoportképződések, illetve ezek promócióinak közegében gyakorlatilag akadálytalan a jól szervezett „alternatív vagy új tudományos” mozgalmak hatása. Másfelől a rendkívül népszerű videómegosztók hatására a képiség mindjobban visszatér az aktív médiahasználatba is, ami fokozza a tudományos tartalommal szembeni vizualizációs igényt. A televíziós hatáshoz képest itt a tét még nagyobb, hiszen a felhasználók nagyobbik része a tudományos tudás elsődleges célközönsége, a fiatal, illetve magasabbban képzett csoportokból kerül ki. A dilemma tehát úgy vetődik fel, hogy a tömegmédia korában, az abban való megjelenés

létszükséglete a tudománynak, ugyanakkor klasszikus értékű és kifejeződésű tudományként úgy tűnik, eleve vesztes pozícióban van a médiatermékekkel, érdekenyebb következményekkel pedig az áltudományos tartalmakkal szemben. Erre a problémára – azaz a tudomány tömegmédiabeli pozíciójának javítására – próbált választ adni az a gyakorlati projekt, amit a Magyar Tudományos Akadémia egy magáncég, a Magyar Telekom (korábban Matáv) közreműködésével indított *Mindentudás Egyeteme* címmel. Az előadás-sorozatban és annak mediális (televíziós, internetes stb.) megjelenéseiben a konzervatív, meritokrata elvek alapján felépített tartalom kap teljes körű médiajelenlétet, amit versenyképes médiatechnológiával valósítanak meg – miközben az egydimenziós médiamér-

„A tudománynak kezdeményeznie kellene bizonyos témák és tartalmak megjelenítését. A tudományos élet képviselői sokkal jobban átlátják a tudomány világát, mint a média, s gyorsabban értesülnek a tudományos hírekről, annál is inkább, mert a média elsősorban a médiából értesül, s általában külföldi forrásokra van szüksége, ha kíváncsi az új tudományos eredményekre. Ezzel összefüggésben érdemes lenne megfontolni egyes témákban olyan rugalmas, gyorsan mozgó és tájékozódó tudományos kommandók szervezését, amelyek képesek szakszerű, gyors és pontos informálásra. Nem lenne érdektelen például a gázáremelés kapcsán egy olyan szakemberrel készíteni interjút, aki elmondja a közönségnek, hogy hogyan is érdemes egy lakást, házat szigetelni, milyen anyagválaszték található a magyar piacon ehhez, s mi számít a legkorszerűbb megoldásnak. Sok olyan további téma merül fel a műsorkészítés során, amely erősen foglalkoztatja a médiát, például a globális felmelegedés, az energiapolitika, a géntechnológia – ezek mind olyan tartalmak, amelyek megvitatásához szükség lenne a tudományos élet képviselőire. (...) Számomra úgy tűnik, hogy a nagy hírveréssel zajló Prima Primisszima-díjnak egyelőre nem lehet a tudományos pártját megteremteni, de talán lehetne éves díjat alapítani, amelyet az a tudós kapna, aki abban az évben a legtöbbet tette a tudomány egészének népszerűsítése érdekében.”

Részlet Baló György előadásából. Elhangzott a 2006. november 27-én rendezett „Tudománykommunikáció – kívül az elefántcsonttoronyon és túl a tudományos újságíráson” című konferencián.

ce, vagyis a tömegnézettség misztifikálása helyett a közönséget többdimenziós, osztott referenciaközegnek tekinti. Ebben a médiaprogramban a személy (a szereplő tudós) önértéke nem csupán eltűrendő kellemetlenség, hanem a „termék” egyik legfontosabb attribútuma, amely eleve más műsorkészítési folyamatot feltételez. A konzervatív értékelvűség és a médiaképes megjelenítés adta dinamika formálja a műfajt, egyben pedig a tudományos ismeretek jellegzetességeiről való felfogást is tükrözi. Eszerint az autoritás fogalmának központi jelentősége az ismeretszerzésben áthatja az információ és tudás, információszerzés és tudásszerveződés egymáshoz való viszonyának értelmezését. A hitelesség követelménye, a megismerési sémák szerepe pedig kiterjeszthető a tudományos tudás létrejöttének és kommunikálásának aktusaira is. Összegezve tehát: a tudomány társadalmi-kulturális pozicionáltságának az ügye kommunikációs és médiakérdés lett, mivel a tudomány egyre inkább élvezhető és keresett médiaterméként is, miközben a mediális tartalomszolgáltatás számára a kommunikációs eszközök immár valódi platformot kínálnak. Ily módon az igazi és csak a tudomány világának szereplőin múló kérdés, hogy vajon a tudományos tartalom létrehozói és közvetítői mennyire tudnak versenyképes mediális tudásterméket gyártani.⁴²

TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TELEVÍZIÓS CSATORNÁK ÉS MŰSOROK MEGÍTÉLÉSE

2004-ben végzett kutatásaink⁴³ szerint a tudományos (hír)műsorok iránt határozott igény mutatkozik Magyarországon. A megkérdezettek hetede (16 százalék) úgy nyilatkozott, hogy rendszeresen nézi a tudományos híradókat. (Az AGB mérései szerint a Tv2 *Magellán* című produkciója időnként megközelíti a 20 százalékos nézettséget. Ugyanakkor az is igaz, hogy ez a műsorszám egyre határozottabban él bulváreszközökkel.) Azt is meg kell jegyezni, hogy interjúalanyaink a tudományos híradók meghatározásakor kissé eltértek a szakirodalmi definíciótól, ugyanis előadássorozatokot (például *Mindentudás Egyeteme*), dokumentumfilm sorozatokat (például *Nagybatalmak születése*) is ide soroltak. Ezért talán helyesebb ezt a kérdést általában a tudományos tematika, mintsem a tudományos hírműsorok iránti érdeklődés mérőeszközének tekinteni.

Az ismeretterjesztő csatornák napi nézőinek legfontosabb elvárásai szerint a televízióknak lényegesen gyakrabban kellene magyar tudósokat megszö-

⁴² Lásd Fábri György: Tudomány és politika új találkozási pontja: a tömegmédiá. In: Mosoniné Fried Judit – Tolnai Márton (szerk.): *Tudomány és politika*. Typotex, Budapest, 2008.)

laltatniuk (100-as skálán 89 pont), illetve több tudományos hírt kellene közölniük (83 pont). Az első állítással a célközönség 85 százaléka, az utóbbival pedig 74 százaléka értett egyet.

Szintén jelentős támogatottsággal bír a tudományos hírek bulvárosodását (78 pont), valamint a hírek rövidségét (75 pont) kifogásoló vélemény. Az állítások a célközönség nagyjából kétharmadának (66, illetve 61 százalék) véleményét fejezik ki. A tudományos beszámolók érveinek, bizonyítékainak elmaradását kifogásoló vélemény valamivel átlag feletti (69 pont) erősséggel van jelen a közvélekedésben. Az ismeretterjesztő csatornák napi közönségének fele volt ezen a véleményen. Hasonló arányban támogatták a tudományos hírek témaválasztását is (69 pont). A megkérdezettek 55 százaléka vélekedett úgy, hogy a híradások általában öt nagyon érdeklő témákkal foglalkoznak.

Az átlagtól elmaradó intenzitású az a vélemény, amely a tudományos anyagokat csak a hozzáértők számára tekinti fontosnak, illetve amely szerint a televíziók/rádiók témafeldolgozása alapvetően unalmas – ezt a megkérdezettek fele sem gondolja így. A két állítással a megkérdezettek közel ötöde ért egyet. Legkevesebben azzal értettek egyet, hogy felesleges tudományos híreket adni, mert a többi hír érdekesebb (32 pont). Az állítás a megkérdezettek nyolc százalékának egyetértésével találkozott. E vélekedések tekintetében nincs kiemelésre érdemes különbség a legnépszerűbb ismeretterjesztő csatornák nézői között. A televíziók/rádiók tudományos beszámolóit az ismeretterjesztő csatornák közönségének közel fele, míg a teljes népesség harmada tartja nagyon megbízhatónak. Szembetűnő, hogy – bár kisebb fenntartásokkal a megkérdezettek fele élt – a hitelesség részleges vagy teljes elutasítása egyáltalán nem jellemző. A hitelesség bázisát a középiskolai végzettségűek és valamivel kisebb arányban a diplomások alkotják.

A válaszadók 96 százaléka ismeri a Spektrum, a National Geographic, a Discovery, vagy az Animal Planet adók valamelyikét, és mindössze 4 százaléka ismer más ismeretterjesztő csatornát. A Spektrumot, illetve a National Geographic-et találták a legszínvonalasabbnak, és ezeknek a műsorait nézik a legtöbben.

⁴³ A hazai kutatások részletes ismertetéséről lásd Fábri György: *A tudás képe – a felsőoktatás és tudomány társadalmi percepciója az ezredfordulás Magyarországon*. Kézirat, 2009.

16. táblázat

	Milyen ismeretterjesztő csatornákat ismer?	Milyen gyakran nézi ezeket a csatornákat?					Legszínvonalasabb
		Soha	Ritkábban	Hetente egy-két alkalommal	Hetente többször	Naponta	
Spektrum	69	12	13	14	16	16	35
National Geographic	62	12	13	13	12	13	21
Discovery	51	14	12	10	9	9	5
Animal Planet	40	14	10	6	6	6	3
Egyéb	4	4	1	1	1	1	1

A válaszadók többsége, mintegy kétharmada néz alkalmanként tudományos témájú magazinműsorokat. A válaszadók negyede azonban soha nem néz ilyen témájú műsort. A tévéműsorok közül messze kiemelkedik a *Delta*, a *Mindentudás Egyeteme* és a *Magellán* ismertsége. Bár a *Mindentudás Egyetemét* kevesebben nézik, mint a *Magellánt*, az előbbi színvonalasabbnak tartják.

A válaszadók többsége közepesen vagy nagyon hitelesnek találta az ismert tudományos műsorokban elhangzó információkat. Mindössze hat százalék volt, aki csak egy kicsit érezte megbízhatónak, és senki nem volt, aki egyáltalán nem érezte megbízhatónak az ilyen műsorokban megjelenő információkat.

A *Mindentudás Egyeteme* közönségének összes vizsgált célcsoportját a televízióban látható tudományos ismeretterjesztő műsorok iránti általános érdeklődés jellemzi. Mindez a célzottan ilyen tematikájú külföldi tévécsatornák, illetve a magyar televíziós csatornák tudományos ismeretterjesztő adásainak széles körű ismertségében és magas nézettségében érhető tetten. A műsorok megtekintésében az általános művelődés, tájékozódás, továbbá a hétköznapi, praktikus tudás megszerzése iránti igény a fő motiváció, és csak a diákok (középiskolások, egyetemisták-főiskolások) egy kisebb része körében fedezhető fel (elsősorban a ME előadások kapcsán) a hallható-látható tartalmak direkt hasznosítási igénye is, alapvetően tanulási, felkészülési céllal. Mindemellett éppen a diákok körében találkozhatunk a legkevésbé tudatos műsorválasztással: többségük a televíziós csatornák közötti „kapcsolgatás” vagy éppen az interneten történő „szörfözés” során találkozik a tudományos ismeretterjesztő tartalmakkal. Ennek oka feltehetőleg az – és ezt az elhangzott vélemények egy része is



mege erősíti –, hogy az ő élethelyzetükben eleve a tanulás, a folyamatos ismeret-szerzés a „fő tevékenység”, és a kötelező tanulmányokon kívül nem keresik az egyetemi előadás jellegű műsorokat.

Az általános érdeklődési, művelődési és „praktikus” igényt támasztja alá az is, hogy a vizsgálati személyek által nézett műsorok gyakran egyáltalán nem kapcsolódnak saját szakmájukhoz. A Mindentudás Egyeteme kedvelt előadás témái rendkívül széles skálán mozognak, de ezen belül is kiemelkednek a társadalomtudományi, történelmi és az egészségtudományi előadások, amelyek árán-nyát – szakmától, végzettségtől függetlenül – kifejezetten alacsonynak érzik a megkérdezettek. Több célcsoportban továbbá komoly igény mutatkozott a mű-vészeti (zene, tánc, film stb.) témájú előadások iránt is.

Mindemellett a tudományos ismeretterjesztés műfajával kapcsolatban – a közvetítő médiumoktól függetlenül – általános bizalom tapasztalható, így a televíziós műsorok hitelessége, az ott hallható tartalmak tudományos megbíz-hatósága egyik célcsoportban sem kérdőjeleződik meg. A különböző tudomá-nyos ismeretterjesztő tévécsatornák esetében tapasztalt gyakori felszínességgel szemben a Mindentudás Egyeteme különösen pozitív megítélés alá esik, amiben egyrészt a műsor jellege, a „tudományos katedra” (bár ez utóbbi az egyetemisták esetében némileg taszító hatású), másrészt az előadók komoly felkészültsége és tudományos életpályájuk megkérdőjelezhetetlensége játszik szerepet. A ME tu-dományos hitelességét az előadások során tapasztalt rendkívüli részletesség, „a mindenekfelett álló” szakmaiság is erősíti, ami viszont egyúttal olykor nehezen követhetővé teszi a műsorokat, s ehhez olykor egy-egy kutató nem túl élvezetes előadásmódja is hozzájárul.

TUDOMÁNYOS HÍREK A MÉDIÁBAN

Az alábbi, 2006. augusztus 21 – november 6. közötti sajtómegjelenések⁴² elem-zéséből sok érdekes információra fény derül a tudomány és média kapcsolatát illetően.

Mint az alábbi adatok mutatják, a vizsgált időszakban a két nagy or-szágos napilap megközelítőleg azonos számú írással jelentkezett, ugyanakkor nem sokkal marad el tőlük a Népszava, hozzájuk viszonyítva azonban a Magyar Hírlap jelentős lemaradást mutat a tudományt érintő írások terén. A hetilapok

⁴² Az MTA sajtófigyelésében szereplő cikkeket vettük alapul.



között a HVG és a Heti Válasz vezet, de az Élet és Irodalom, valamint a 168 óra oldalain is több tudományos cikk olvasható, igaz az előbbiben több cikket a tudósok, kutatók maguk publikáltak, utóbbiban pedig az interjúk vannak túlsúlyban. A Magyar Narancsban mindössze két cikk szerepel.

17. táblázat
Tudományt érintő cikkek az újságokban

<i>Napilap</i>	<i>Db</i>	<i>Hetilap</i>	<i>Db</i>	<i>Bulvár</i>	<i>Db</i>
Magyar Nemzet	157	HVG	17	Színes Bulvár Lap	19
Népszabadság	151	168 óra	13	Blikk	4
Magyar Hírlap	54	Élet és Irodalom	13	Vasárnapi Blikk	1
Népszava	128	Figyelő	8		
Metro	40	Hetek	7		
Napi Gazdaság	29	Heti Válasz	16		
Világgazdaság	48	Magyar Demokrata	7		
Napi Ász	13	Szabad Föld	4		
Vasárnapi Ász	5	Vasárnapi Hírek	12		
		Vasárnap Reggel	12		
		Magyar Narancs	2		
	625		111		24
Napilap összes					649
Összes cikk					760

A cikkek hosszát illetően azt mondhatjuk, a legtöbb cikk nem hosszabb negyed oldalnál, megközelítőleg egy oldalas cikk 69 van, ebből 25 valamelyik tudós vagy szakértő saját cikke a napilapokban. A 44 darab egy oldalas cikkből 13 interjú, ezek közül a legtöbbet a Magyar Nemzet készítette, összesen hatot, 7 cikk valamilyen rendezvényhez kapcsolódik, 2 az NKTH-hoz, 11 pedig valamilyen tudományterülethez tartozik: például csillagászat, űrkutatás, politika-tudomány (ez különösen a Népszavában meghatározó), történettudomány, klímaváltozás, régészet, illetve géntechnológia. Hat cikk a Mindentudás Egyeteme előadásait ismerteti.

Ha azt vizsgáljuk, hogy milyen intézményről esik szó a cikkekben, ebben a kategorizálásban az egyetemé a főszerep, de az NKTH aránya is jelentős, még hozzá nem is elsősorban a gazdasági lapokban, bár a vállalkozások említése terén már az utóbbiak vezetnek. Az NKTH különösen a támogatások, a pályázatok révén kerül szóba, de sűrűn emlegetik a különböző „botrányai” kapcsán is

a lapok. A civil szervezetek felbukkanása javarészt a környezetvédelemhez és a GMO-terményekhez köthető. Az alábbi táblázat csak az erre vonatkozó adatokat emeli ki.

18. táblázat

Civil szervezetek említése az újságokban a tudományos hírek kapcsán

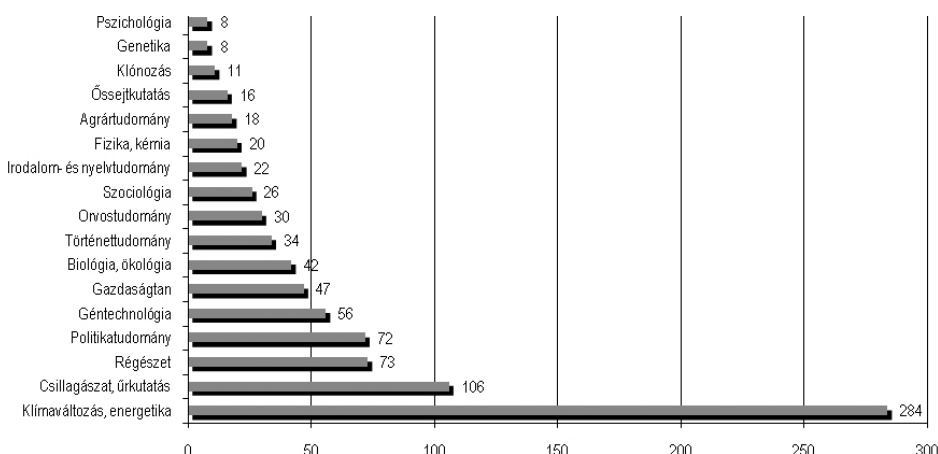
Újság	Cikkek száma	Téma
Magyar Nemzet	7	vízminőség; klímaváltozás; atomerőmű; hódok
Magyar Hírlap	1	ÚMFT-vita
Népszava	3	klímaváltozás; árvízszabályozás
Figyelő	1	hazatérő kutatókat segítő szervezet
Népszabadság	3	GMO-termények; árvízszabályozás; hódok
Népszava	2	GMO-termények; természeti erőforrás
Napi Ász	2	klímaváltozás; GMO-termények
Metro	2	klímaváltozás, árvízszabályozás
Világgazdaság	1	mellrák
	22	

A tudományterület szerinti kategorizálás adatai jól tükrözik az adott időszak fontos aktuális eseményeit: mind az 1956-os forradalom évfordulója, mind a gazdasági helyzet nehézségei, mind a politikai reformintézkedések, illetve a Gyurcsány-beszéd és annak hatása befolyásolja az eredményt. Ily módon a történettudomány, a gazdaságtan, illetve a politikai elemzés mint politikatudomány – e területen különösen a Népszava jár elől – aránya kiugróan magas a többi tudományterülethez képest. Ugyanez igaz az orvostudományra is – amit szintén befolyásolt valamelyest a madárinfluenza vakcina-vita -, valamint a géntechnológiára is. Ez utóbbi téma jelentős aránya is valószínűleg nagymértékben köszönhető egyrészt annak, hogy szeptemberben génszennyezett rizs jutott be az országba, másrészt annak, hogy egy az adott területhez kapcsolódó törvénymódosítás van kilátásban. Az említetteken kívül a régészet és a klímaváltozás képvisel még magasabb arányt. A konferenciáknak és rendezvényeknek hála pedig többek között a kémia, a filozófia, a zenetudomány, valamint az agrártudomány területén is szert tehetünk némi ismeretre az újságokból. Ha azt vizsgáljuk, hogy egy-egy tudományterület mennyire hangsúlyos egy-egy adott újságban, azt látjuk, hogy a politikatudomány és a szociológia terén különösen a Népszava jeleskedik, míg a Népszabadság elsősorban a természettudományok – a fizika, matematika – fejleményeit karolja fel, mindamellet, hogy például a biológia és az orvostudomány újdonságairól is sűrűn beszámol. A fentiekkel ellentétben a Magyar Nemzetről azt deríthetjük ki, hogy különösen a régésze-

tet, a magyar kultúrához kötődő területeket, valamint a határon túli magyar kisebbségek sorsát viseli a szívén. Ezeket az adatokat összevetve a következő fél éves sajtómegjelenésekkel, azt láthatjuk, hogy a klímaváltozás ér el kiugróan magas értéket, amit a csillagászáttal és űrkutatással kapcsolatos hírek magas száma követ, ugyanakkor tovább növekszik a géntechnológiával kapcsolatos írások száma.

16. ábra

Sajtómegjelenések tudományágak szerinti megoszlása (2007. január – június, országos napi- és hetilapok)
Megjelenések száma a sajtóban



A tudósok, szakértők maguk is sokszor küldenek cikkeket publikálásra a különböző médiumok szerkesztőségébe. A vizsgált időszakban (2006. augusztus 21 – november 6. között) az összesen 63 megjelent cikket 42 férfi és mindössze 5 nő írta (pl. Ferge Zsuzsa szociológus, Póczy Klára régész, Ormos Mária történész). Két vagy több cikket tizenketten publikáltak, közülük négyen ugyanakkor két különböző újságban tették közzé írásaikat. A legaktívabb cikkírónak a vizsgált időszakban Ágh Attila politológus bizonyult. Az összes cikk közül a legtöbb, szám szerint 24 a Népszabadságban jelent meg, ehhez képest a Magyar Nemzethez mindössze 9, a Népszavához 8, a Magyar Hírlaphoz 4, a Metrohoz pedig 3 cikket küldtek be. Ami a hetilapokat illeti, úgy tűnik a kutatók az ÉS-t helyezik előtérbe, itt 10 cikk jelent meg, ezt követi a Heti Válasz 3 írással, végül a Figyelőben is olvasható két szakértői cikk. A vizsgált időszakban a legtöbb írás a politikai helyzettel, a felsőoktatással és a magyar tudományosság (MTA-reform) körüli vitával foglalkozott.

Igen szembetűnő ugyanakkor, hogy a magyar tudósok eredményeiről jó esetben is legfeljebb egy-egy médium számol be, ritka kivételek persze – mint látjuk – akadnak, de az is legfeljebb három különböző médiumot jelent az adott időszakban.

19. táblázat
Tudományos eredmények a médiában

<i>Tudós/Intézmény</i>	<i>Eredmény</i>	<i>Médium</i>
Lisziewicz Julianna	AIDS-tapasz	Népszabadság
Lovász László akadémikus	A Nemzetközi Matematikai Unió elnökévé választották	Népszabadság Világgazdaság
Egri Főiskolán Regionális Tudásközpont	Növényvédelmi tárgyú kutatása nívódíjat nyert Japánban	Napi Ász
Tamás Gábor agykutató (SZTE)	Nyert egy európai pályázaton (EYIA)	Népszabadság Vasárnap Reggel Vasárnapi Hírek
Miskolci Egyetem kutatói	Űrkemence, habosítóközpont	Heti Válasz
Az USA-ban dolgozó Bakos Gáspár vezette kutatócsoport és Kovács Géza, MTA Csillagászati Kutatóintézet munkatársa	A legújabb exobolygó felfedezése	Népszabadság Színes Bulvár Lap RTL Klub
Oláh Zoltán, a Szegedi Biológiai Központ biológusa	Egy marokkói növény nedvéből fejlesztett ki olyan fájdalomcsillapítót, amely nem okoz függőséget	Népszabadság Magyar Nemzet Hetek
MTA tudósai	Édesvízkészítő berendezés	Info Rádió
Losonczy Áron	Üvegbeton	M2
Kriston Ákos	Jégzselé, az első nanotech ital	HírTV

Külön érdemes kiemelni egy bulvár újságban, a Színes Bulvár Lapban megjelenő tudományos híreket, amelynek alapján képet kaphatunk arról, hogy milyen gyakran jelennek meg ilyen típusú cikkek benne, milyen témákat dolgoznak fel, így láthatjuk milyen tudományos hírekkel találkozhat leginkább az emberek többsége. Ebből a szempontból a televíziókban történő megjelenéseket javasolt meg megvizsgálni, hiszen – mint láttuk – az emberek többsége elsősorban innen tájékozódik a tudományos ügyeket illetően (is).

20. táblázat
Tudományos hírek a Színes Bulvár Lapban

Dátum (2006)	Tudományterület	Téma	Cikk hossza (oldal)	Cikk forrása
08.29	csillagászat	Bolygó-meghatározás	½	külföldi hír
09.01	régészet	Dobó-sír	¼	külföld-magyar
09.03	biológia	Új dinoszauruszfaj	½	külföldi hír
09.03	csillagászat	Szupernóva-robbanás	¼	külföldi hír
09.27	régészet	400 éve elsüllyedt hajó a Dunában	½	hazai hír
10.02	régészet	8500 éves koponyák egy szír sírban	¼	külföldi hír
10.02	energetika	Fúziós erőmű	1	külföldi hír
10.02	csillagászat	Új exobolygó	rövid	külföld-magyar
10.03	csillagászat	Új exobolygó	¼	külföld-magyar
10.03	gazdaságtan	Kommentár	rövid	hazai hír
10.04	gazdaságtan	Megszorítások - kommentár	¼	hazai hír
10.09	biológia	Tengeri hullók vázai	¼	külföldi hír
10.09	orvostudomány	Műtét a súlytalanság állapotában	¼	külföldi hír
10.11	régészet	6000 éves szentély	¼	hazai
10.12	gazdaságtan	EU pénzek	¼	külföld-magyar
10.29	ökológia	Fényszennyezés	rövid	hazai hír
10.29	űrkutatás	Filmet készít a szonda a napról	rövid	külföldi hír
10.30	geológia	Megfordult az Amazonas	¼	külföldi hír
11.03	régészet	Törökkori fahíd maradványai	¼	hazai hír

Amint az alábbi adatokból kitűnik, a közszolgálati adók közül az MTV számolt be a legtöbb tudományt érintő hírről, nem sokkal marad el mögötte a kereskedelmi és kábeltelevíziók közül a Hír TV, melyet a TV2 és az RTL követ. Amennyiben valaki az imént említett csatornák egyikét megnézte, nagy valószínűséggel értesülhetett a vakcina-vitáról, valamint a GMO-terményeket érintő hírekről (ezek megoszlását a 22. táblázat mutatja). További, az egészséget érintő hírekről, rendezvényekről a Hír TV-ből értesülhettünk. Az orvostudomány mellett a legtöbb csatornán láthatóan nagy szerepet kapott október 23-a miatt

a történettudomány is. A klímaváltozás problémáiról az említettek mellett – a TV2-t kivéve – az EchoTV, az ATV, valamint a DunaTV számolt be, innovációval kapcsolatos híreket pedig többnyire az MTV-n hallhattunk, de előfordult a HírTV-n és az ATV-n is.

21. táblázat

Tudományos hírek a televízióban

Köztelevízió	Tudományos hírek száma	Kereskedelmi, kábel tv	Tudományos hírek száma
M2	6	Echo TV	2
MTV	41	ATV	6
DunaTV	26	Hír TV	31
		TV2	7
		RTL Klub	7
		Hálózat TV	1

22. táblázat

Géntechnológia témájú megjelenések a televízióban

Géntechnológia	Csatorna	Műsor	Dátum	Meghívott
GMO-termények	TV2	Tények	09.14	
	Hír TV	Esti gyors	09.15	Darvas Béla címzetes egyetemi tanár Nemes Noémi, Greenpeace
	MTV	Nap-kezte	09.15	
Génmentes hét	Hír TV	Reggeli járat	10.27	Fidrich Róbert, a Magyar Természetvédők Szövetsége programvezetője elmondta: 12 városban a génmódosítás veszélyeire próbálták felhívni a figyelmet. A környezeti kockázatok esetében az MTA növényvédelmi kutatóintézetének kutatásairól is beszámoltak.

ÖSSZEFOGLALÁS – KONKLÚZIÓK

A fenti áttekintés alapján azt mondhatjuk, hogy a kutatók egyre nagyobb figyelmet szentelnek a társadalmat érintő kockázatoknak, és jogosnak tartják az óvatosságot. Az elfogadtatást és a laikusok meggyőzését legalább annyira fontosnak tartják, mint az új eredményekről szóló információk megosztását. Immár nem hatalmi helyzetből akarják korrigálni a lakosság véleményét, hanem segíteni próbálnak abban, hogy az emberek maguk alakíthassák ki saját véleményüket a tudomány és a technológiai fejlesztések egyes eredményeiről, illetve azok alkalmazásáról. Ebben a legnagyobb szerepet önmaguknak szánják, együttműködve a médiával és felhasználva az új kommunikációs technológiákat, amelyek gyakorlatilag megszüntetik a távolságot a tudósok és a lakosság azon csoportjai (*scientific citizens*) között, akik érdeklődők, választ keresnek saját kérdéseikre, és hajlandók tanulni, például párbeszéd révén, hogy eljussanak saját véleményük kialakításáig. Az újfajta kommunikáció ugyanúgy „a társadalomról” beszél, mint a hagyományos, de még kevésbé képes (nem is akarja) általában megszólítani az embereket, hanem alapvetően a képzett rétegekhez szól. Mellettük viszont képes arra, hogy megszólítson szinte bárkit, akit valamely téma *személy szerint* nagyon érdekel és/vagy olyan foglalkozási és társadalmi csoportokat, akik helyzetüknél fogva maguk is kommunikátorrá válhatnak (nők, egészségügyi dolgozók, tanárok).

Az EU támogatja a tudomány és társadalom közti párbeszédet, mert felismerte, hogy egyrészt sok a minket körülvevő kockázat, másrészt, hogy a gazdasági fejlődés mellett van egy civil fejlődés is Európában: a lakosság egyre inkább képes és egyre inkább ki is akarja fejezni preferenciáit és véleményét a reprezentatív demokrácia csatornáin keresztül, de emellett más részvételi formákon és tiltakozásokon keresztül is.

Saját kutatási tapasztalatainkra hivatkozva azt mondhatjuk, hogy Magyarországon, nemzetközi összehasonlításban, kiemelkedően magas a tudomány és a tudósok presztízse. Nincs kirívóan erős tudományellenesség, mérsékeltnek tűnik a bizalmatlanság a tudomány eredményeivel és azok alkalmazásával szemben. Nincs széles bázison szervezett tiltakozás, például a génmódosított élelmiszerek forgalmazása, a Paksi atomerőmű üzemeltetése, vagy az embrionális őssejtkutatások ellen. Áltudományos megnyilvánulásokra ugyan bőven akad példa, mégsem mondhatjuk, hogy komolyabb problémák jellemzik a tudomány és a társadalom viszonyát Magyarországon. Mosoniné szerint például aligha képzelhető el, hogy népszavazási ügygé váljon egy tudományos vonatkozású kérdés (ahogyan ez 1997-ben történt Ausztriában, amikor a lakosság a GMO termékek forgalomba hozataláról mondott véleményt), vagy utcai demonstráci-

öt szervezzenek a kutatók (ahogy ezt megtették 1998-ban Svájcban, amikor a „Genetikai védelmi kezdeményezés” c. zöld akció ellen tiltakoztak, a média és az ipar támogatásával).⁴⁵

Noha azt tapasztaljuk, hogy nálunk nincs bizalmi válságban a tudomány, az elmúlt évek nemzetközi fejleményeinek ismeretében mégis kockázatos stratégiának minősülne, ha a tudomány- és technológiapolitika (1) nem tenne a jelenleginél többet azért, hogy minél több program segítse folyamatosan az érdeklődő laikusok sokoldalú tájékozódását tudományos, technológiai és innovációs kérdésekről, beleértve a ma még vitatható eredmények és alkalmazások megismertetését és megvitatását is; (2) nem törekedne a széles közvélemény figyelmének felkeltésére a tudomány eredményei iránt, különös tekintettel a fiatalokra; (3) nem tenne lépéseket a demokratikus kormányzás elemeként is felfogható párbeszéd erősítése, a lakossági vélemények felszínre kerülése és az ún. helyi tudás hasznosulása érdekében. Az európai országok többségében és az EU szintjén is léteznek olyan K+F stratégiai dokumentumok (fehér vagy zöld könyvek), amelyekben önálló fejezet foglalkozik a tudomány és a társadalom kapcsolatával. Az általános célkitűzések rögzítésén túlmenően ezekben programok és módszertani eszközök is szerepelnek. Nálunk ilyen jellegű dokumentum továbbra sincs, noha vannak olyan jogszabályok, amelyek keretet biztosítanak a megfelelő együttműködéshez. Csak néhányat kiemelve ilyen például a környezetvédelmi törvény. Az 1995. évi LIII. törvény számos pontja előírja a lakosság bevonását például a települési környezetvédelmi programokba és a helyi környezetvédelmi stratégia megfogalmazásába. Ebben többek között szerepel, hogy milyen módon biztosítható a lakossági részvétel a veszélyekre való figyelemfelhívásban, illetve az országos vagy helyi programok előkészítésének és megvalósításának ellenőrzésében. De megemlíthetjük még a 2004. decemberében elfogadott innovációs törvényt (2004. évi CXXXIX. Törvény), melynek utolsó fejezete kimondja, hogy támogatni kell a kutatás-fejlesztési és technológiai innovációs tevékenységről, annak eredményeiről szóló ismeretterjesztő, népszerűsítő, azok előnyös hatásait és esetleges kockázatait feltáró tevékenységet, a téves nézetek elleni küzdelmet, a társadalmi ellenőrzést elősegítő fórumokat, valamint – többek között – a K+F és az innováció, valamint a társadalom más szereplői közötti *párbeszéd* erősítését.

⁴⁵ 110.000 aláírás gyűlt össze annak érdekében, hogy a szövetségi alkotmányban rögzítsék a genetikailag módosított szervezetek beengedésének tilalmát. Kötelezni akarták a géntechnológiával foglalkozó kutatókat, hogy bizonyítsák be: módszerük biztonságos, semmi mással nem helyettesíthető, ők pedig tisztában vannak etikai felelősségükkel. Az ügyben népszavazásra is sor került, melyen a lakosság 41 százaléka vett részt. Hatvanhét százalékuk nem támogatta a betiltást, mert elfogadta a kutatók azon érvelését, hogy ha a kutatást betiltják, akkor a gyógyítás lehetősége is veszélybe kerül. Lásd Mosoniné, 2006.

A társadalom részéről megnyilvánuló bizalomra hasonló bizalommal és nyitottsággal válaszolnak a kutatók, jóllehet a társadalom bekapcsolódásának és bevonásának lehetséges formái közül leginkább a kutatók-laikusok közötti párbeszéd erősítését támogatják, ehhez képest jóval kisebbnek látszik az igény a különböző konfliktuskezelő technikák alkalmazására. Úgy tűnik, hogy ezeket nemigen ismerik a kutatók, holott már sok helyen alkalmaznak nálunk is korszerű módszereket, például technológiai beruházások és/vagy hosszú távra kiható fejlesztési programok előkészítése⁴⁶ során. Többek között kommunikációs hiányosság, hogy sem az előnyöket, sem az esetleges korlátokat nem ismerik a kutatók, miközben nagyon is fontosnak tartják, hogy legyenek nagy nyilvánosságot élvező fórumok bizonyos, a társadalom széles körét érdeklő témák szakszerű, sokoldalú megvitatására. Mindemellett fontos lenne, hogy megtalálják azokat a civil szervezeteket is, amelyek szintén érdekeltek a konszenzus-keresésben.

⁴⁶ Lásd például Flachner tanulmányát. Flachner Zsuzsanna: A tudományos és a civil szféra együttműködése a Bodroglőben. In Mosoniné Fried Judit – Tolnai Márton: *A tudományon kívül és belül*, Budapest, 2005.



II. Nanotechnológia





Tudomány és társadalom párbeszéde a nanotechnológiáról

A „MINDENÜTT JELENLÉVŐ” NANOTECHNOLÓGIA

A nanotechnológia radikális változásokat hoz az információtechnológiában, az elektronikában, a távközlésben és a híradástechnikai termékek gyártásában, a vegyiparban, az élelmiszeriparban, a hadiipari termékek gyártásában, az űrkutatásban. Várhatóan új alapokra helyezi gyógyszeripart és a diagnosztikai és gyógyászati eszközök gyártását, a környezetvédelmi ipart, az energiatermelést és -tárolást stb. A nanotechnológia segítségével létrehozott új anyagok új tulajdonságokkal ruházzák fel a textilipar, az építőanyagipar, a fémalapanyaggyártás és megmunkálás, a papíripar, a műanyagipar és a járműipar termékeit. Már ebből a messze nem teljes körű felsorolásból is látható, hogy a nanotechnológia „mindenütt jelenlévő” lesz.

1. táblázat: A nanotechnológia alkalmazási területei egyes iparágakban

Iparágak	Alkalmazási területek (példák)
Élelmiszeripar	patogén és szennyeződés érzékelők (nanoszenzorok)
	termékazonosítás illetve nyomonkövetés (nanokompozitok)
	funkcionális összetevők adott helyre szállítása (nanokapszulák)
	antibakteriális felületek fejlesztése gépek borításához
	vékonyabb, erősebb és olcsóbb csomagolóanyagok
	kapszulázott vitaminok étrend-kiegészítőkből

Kozmetika	UV-szűrő napolajban
	fogregenerálódást segítő fogkrémek
	testápolószerekben aktív összetevők szállítása, transzparensmegjelenés
	nano-ezüst alkalmazása kenőcsökben
Gyógyászat	hatóanyag célzott adagolása humán és állatgyógyászatban
	orvosi műszerek, klinikai textilek antimikrobás bevonatai
	katéterek és csövek bevonata
	platinadrótok retinaműtéthez
	nanoösszetevőket és biokompozitokat tartalmazó fog- és csontprotézisek
	diagnosztikai markerek
	jövő: rákos daganatok diagnosztizálása
Mezőgazdaság	nanokapszulával ellátott növényvédőszer, mezőgazdasági kemikáliák célzott kifejtése
Csomagolóipar	antimikrobás hatású illetve UV-szűrő csomagolóanyagok
Textilipar	víz taszító, tépésálló sportruházat
	antimikrobiális tulajdonságú orvosi textília
Hadiipar	vérbe juttatott nanopartikulák alapján katonák azonosítása
Autóipar	nanoméretű részecskéket tartalmazó karcolásálló szélvédő-bevonatok
Elektronika, informatika	nanoméretű chippek, tranzistorok
Tisztítószer	korrozióvédelem

Forrás: Cseh Júlia, Ficzer István, Gál Veronika, Zentai Andrea, Élelmiszer-biztonság 2009/1, 11-13.

Számos feladat áll még azonban a kutatók előtt, mielőtt a nanotechnológia behálózna az életünket. Sok munka van hátra az élettartam vizsgálatok lefolytatásától a biztonsági vizsgálatokig, az etikai szabályok meghatározásától az alkalmazhatóság szigorú kontrolljának kialakításáig.

NANOTECHNOLÓGIA ÉS A TÁRSADALOM – A TÁRSADALOMTUDOMÁNYOK NÖVEKVŐ SZEREPE

Az utóbbi években egyre jelentősebbé és kiterjedtebbé vált a nanotechnológia és a nanotudomány körüli társadalmi vita, melynek fő jellemzője az ígéretek és kockázatok versengő vízióinak megjelenítése. Miután a 2000-es évek elejétől kezdődően számottevően megugrott a nanotechnológia kormányzati támogatása (először az USA-ban, majd Európában is), a tudósok aggodalommal tekintettek a biotechnológiát övező társadalmi aggályokra (GMO, őssejtkutatások). Attól tartottak, hogy a nanotechnológia fejlődése társadalmi ellenállásba ütközhet, többek között köszönhetően például az olyan vízióknak, mint amilyen például az amerikai nanopróféta, Eric Drexler szüleménye, mely szerint a világot úgynevezett szürke ragacs, „Gray Goo“, egy, az alkotóik ellen forduló nanorobotokból álló szürke felhő fenyegeti, vagy Michael Crichton Prey (Préda) című thrillere, melyben az apró nanorészecskék félintelligens élőlényekké állnak össze, melyek megalkotóik ellen fordulnak, hogy beléjük fészkeljék magukat. A növekvő félelem növekvő aktivitáshoz vezetett: konferenciákat szerveztek, jelentéseket készítettek a nanotechnológia etikai és társadalmi hatásairól, és számos, erre irányuló kutatási pályázat vált elérhetővé, például az Európai Bizottság támogatásában.⁴⁷

Napjainkban a nanotechnológiának hatalmas és dinamikus fejlődő piaca van. Világszerte több mint 400 vállalat aktív részese az élelmiszeriparral kapcsolatos nanotechnológiai kutatásoknak és fejlesztéseknek. Ez a szám egyes becslések szerint a következő tíz évben 1000 fölé is emelkedhet. A piacimegoszlás tekintetében az USA vezető szerepet tölt be, majd Japán és Kína következik, végül a sort az EU zárja.

(Forrás: Cseh Júlia, Ficzer István, Gál Veronika, Zentai Andrea, Élelmiszer-biztonság 2009/1, 11-13.)

Általánosságban tekintve – a biotechnológia területén – nemigen volt intézményileg szankcionált tere a társadalomtudományi kutatásoknak, amelyek a társadalmi és politikai kérdéseket a célokat, az ellenőrzést, a felelősséget tekintve vizsgálták volna: mire szolgál ez a technológia; kinek van szüksége rá és miért; milyen feltételek között alkalmazható és ki határozza meg ezeket a feltételeket; ki ellenőrzi a folyamatokat; kiknek származik előnye mindebből és megbízhatunk-e a folyamatban résztvevő szereplőkben? Okulva tehát a GMO körüli vitákból és ellentmondásokból, a nanotechnológiára vonatkozóan kiemelt szerephez jutottak a társadalomtudományok, hogy feltárják, milyen módon lehet összevontan beépíteni a kulturális, társadalmi, technikai tényezőket a jogi szabályozásokba, továbbá segítsék a megfelelő érvekre alapított társadalmi vita

⁴⁷ Bruce W. Lewenstein: Introduction – Nanotechnology and the Public, *Science Communication*, Vol. 27 No. 2, December 2005 169-174.

alakulását.⁴⁸ Ez a tendencia széles körű támogatásnak örvendett Európa-szerte, alább az Európai Bizottság vonatkozó dokumentumaiban szereplő útmutatásokat olvashatjuk a nanotechnológia társadalmi vonatkozásait illetően.

A BIZOTTSÁG KÖZLEMÉNYE - EGY EURÓPAI NANOTECHNOLÓGIAI STRATÉGIA FELÉ /* com/2004/0338 végleges */(http://ec.Europa.Eu/nanotechnology/pdf/nano_com_hu.Pdf)

A nanotechnológiát biztonságos és felelős módon kell fejleszteni. Be kell tartani az etikai elveket, és a potenciális egészségügyi,

A nanorészecskéket övező kiemelt figyelem alapja:

- az előállítás növekedő mértéke;
- fogyasztói piacon történő növekedő jelenlétük;
- a környezetbe történő (potenciális) kibocsátásuk;
- az egészségre gyakorolt hatásokról alkotott jelenlegi tudásunk korlátozott és bizonytalan.

biztonsági vagy környezeti kockázatok tudományosan kell vizsgálni, többek között az esetleges szabályozás előkészítése érdekében. Vizsgálni kell a társadalomra gyakorolt hatásokat, és ezeket figyelembe kell venni. Alapvető fontosságú a lakossággal folytatott párbeszéd annak érdekében hogy a „tudományos-fantasztikus” forgatókönyvek

helyett a valóban aggályos kérdések kerüljenek a figyelem középpontjába.

[...]

3.5. A társadalmi dimenzió integrálása

Egyesek kritikával illetik a tudományos közösséget azért, mert túlságosan eltávolodott a demokrácia mechanizmusaitól, mert hiányzik a közös egyetértés a veszélyek és hasznok nyilvános megvitatására, a nyilvános részvételre és az ellenőrzés lehetőségére vonatkozóan. Miközben a nanotechnológia potenciális alkalmazásai javíthatják életminőségünket, mint minden új technológia, ez is járhat kockázatokkal, amit nyíltan el kell ismerni és meg kell vizsgálni. Ugyanakkor megfelelő módon fel kell mérni

⁴⁸ Phil Macnaghten – Mathhew B. Kearners – Brian Wynne: Nanotechnology, Governance, and Public Deliberation: What Role for the Social Sciences? *Science Communication*, Vol. 27 No. 2, December 2005 268-291



azt, hogy miként látja a lakosság a nanotechnológiát és annak kockázatait, és ezzel foglalkozni kell.

Közös érdek, hogy - proaktív álláspontot elfogadva - teljes körűen vegyük figyelembe a társadalmi megfontolásokat a kutatás és fejlesztés folyamata során, felmutatva az előnyöket, a kockázatokat és a társadalmat érintő mélyebb következményeket. [...] ezt a lehető legkorábban el kell végezni, és nem szabad az új technológia elfogadását a tények bekövetkezte után elvárni. Ebben a vonatkozásban a nanotechnológia bonyolult jellege és láthatatlansága kihívást jelent a tudomány és a kockázat kommunikátorai számára.

3.5.1. A nanotechnológia felelős fejlesztése

Az etikai elveket tiszteletben kell tartani, és ahol helyénvaló, szabályozással kell betartatásukat kikényszeríteni. [...] Figyelembe kell venni a nanotechnológiákhoz kapcsolódó orvosi alkalmazások etikai vonatkozásait vizsgáló Európai Etikai Csoport (EGE) véleményét is.

Az alapvető etikai értékek közé tartozik az emberi méltóság tiszteletben tartásának elve, az egyéni autonómia elve, az igazságosság és a jótékonyosság elve, a kutatás szabadságának elve, valamint az arányosság elve. Meg kell érteni, hogy a nanotechnológia humán és nem más vonatkozású alkalmazásaira az ilyen elvek milyen relevanciával bírnak. Ezen kívül bizonyos alkalmazásoknak, például a miniaturizált érzékelőknek különös vonatkozásai lehetnek a *magánélet* és a *személyes adatok* védelme szempontjából.

Elengedhetetlen a nanotechnológiának a demokratikus elvekkel összhangban történő nyílt, nyomon követhető és igazolható fejlesztése. A nanotechnológiai kutatásra vonatkozó moratórium elrendelésére irányuló felhívások ellenére a Bizottság meg van győződve arról, hogy ennek rendkívül hátrányos hatásai lennének. Amellett, hogy megfosztaná a társadalmat az új technológia lehetséges hasznától, „technológiai paradicsomok” létrehozásához vezethetne, ahol a kutatást szabályozásmentes zónákban, a visszaélések lehetőségének kitéve végzik. Ebből következően, ilyen körülmények között nem tudnánk követni a fejlődést és nem tudnánk beavatkozni, ami még súlyosabb következményekhez vezethetne. Az eddigieknek



megfelelően, az elővigyázatosság elvét lehet alkalmazni abban az esetben, ha reális és súlyos kockázatokat állapítanak meg.

[...]

4. Közegészség, biztonság, környezet- és fogyasztóvédelem

A kutatást és fejlesztést és a technológiai előrehaladást a nanotechnológiával kapcsolatos lehetséges egészségi és/vagy környezeti veszélyek tudományos vizsgálatának és értékelésének kell kísérnie.

[...]

Általánosabban, a közegészség, a környezet- és fogyasztóvédelem megköveteli, hogy mindazok, akik a nanotechnológiák fejlesztésében – ideértve a kutatókat, a fejlesztőket, a gyártókat és a forgalmazókat – részt vesznek, már a lehető legkorábbi fázisban, megbízható tudományos adatok és elemzés alapján, a megfelelő módszerek alkalmazásával legyenek figyelemmel minden potenciális kockázatra. Ez igen nagy kihívás, mivel a nanotechnológiára épülő termékek tulajdonságainak előrejelzése meglehetősen nehéz, mert ahhoz a klasszikus fizikai és kvantummechanikai hatásokat egyaránt figyelembe kell venni. A nanotechnológiával tervezett anyag létrehozása sok tekintetben az új vegyi anyagok előállításához hasonlítható. Ennek következtében a nanotechnológiáknak a közegészségre, a környezetre és a fogyasztókra gyakorolt potenciális kockázatai felméréséhez szükség lesz a meglévő toxikológiai és öko-toxikológiai adatok felhasználásának esetleges újraértékelésére, valamint új nanotechnológia-specifikus adatbázisok létrehozására (ideértve a dózisreakciók és terhelési adatokat is). Ez a kockázatértékelési módszerek vizsgálatát, és ha szükséges, kiigazítását igényli. A gyakorlatban a nanotechnológiákkal kapcsolatos potenciális kockázatok kezeléséhez szükség lesz a kockázatértékelésnek a nanotechnológiára épülő termékek minden életciklusára történő kiterjesztésére.

Intézkedések: közegészség, biztonság, környezet- és fogyasztóvédelem

6. A Bizottság a közegészség, a biztonság, a környezet- és a fogyasztóvédelem magas szintjének biztosítása érdekében rávilágít az alábbiak szükségességére:

- (a) a biztonsági aggályok (a valós vagy látszólagos kockázatok) meghatározása és megválaszolása már a lehető legkorábbi fázisban ;
- (b) a támogatás fokozása az egészségi, környezeti, kockázati és más kapcsolódó vonatkozásoknak a kutatási és fejlesztési tevékenységekbe történő integrálására, együtt a konkrét vizsgálatokkal;
- (c) a toxikológiai és öko-toxikológiai adatbázisok létrehozásának támogatása (ideértve a dózisreakciós adatokat), és a potenciális emberi, illetve környezeti terhelés értékelése.

Brüsszel, 7.6.2005, COM(2005) 243 végleges

A BIZOTTSÁG KÖZLEMÉNYE A TANÁCSNAK, AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK, ÉS AZ EURÓPAI GAZDASÁGI ÉS SZOCIÁLIS BIZOTTSÁGNAK

Nanotudományok és nanotechnológiák: Cselekvési terv Európa számára (2005–2009) (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2005:0243:FIN:HU:Pdf>)

5. A társadalmi dimenzió integrálása: az elvárások és az aggodalmak kezelése
[...]

Az N+N-re irányuló felelősségteljes stratégia alapvető fontosságú eleme az egészségügyi, a biztonsági és a környezeti szempontoknak az N+N tárgyú technológiai fejlesztésbe való integrálása, továbbá valamennyi érdekelt féllel olyan hatékony párbeszéd kialakítása, amely tájékoztat a fejlődésről és a várt előnyökről, és figyelembe veszi az elvárásokat és (a tényleges vagy vélt) aggodalmakat, hogy ezáltal olyan útra terelje a fejlődést, amellyel elkerülhető a társadalomra gyakorolt negatív hatás.

A Bizottság ösztönözni kívánja egy olyan társadalom kifejlődését, ahol a közvélemény, a tudósok, az ipar, a pénzügyi szereplők és a politikai döntéshozók otthonosan érzik magukat az N+N-nel összefüggő kérdések kezelésében.

[...]

5.1. A Bizottság:

a) biztosítja, hogy az N+N területén a közösségi finanszírozású K+F továbbra is felelősségteljes módon valósuljon meg, például etikai felülvizsgálatokon keresztül.

Az N+N-nel kapcsolatban esetleg felmerülő etikai kérdés például az emberi testen végzett nem gyógyászati célú beavatkozások vagy a magánszféra láthatatlan érzékelőkkel történő megsértésének lehetősége. Az etikai szempontok, az innovációs kutatás és a társadalomtudományoknak az N+N-nel kapcsolatos K+F-be való integrálása elő fogja segíteni az N+N kezelésével összefüggő döntéshozatal iránti bizalom kialakulását;

b) felkéri a tudomány és az új technológiák etikájával foglalkozó európai csoportot a nano-orvostudomány etikai vizsgálatának elvégzésére. Ennek feladata, hogy meghatározza az elsődleges etikai szempontokat, és lehetővé tegye az N+N területén javasolt K+F-projektek jövőbeli etikai vizsgálatának megfelelő végrehajtását;

c) vizsgálatokat és előrejelzéseket támogat a jövőbeli N+N-forogatókönyvekről annak érdekében, hogy hasznos információkkal szolgáljon a társadalomra gyakorolt lehetséges kockázatokról és potenciális hatásról.

[...]

d) megteremti az érintett felekkel az N+N területén a valós párbeszéd feltételeit, és meg is valósítja azt. E párbeszéd alátámasztására kívánatos, hogy az Eurobarometer (EB) külön felmérései tanulmányozzák a tagállamokban az N+N-nel szembeni tudatosságot és magatartást. Ez lehetővé teszi a különböző megközelítések hatékonyságának értékelését Európa-szerte, és előre figyelmeztet egyes aggályokra;

[...]

5.2. A Bizottság felkéri a tagállamokat arra, hogy:

a) továbbra is fejlesszék az N+N-ről a közvéleménnyel folytatott megfelelő szintű rendszeres párbeszédet, különösen a médián keresztül;

b) támogassák a fogyasztók oktatását az N+N által lehetővé tett alkalmazási területeken;

c) ösztönözzék az ipart az N+N területén folytatott kereskedelmi tevékenység szélesebb gazdasági, társadalmi, egészségügyi, biztonsági és környezeti hatásainak figyelembevételére, például a vállalatok szociális felelősségének és a „hármás megközelítésnek” a fogalmai szerint, a Global Reporting Initiative szerinti jelentéstétellel.

A már forgalomban lévő, vagy a jövőben elérhetővé váló termékek felsorolása végtelen: energiahatékony ablakok, tartósabb horgászatok, magas faktorú naptejek, ütközésálló karosszériák, a környezetben található mérgeanyagokat kimutató érzékelők, steril felületek stb.

Brüsszel, 17.6.2008, COM(2008) 366 végleges

**A BIZOTTSÁG KÖZLEMÉNYE AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK, A TANÁCSNAK ÉS AZ EURÓPAI GAZDASÁGI ÉS SZOCIÁLIS BIZOTTSÁGNAK
A NANOANYAGOKKAL KAPCSOLATOS SZABÁLYOZÁSI SZEMPONTOK
[SEC(2008) 2036]**

(<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0366:FIN:HU:PDF>)

3.3. A felhasználók tájékoztatása

A közösségi jogszabályok nem tartalmazzak olyan előírásokat, melyek kizárólag nanoanyagokra vonatkoznának. Ugyanakkor, nem zárva ki annak lehetőségét, hogy a címkézés tekintetében speciális követelményekre lesz szükség a jövőben, a nanoanyagoknak meg kell felelniük a termékek címkézésére és a termékek tulajdonságaival, a használati utasítással vagy egyéb más tájékoztatási követelménnyel kapcsolatos fogyasztói vagy felhasználói figyelmeztetésre vonatkozó közösségi jogszabályok előírásainak. Teljesíteniük kell továbbá a REACH-ben meghatározott kötelezettségeket a környezeti, biztonsági és egészségügyi kockázatokra vonatkozó adatok terjesztése tekintetében, melyeket biztonsági adatlapok útján kell eljuttatniuk az ipari felhasználókhoz a teljes ellátási láncon, a széles nyilvánossághoz pedig az Interneten keresztül. Kémiai biztonsági jelentést kell készíteni a 10 tonnát meghaladó mennyiségben forgalomba hozott anyagok esetében, és az Európai Vegyianyag-ügynökség egy

adatbázist működtet, melyről nyilvánosan elérhetőek lesznek a vegyi anyagokra vonatkozó, nem bizalmas adatok.

Fel kell hívni a figyelmet továbbá azokra a közösségi jogban foglalt rendelkezésekre is, melyek megteremtik az információhoz való hozzáférés jogát, főként a környezetvédelmi jogszabályok végrehajtásához kapcsolódó programok tekintetében.

A nanoanyagok és nanotechnológiák használatával kapcsolatos információszoolgáltatási kötelezettséget meg kell különböztetni azoktól a gyártótól származó állításoktól, amelyek olyan sajátos jellemzők meglétére vonatkoznak, amelyek a nanoanyagok és nanotechnológiák használatához kapcsolódnak. Efféle jogsúlatlan állítások esetében a hamis vagy félrevezető hirdetésre vonatkozó közösségi előírásokat lehet alkalmazni.

Az Európai Parlament súlyos hiányosságokra mutat rá e fent említett dokumentum kapcsán (részletek):

**EURÓPAI PARLAMENT ÁLLÁSFOGLALÁSÁRA IRÁNYULÓ INDÍTVÁNY,
JELENTÉS A NANOANYAGOKKAL KAPCSOLATOS SZABÁLYOZÁSI
SZEMPONTOKRÓL (2008/2208 (INI)), A6-0255/2009, CARL SCHLYTER**

[...]

nincs egyértelmű információ a nanoanyagok fogyasztási cikkekben történő jelenlegi alkalmazásáról, például:

- míg elismert intézetek több mint 800 forgalomban lévő, a gyártó által azonosított, nanotechnológián alapuló fogyasztási cikket sorolnak fel, ugyanezen gyártók kereskedelmi szervezetei megkérdőjelezzik ezeket az adatokat, mert szerintük túlbecsülték a valós számokat, de ugyanakkor ők maguk nem szolgálnak helyesbítéssel;
- bár a vállalatok szívesen utalnak a nanoanyagok alkalmazására, mert a „nano” kifejezés jól cseng a fogyasztók számára, határozottan ellenzik az objektív címkézési követelményeket;

[...]

- a potenciális egészségügyi és környezeti hatásokra vonatkozó ismeretek jelentősen lemaradtak a piaci fejlemények mögött, ami alapvető kérdéseket vet fel a tekintetben, hogy képes-e a jelenlegi

irányítási modell „valós időben” foglal-
kozni a kialakulóban lévő technológi-
ákkal;

[...]

- úgy véli, hogy a nanotechnológiák Eu-
rópai Unió által támogatott „biztonsá-
gos, felelős és integrált megközelítésé-
nek” koncepcióját veszélyezteti az azon
nanoanyagok használatára és bizton-
ságosságára vonatkozó információ hi-
ánya, amelyeket már forgalomba hoz-
tak, különösen a fogyasztók közvetlen
kitettséggel járó, érzékeny alkalmazá-
si területeken; (5. pont)
- felhívja a figyelmet arra, hogy emberek
különböző csoportjai lehetnek kocká-
zatnak kitéve a termék életciklusának
különböző szakaszaiban: az előállítás
és kezelés szakaszaiban, a csomagolás,
a szállítás és karbantartás alkalmával,
az ártalmatlanítás és szétszedés során,
valamint a másodlagos és a végfelhasz-
nálókkal, valamint a fogyasztókkal való
kapcsolat során; emlékeztet arra, hogy
a kockázatértékelésnek a szokásos fel-
használáson és a baleseteken, valamint
azon kell alapulnia, hogy a sajátosságok
közé a belélegzés, a bőrrel való érintke-
zés és a kitettség egyéb formái tartoz-
nak; hangsúlyozza, hogy a vonatkozó
jogszabálynak tekintetbe kell vennie
a veszélyeztetett embercsoportokat
és a velük kapcsolatos kockázatokat;
(6. pont)
- felhív kifejezetten a REACH módosítására annak érdekében,
hogy a hatálybalépéstől számított legkésőbb 18 hónap elteltével
biztosítva legyenek a következők:

**A nanotechnológia új toxikológiai kocká-
zatokkal jár, amelyek meghatározása
homályos és kimutathatósága nehéz,
mivel e területen az immunrendszer
válaszaival kapcsolatos ismereteink
– ha egyáltalán képes az immunrend-
szerünk reagálni – igen szegényesek.
A szénnanocsövek pontosan olyan
károsnak bizonyultak, mint az az-
beszt, az alacsony koncentrációjú szén
nanoklaszterek halaknál agykárosodást
okoztak, míg a zoknikból a szennyvízbe
szivárgó, sterilizáló hatású nano silver
eddig ismeretlen kockázatokat jelent a
szennyvíztisztító üzemek számára. Ha
tudjuk, hogy a nanorészecskék képesek
áthaladni a vér–agy-határfelületen,
hogyan engedhetünk olyan naptejekeket
forgalomba hozni, amelyek esetében
nem biztosítható, hogy megvizsgálták,
mennyiben tér el működésük a korábbi
krémekétől. Jobban meg kell értenünk
azt is, hogy miért kaphatunk más-más
eredményt ugyanazon nanoanyag
toxikológiai vizsgálatai során, és hogy
miért rendelkeznek eltérő tulajdon-
ságokkal a különböző gyártók által vagy
más gyártási folyamat során előállított,
kémiaiilag azonos nanoanyagok.
Kétségbeejtőek a belsőégésű mo-
torokból származó nanorészecskékkel
stb. kapcsolatban szerzett tapasza-
latok. [...] Kicsit hosszabb távon az
információtechnológia, a biotechnoló-
gia és a mikromechanika nanoszinten
összeérhetnek, ami azt jelenti, hogy élő
szervezeteket, köztük embereket, lehet
majd a nanotechnológia révén „fejlesz-
teni”, és ez teljesen új etikai dilemmákat
vet fel. Mi az ember és mi történhet
velünk? Borzasztó lenne, ha a nanotech-
nológia örökre rossz hírnevet szerezne
magának csupán azért, mert sürgős volt
mielőbb a piacra dojni anélkül, hogy
tisztában lettünk volna az ezzel járó
kockázatokkal.**

(Forrás: Európai Parlament állásfoglalására
irányuló indítvány. Jelentés a nanoanyagokkal
kapcsolatos szabályozási szempontokról;
Indoklás)

- az előállított vagy importált nanoanyagok egyszerűsített regisztrációja (a mennyiség helyett például a felszíni aktivitás alapján kifejezve a határértéket), alapvető adatokat megadva a fizikai-kémiai tulajdonságokra, valamint a toxikológiai és ökotoxikológiai hatásokra vonatkozóan,
- a kémiai biztonságosságról szóló jelentés az azonosított kockázatoktól függetlenül valamennyi regisztrált nanoanyag esetében az expozíció értékelésével,
- bejelentési kötelezettség az összes önmagában, készítményekben vagy árucikkekben forgalomba hozott nanoanyag esetében, függetlenül a mennyiségi és koncentrációs határértékektől; (14. pont)
- felkéri a Bizottságot, hogy 2011 júniusa előtt hozza létre az európai piacon jelenlévő nanoanyagok különféle típusainak és felhasználásainak nyilvántartását, és – tiszteletben tartva az indokolt kereskedelmi titkokat, így például recepteket – e nyilvántartást hozza nyilvánosságra; felkéri továbbá a Bizottságot, hogy ezzel egyidejűleg tegyen jelentést ezen nanoanyagok biztonságosságáról; (24. pont)
- ismételten felhív a fogyasztóknak a nanoanyagok fogyasztási cikkekben történő alkalmazásával kapcsolatos tájékoztatására: az anyagokban, keverékekben vagy cikkekben nanoanyag formájában jelen lévő minden összetevőt egyértelműen fel kell tüntetni a termék címkéjén (pl. az összetevők listáján az ilyen összetevők nevét zárójelben a „nano” kifejezésnek kell követnie); (25. pont)
- kéri a Bizottságot és a tagállamokat, hogy folytassanak az egész EU-ra kiterjedő nyilvános vitát a nanotechnológiáról és nanoanyagokról, valamint a nanoanyagokkal kapcsolatos szabályozási szempontokról, és tárják fel, hogy a közvélemény szerint mely fejlesztések elfogadhatók vagy szükségesek és milyen körülmények között; (33. pont)
- felhívja a Bizottságot és a tagállamokat, hogy fordítsanak külön figyelmet a nanotechnológia fejlesztésének társadalmi dimenziójára, beleértve a kapcsolódó társadalomtudományi kutatást; hangsúlyozza, hogy a nanotechnológiát az előnyei, valamint az emberekre és a környezetre gyakorolt hatásai alapján kell érté-

kelni; megállapítja továbbá, hogy a lehető legkorábbi szakasztól kezdve biztosítani kell az érintett szociális partnerek aktív részvételét. (36. pont)

TÁRSADALMI PÁRBESZÉD A NANOTECHNOLÓGIÁRÓL

A társadalomtudományi kutatások megerősödésével egy időben egyre hangsúlyosabbá vált a társadalmi párbeszéd és a laikusok bevonása iránti igény is a döntéshozók és a tudományos közösség részéről (pl. Royal Society/RAE 2004).

Európában a nanotechnológia kockázatairól szóló politikai vita 2004-ben kezdődött. Az Európai Bizottság minden vonatkozó dokumentumban felhívta a figyelmet a párbeszéd kialakításának fontosságára, szorgalmazta és támogatta a dialógusra épülő kezdeményezéseket.

A BIZOTTSÁG KÖZLEMÉNYE - EGY EURÓPAI NANOTECHNOLÓGIAI STRATÉGIA FELÉ /* COM/2004/0338 VÉGLEGES */ http://ec.europa.eu/nanotechnology/pdf/nano_com_hu_pdf/

Komoly kommunikációs erőfeszítések nélkül a nanotechnológiai innováció igazságtalanul negatív lakossági fogadtatással találkozhat. Elkerülhetetlen a hatékony kétirányú párbeszéd, amelynek során figyelembe veszik a lakosság véleményét, mégpedig olyan módon, hogy az érzékelhetően befolyásolhassa is a kutatási és fejlesztési politikára vonatkozó döntéshozatalt [45]. A lakosság bizalma és a nanotechnológia elfogadtatása alapvető fontosságú annak hosszú távú fejlődéséhez és potenciális előnyeinek kihasználásához. Nyilvánvaló, hogy a tudományos közösségnek javítania kell a kommunikációs készségein.

... mivel azonban a nanoanyagok apró méretük miatt súlyos veszélyeket is hordozhatnak, többek között nagyobb reakciókészségük és mozgékonyaságuk miatt, valamint mivel az emberi testbe akadálytalanul képesek behatolni, mérgezőbbek lehetnek és valószínűleg másfajta mechanizmusokkal lépnek kölcsönhatásba az emberrel és más fajokkal.

Forrás: Európai Parlament állásfoglalására irányuló indítvány. Jelentés a nanoanyagokkal kapcsolatos szabályozási szempontokról (2008/2208 (INI)). A6-0255/2009. Carl Schlyter

Brüsszel, 6.9.2007, COM(2007) 505 végleges

**A BIZOTTSÁG KÖZLEMÉNYE A TANÁCSNAK, AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK
ÉS AZ EURÓPAI GAZDASÁGI ÉS SZOCIÁLIS BIZOTTSÁGNAK**

Nanotudományok és nanotechnológiák: cselekvési terv Európa számára (2005–2009). Első végrehajtási jelentés (2005–2007)

(<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0505:FIN:HU:PDF>)

5. A társadalmi dimenzió integrálása: elvárások és aggodalmak kezelése

A társadalmi elfogadottság kulcsfontosságú tényező a nanotechnológia fejlődésében. Döntéshozatali testületként a Bizottságnak feladata figyelembe venni a lakosság elvárásait és aggodalmait. A nanotechnológiáknak nemcsak biztonságosan alkalmazhatónak kell lenniük, és nemcsak hasznos termékekben és szolgáltatásokban megtestesülő eredményeket kell produkálniuk, de átfogó hatásukra vonatkozóan szükség van a közvélemény konszenzusára is.

Részletesen és pontosan be kell mutatni várható előnyeiket, valamint potenciális kockázataikat és a szükséges intézkedéseket, illetve ösztönözni kell a velük kapcsolatos nyilvános vitát annak érdekében, hogy az emberek önálló véleményt formálhassanak. A Bizottság e területen folyamatosan központi szerepet játszik. A Bizottság eddig is támogatta széles körű információs anyag – köztük filmek – létrejöttét, vagy közvetlenül adott ki ilyeneket több nyelven, különféle korcsoportok számára. Ezzel azt akarta elérni, hogy legalább alapszintű információ rendelkezésre álljon az EU hivatalos nyelvein. Természetesen a tudósokra is számít abban, hogy a nagyközönség és a sajtó számára értelmezzék a nanotechnológia alapelveit és alkalmazásait. A közvélemény bevonására irányuló tevékenységüket a Bizottság azzal segíti, hogy „Communicating Science, a Survival Kit for Scientists” (Tudományos tájékoztatás, túlélőcsomag tudósok számára) címmel hozzáférhetővé tesz egy kézikönyvet. Hasznos forrás lehet az alábbi két weboldal is: <http://ec.europa.eu/nanotechnology/>, illetve <http://www.nanoforum.org>).

Az Európai Bizottság által az FP5 keretében támogatott Nanoforum keretében végzett 2004-es felmérés szerint a válaszadók többsége (75%) úgy véli, hogy az egészségügyi, biztonsági és környezeti kockázati tényezők vizsgálatát már a korai nanotechnológiai kutatásokba integrálni kell. Mi több, 75%-uk meg van győződve arról, hogy Európának már a korai időszakától kezdve tekintetbe kell vennie a nanotechnológia társadalmi hatásait, továbbá több kommunikációra és párbeszédre van szükség a témában. A projekt keretében számos rendezvényt szerveztek, számtalan jelentés készült a témában és egy információkban rendkívül gazdag honlap is készült (www.nanoforum.org).

Az FP6 célzott projektjei keretében társadalmi elfogadottságra vonatkozó tanulmányokat végeztek. A Nanologue projekt a „The future of nanotechnology: We need to talk” (A nanotechnológia jövője: beszélnünk kell róla) című jelentésében három, a nanotechnológiák jövőbeli fejlesztésére vonatkozó forgatókönyvet dolgozott ki, illetve megalkotta a „NanoMeter”-t, amely a lehetséges etikai és társadalmi kérdésekkel kapcsolatban nyújt útmutatást (www.nanologue.net). A NanoDialogue projekt keretében nyolc országban szerveztek nanotechnológiai kiállításokat, előmozdítva fókuszcsoporthoz és nyilvános viták révén a társadalom tájékoztatását és a dialógust. Az eredményeket és az ajánlásokat 2007 februárjában egy mindenki előtt nyitott zárókonferencián mutatták be (www.nanodialogue.org).

A 2009. júniusában lezáruló Nanoplat projekt alapvető célja tanácskozó folyamatok platformjának kiépítése volt az európai fogyasztói piacon megjelenő nanotechnológiához, tekintettel arra, hogy a nanotechnológiát alkalmazó fogyasztási termékek száma 2006 és 2008 között több mint a duplájára emelkedett, 212-ről 475-re. A hét intézmény, köztük a hazai Közép Európai Egyetem részvételével indult projekt a környezeti és egészségügyi biztonságra vonatkozó tanácskozó folyamatokra összpontosított, valamint az etikai és erkölcsi dilemmákra, a felelősségek és kockázatok percepciójára, ahogy azok a javak és szolgáltatások értékláncának piaci csatlakozási pontjaira fókuszálva feltárhatók. Tehát a termelés és a fogyasztás területeinek metszéspontjaira koncentráltak a kutatások, arra a területre, ahol az etikai, jogi, és társadalmi kérdéseinek vizsgálata addig elhanyagolt maradt. A projekt fő célja az volt, hogy serkentse a társadalmi dialógust Európán innen és túl, valamint tudományos támaszt nyújtson azon érintettek számára, akik felelősek ennek a párbeszédnek a fenntartásáért. A projekt célkitűzései az alábbiakban foglalhatók össze:

- a kiválasztott tanácskozó folyamatok áttekintése Európában, az EU és a tagállamok szintjén. (Az áttekintések egy általános NS&T perspektívával rendelkeznek, de a fogyasztási javak és szolgáltatások értékláncolatára összpontosítanak.)

- az érintettek érdekeinek és szükségleteinek beazonosítása az értékláncolat mentén, különös figyelemmel a (NGO) civil szervezetekre és a civil társadalomra
- tudományos alapú és részvételi platform kiépítése az érintettek párbeszédéhez Európában, és azon túl is, melynek főbb elemei a következők: a) tartalom, b) résztvevők, c) a fizikai és technikai megoldások és színterek, és végül d) a platformért viselt felelősség.
- ajánlások megfogalmazása kutatási és politikai tevékenységek számára.

A projekt keretében zajló kutatási folyamat során az asztali kutatást, a kvalitatív interjúkat és a műhely szemináriumokat vegyítették a célkitűzések megvalósítása érdekében, melynek legfontosabb feladata egy tanácskozó platform kialakítása és fenntartása volt (www.nanoplat.org).

A NanoNed projekt egy tagállami kezdeményezés, mely szintén a társadalmi párbeszéd remek példája. A nanotechnológiára építő NanoNed egy jól szervezett nemzeti konvergáló technológiai koncepció, amely a nanotudomány és nanotechnológia területén tevékenykedő holland kutatóintézetek konzorciumaként működik. A programhoz az egyetemi szektorból is számos intézet kapcsolódik. A NanoNed nemzeti K+F törekvése 11 kiemelkedő programterületre koncentrál, amelyek a nemzeti erősségeken, gazdasági relevancián, valamint ezek kooperációján alapulnak. A program olyan több szereplőre épített társadalmi víziók megalkotását segíti, amelyek mellett megfelelő társadalmi célokhoz illeszthetők a technológiában rejlő lehetőségek. Heterogén hálókat kíván kialakítani, nagymértékben az egyetemi kutatásokra és az ipar képviselőire támaszkodva, s ebből fenntartható módon hálózatokat kíván létrehozni, amelyek az innováció kapcsán egy dialógus keretében célkritikával gondolkodnak a fejlesztésről. Megfelelő szociotechnikai scénáriók kidolgozását tűzi ki célul, amelyekben az irreverzibilitás vizsgálata is megjelenik. Lényeges, hogy egy hálózatba szervezett innovációs gondolkodásról van szó, szociotechnikai scénáriókról és a gyenge, illetve korai jelek hatásainak felismeréséről, azonosításáról. A legfőbb hangsúly a nanotechnológia és a társadalom ko-evolúciós folyamataira, valamint ezek három fő komponens által való fejlesztésére helyeződik. A program elsősorban a folyamatban lévő technológiai fejlesztések dinamikáinak, illetve az érintett szereplők és hálózatok feltérképezésére és elemzésére irányul, mely során figyelembe veszik a társadalomba történő beágyazódás további lehetőségeit, különös tekintettel a kialakuló mintázatokra. A NanoNed intellektuális kerete három fő témát ölel fel: a felelős innovációt, az új és kialakuló tudomány- és technológiakormányzást, valamint az etikai, jogi és társadalmi aspektusok területét, amelyek a tudomány, technológia és társadalom reflexív ko-evolúciójának szempontjából függnék össze egymással.



A felelős innováció olyan innovációs tevékenységekre utal, melyek során a társadalmi aspektusokat, a kívánatosság és az elfogadhatóság szempontjait felelősséggel veszik figyelembe, mint egy, a CTA (konstruktív technológia hatáselemzés; Constructive Technology Assessment) által támogatott előretekintési elemet, amely a különböző társadalmi szereplőkkel folytatott interakcióban részt vevő innovatív szereplők felelősségére koncentrálna megfelelő a nanotechnológiai fejlesztések nyílt végű jellegének. Az új és kialakuló tudomány- és technológiakormányzás a folyamatokban részt vevő szereplőkre fókuszál, s olyan interakciós sémákat dolgoz ki, melyek további lépéseket tesznek lehetővé vagy kényszerítenek ki, figyelembe véve a számos, gyakran eltérő szinten álló szereplők megállapodásain nyugvó irányítást, valamint a kialakuló tudomány és technológia nyílt végű jellegzetességét. A CTA célja az elvárások, a szövetségesek, valamint a kialakuló hálózatok feltérképezése a további fejlődést meghatározó mintázatok azonosítása érdekében. Szerepe továbbá azért is döntő jelentőségű, mivel a hatások nem közvetlenül egy újfajta tudományos és technológiai opció nyomán, hanem mindig számos akció és interakció együttes eredményeként jönnek létre. Az etikai, jogi és társadalmi aspektusok szoros kapcsolatban állnak mind a felelős innovációval, mind a megfelelő kormányzás kialakításával, s elősegítik azok megvalósulását. A bennük rejlő lehetőségek feltárását a nanotechnológiával foglalkozók finanszírozzák, mivel a politikusok és a közvélemény által megfogalmazott jövőbeli aggodalmak következményeiben, s ezek anticipálásában érdekeltek.⁴⁹

KÖZVÉLEMÉNY A NANOTECHNOLÓGIÁRÓL

Áldás vagy átok? - meglepő lehet, hogy éppen a technológiai fejlődés legsikerebb korszakának kezdetén, a hatvanas évektől fogalmazódtak meg ilyen aggodalmak a tudomány társadalmi hatásaival szemben. A kutatások időnként félrevitt felhasználása; rosszul alkalmazott technológiák; előzetesen nem várt, nem ritkán tragikus következmények a környezetben, emberi egészségben; a gazdasági érdekek nehezen ellenőrizhető behatolása a tudományos világba - mindezek joggal támasztottak kétségeket, fenntartásokat a tudomány vélt tökéletességével szemben, megtapasztalva, hogy a ma „tudása” a holnap „tévedése” lehet, és hogy a jog-

⁴⁹ Hronszky Imre – Várkonyi László – Fésüs Ágnes: Szakértés és participáció a kockázatkommunikációban, *Világosság* 2006/6-7, 3-14.



szabályok nem feltétlenül képesek megakadályozni a katasztrófát vagy sikeresen feloldani a sokszor ellentmondásos etikai nézeteket.

Az ember tehát időnként gyanakvással fogadja a tudományos fejlődést és a tudományos eredményeket, ám mi van akkor, ha nem azt kérdezzük a laikusokról, hogy mennyire bíznak vagy nem bíznak a tudományban és a technológiában, hanem azt, hogy szerintük milyen

„Mi a nanotechnológia?” 2001-ben több mint 16.000 személy körében végzett közvélemény-kutatás azt mutatta, hogy a nanotechnológiát alig érti valaki. Mivel a nanotechnológia igen bonyolult és láthatatlan léptékekben jelenik meg, nehezen érthető fogalom lehet a lakosság számára.

(Forrás: Európai Bizottság „Európaiak, tudomány és technológia” Eurobarometer 55., 2001. december 2.)

célok kellene, hogy vezéreljék a tudományos kutatást és haladást? Néhány ember bizonyára azt válaszolná, hogy az örök, fájdalom- és betegségmentes élet érdekében kellene tüsténkedniük a tudósoknak. Megint mások a magas minőségű, olcsó és kényelmes tárgyi javakat és eszközöket, vagy éppen a környezetet nem szennyező energiaforrások elterjedését tartanák kívánatosnak. És mi mást tesz a modern

tudomány, ha nem e célok elérésén fáradozik? A tudomány társadalmi elfogadottságának alapja ily módon az az „ígéret”, hogy az alapvető emberi igények és vágyak kielégítéséért tevékenykedik, ehhez azonban nyilvánvaló módon kötelessége felmérni – legalább alkalmanként –, hogy mik lehetnek ezek az igények és vágyak. Erre pedig jó alkalmat kínálnak a sajtóban megjelent hírek, melyek a modern technológiák társadalmi hatásaival foglalkoznak, de még inkább a laikusokkal való konzultáció és a laikus részvétel különböző formái (még akkor is, ha ez a párbeszéd, sokszor nem pusztán értelmi, kognitív, hanem érzelmi dimenzióval is rendelkezik).⁵⁰

⁵⁰ Susanna Hornig Priest: Commentary—Room at the Bottom of Pandora's Box: Peril and Promise in Communicating Nanotechnology, *Science Communication*, Vol. 27 No. 2, December 2005 292-299

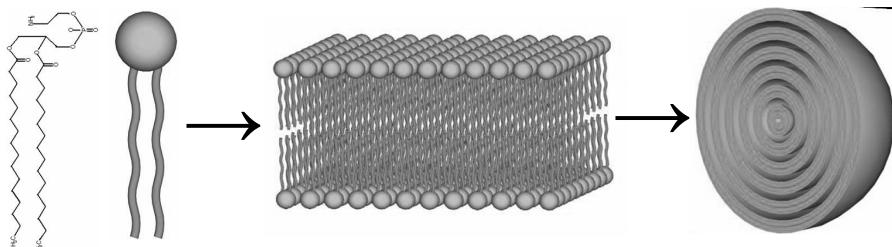
Szakértők és civilek a nanotechnológiáról

KEZDŐKÖR – A BESZÉLGETÉS RÉSZTVEVŐI

Fábri György: 2004-ben országos reprezentatív mintán végeztünk Magyarországon egy európai programmal, az Euróbarométer kutatással összevetve egy felmérést, és megkérdeztünk néhány fogalmat azzal kapcsolatban, hogy mennyire érzik magukat járatosnak a magyar polgárok egyes tudományos kérdésekben: pl. az ózonlyuk problémája, a GMO, a nanotechnológia stb. A pozitív válaszok között, amikor magukról az emberek azt mondták, hogy igen, jártasnak vagy valamennyire értőnek érzik magukat a nanotechnológia kérdésében, az 17%-kal a legalacsonyabb volt az összes kérdés között, 2004-ben. 2004–2005-től kezdődött el Európában és a nagyvilágban is nagyon jelentős kommunikációs nyitás arról, hogy a nanotechnológia, amiről a tudósok és kutatók már akkor is elég sokat tudtak, a társadalom számára mit fog jelenteni. Azóta sok aggály és remény megfogalmazódott. Köszönjük vendégeinknek, hogy elfogadták a meghívásunkat. Bemutatás sorrendje, ahogy az illem diktálja: **Nagyné Naszályi Livia** (N.L.), aki a MTA Kémiai Kutatóközpontjában a Nanokémia és Katalízis Intézetben dolgozik, kérem, pár szóval mondja el mivel foglalkozik.

N.L.: Jó napot kívánok, köszönöm a meghívást. A Nanokémiai Katalízis Intézetben belül az újonnan alakult biológiai nanorendszerek osztály tagja vagyok egy éve, előtte a doktorimat készítettem a Műegyetemen. Osztályunk a biológiai célú felhasználásra való nanorendszerek kifejlesztésével foglalkozik és nagy részben az a feladatunk, hogy ki kell választanunk, hogy mi legyen az a hordozó, amit bejuttathatunk élő szervezetbe, tehát biokompatibilis legyen. Ennek meg kell választani az anyagát, méretét, stb. és meg kell keresni hozzá az előállítási módszereket. Lehetőleg nagyon tiszta módszereket keresünk. Ezek után jellemeznünk is kell, hogy mit állítottunk elő és erre nagyon sokféle

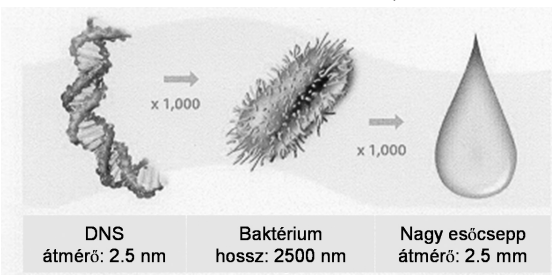
technika áll rendelkezésre. Hogyha nem megfelelőek a bejuttatásra, módosítjuk a felületét ezeknek a részecskének, hogy a kívánt célt meg tudják valósítani, pl. hogy gyógyszermolekulát be lehessen velük vinni, vagy célzott módon juttassuk be a szervezetbe, hogy megtalálják, hova kell célba érniük. Miután ezt a funkcionalizálást elvégeztük, alaposan jellemezni kell, hogy mit és mennyit sikerült bevenni és az hogyan viselkedik. Az utolsó lépésként a biológiai hatást meg kell vizsgálni, de ehhez partnerintézményekre van szükség, mert ez egy osztályon sok felszerelést kíván.



Milyen típusú rendszereket használunk? A liposzómák állnak legközelebb az emberi szervezethez, mert az összes sejtfalban megtalálhatók azok a lipidek, amikből sokkal egyszerűbb rendszert állítunk elő. Itt látszik, hogy az egyszerű lipid (a fejcsoport és apoláris hosszúlanc a leegyszerűsített ábrázolása) hogyan alkot kettős réteget vízbe helyezve, illetve ha nagyon nagy a koncentráció, akkor koncentrikus rétegeket alkotnak ezek a kettős rétegek. Ez a modell-liposzóma, amivel a csoportunk nagy része foglalkozik, valamint, hogyan lehet nagyon kicsi liposzómákat, tehát gyakorlatilag egy kettősrétegből álló üres gömböket létrehozni, amibe hatóanyagot be lehet csomagolni és bejuttatni.

F.Gy: Hadd javasoljam, hogy mielőtt még mélyebbre elmerülünk, nézzük meg más szempontból is. Itt van körünkben Szépvölgyi János (Sz. J.), az MTA Kémiai Kutatóközpont Anyag- és Környezetkémiai Intézetének igazgatója, aki más szempontból nézi ugyanezeket a kérdéseket.

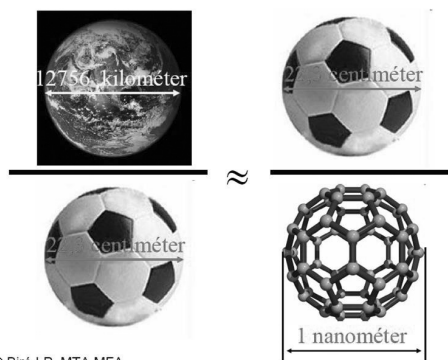
SZ.J.: Volt szó a 17%-ról, ami most becslésem szerint lehet 19%, de mutatnék egy ábrát, hogy mi is a nano tulajdonképpen, hogy miről is beszélünk. Elképzelhetetlenül kicsi méretről van szó, ez a lényege, a normál köznap életben ezeket a méreteket valójában nem is tudjuk elképzelni. A DNS molekulának az



átmérője 2,5 nanométer, és hogyha ezer ilyen molekulát egymás mellé teszünk, akkor olyan széles anyaghalmazt kapunk, aminek mérete kb. egy baktérium hosszával egyenlő, és ha ezer baktériumot egymás mellé teszünk, akkor kapunk 2,5 mm átmérőjű vízcseppet, tehát $1000 \times 1000 = 1$ millió DNS-ből épül fel egy vízcsepp és ez 2,5 nanométer átmérőjű. Elképzelhető, hogy milyen kicsi méretekről van szó. A nanotechnológia tulajdonképpen arról szól, hogyan tudjuk a kis méretből származó előnyöket különböző célokra kihasználni, hogyan tudunk ilyen rendszereket mesterségesen előállítani, más részek milyen tulajdonsággal rendelkeznek, és ezeket hogy lehet a gyakorlati életben igazán hatékonyan hasznosítani.

F.Gy.: Biró László Péter (B. L.) az MTA Műszaki-Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézetében dolgozik.

B.L.: Ezzel az ábrával próbálom kicsit kézzelfoghatóbbá tenni, amit János nagyon érzékletesen elmondott az előbb. Ha arányítjuk egymáshoz a földgolyó méretét és egy közönséges focilabda méretét, azok kb. úgy arányulnak egymáshoz, mint ahogy a focilabda aránylik az 1 nanométeres átmérőjű nanofoci, a fullerén molekula méretéhez. Tehát mondhatom, hogy asztronómiai távolságok vannak a mindennapi világunk

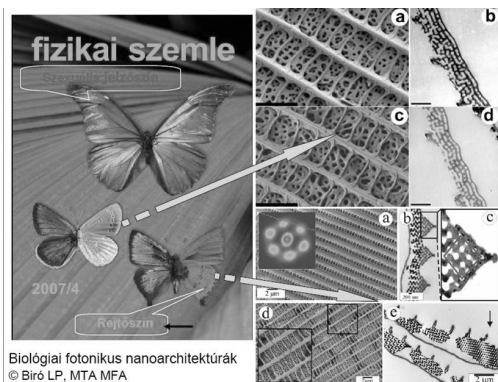


© Biró LP, MTA MFA

és a nanovilág között, és ez az, ami különlegessé teszi ezt a területet. Azt lehet mondani, hogy valamennyi anyagnak a tulajdonságai megváltoznak abban a pillanatban, amikor nanométeres szilánkokra hasítjuk őket, vagy atomokat bírnak rá arra, hogy ilyen nanométeres alakzatokká álljanak össze.

Tizenöt éve foglalkozunk szén nanoarchitektúrák és nanoszerkezetek kutatásával. Mindenki ismeri a grafitot és a gyémántot, a klasszikus szén-allotrópokat, ha nem máshol, a brill gyűrűben és a ceruzában találkoztak vele. Drasztikusan eltérnek a tulajdonságaik, azért, mert a szénatomok másképpen vannak összekötve egymással a két anyagban. Ugyanaz a szénatom építi fel mindkét szerkezetet: a gyémánt a legkeményebb ismert anyag, a grafit az egyik leglágyabb ismert anyag, és még számtalan más variáció is lehetséges. Ha a grafitszerkezetet széthasogatjuk atomvastag lemezekre, akkor kapunk grafén lemezt és ezekkel foglalkozunk mostanában. Másik kedvenc tématerületünk mintegy 6–7 éve a bioinspirált nanoarchitektúrák. Vannak olyan lepkék, amelyek színeit nem

pigmentek, nem festékanyagok, hanem nanoszerkezetek adják és olyanok, amelyek képesek manipulálni a fény terjedését. Itt a kép a jobb oldalon láthatók az elektro-mikroszkópos felvételeket azokról a szerkezetekről, amelyek a lepkék kék és zöld színeit adják. Természetesen most már azt szeretnénk, hogy ilyen szerkezeteket mi magunk is elő tudjunk állítani. Ellopjuk a természettől a tervrajzot és megpróbáljuk átvinni a mi technológiánkba.



F.Gy.: Nem tudom Önök is így vannak-e ezzel, de ezeket a méreteket látva, hallva kicsit szédítő. Ugyanakkor nyilvánvaló módon itt is felmerülnek gondolatok arról, hogy most már azon a méretszinten vagyunk, hogy a legmélyebben be tudunk avatkozni az anyag, a világ szerkezetébe. Mit jelent ez, hogyha nem a tudomány, hanem – ha úgy tetszik – a fogyasztó, járókelő civil ember oldaláról nézem. **Pál Jánost (P. J.)** köszöntöm, aki a Levegő Munkacsoport szakértője, aki vegyi anyagokkal, általában anyagfelhasználással foglalkozik, és ezeknek a fogyasztói környezeti kérdéseivel. Hogy értekelik erről az oldalról a nanotechnológiával kapcsolatos lehetőségeket?

NANOTECHNOLÓGIA ÉS KÖRNYEZETI HATÁSOK

P.J.: El kell mondani, hogy a nanotechnológiával konkrétan nem nagyon foglalkoztunk, hanem a vegyi anyagokkal általában, azonban úgy gondoljuk, hogy lényegi eltérés nem lehet a lakossági megítélésben sem, mivel hasonló problémákat vélünk felfedezni mind a két területen. Az emberek egyrészt keveset tudnak a vegyi anyagokról általában, és a nanotechnológiáról úgyszintén. A vegyi anyagok szabályozásáról felvettünk egy közvélemény-kutatást júniusban, ahol a lakosság túlnyomó többsége szerint a szabályozás nem megfelelő és mi is úgy gondoljuk, hogy ennek a véleménynek van alapja. Illetve a lakosságnak közel kétharmada úgy gondolja, hogy a mesterséges anyagok, vegyi anyagok, amik a hétköznapijainkban jelen vannak, súlyos mértékben károsíthatják az emberek egészségét. Úgy gondolom, hogy a nanotechnológiánál, bár kevesen ismerik a

területet, de még inkább megvannak azok az aggályok, hogy kevés vizsgálat van és keveset tudunk, és ez a későbbiekben visszaüthet.

F.Gy.: Javaslom, hogy akár ezen a gondolatmeneten továbbmenve, beszéljessünk arról, hogy azokban a kutatásokban, amelyekkel foglalkoznak, hogyan látják ezeket a civilek és a fogyasztók oldaláról felmerülő aggályokat. Érzékelni-e a kutatás oldaláról a saját legfrissebb eredményeikkel kapcsolatban, hogy ezeknek milyen kihatásuk lehet? Felmerül-e ez a gondolat, a sci-fit leszámítva, mit tudunk arról, hogy mire lesz jó ez a nanotechnológia?

Sz.J.: Nem tudom hogy szeretik-e a majonézt? Tudják, hogy a majonéz egy nanorendszer, egy nanoszerkezetű természetes anyag. A majonéz annál finomabb, minél jobban összekeverjük az alkotókat, és ha megfelelően keverik össze, akkor nanorészecskékből áll össze a majonéz. Nem tudom, hogy nyaranként használnak-e napolajat, ez manapság már egyre inkább szükséges az ózonréteg problémái miatt. A napolajban nanorészecskék vannak, titándioxid nanorészecskék, amelyek kifejtik a védőhatásukat az uv-sugárzás ellen. Tehát egyetértek azzal, hogy az anyagok és a nanotechnológia megítélésében vannak vitatott kérdések, de az alapvető probléma, hogy egyrészt a szélesebb közvélemény, de még a szakemberek sem egységesek annak megítélésében és kevés ismeretünk van egyelőre arról, hogy meg tudjuk egyértelműen ítélni, hogy egy nanoszerkezetű por például káros-e az egészségre, vagy nem. De ez egy tényleg létező probléma és ezzel foglalkozni kell. Az Egyesült Államoknak a környezetvédelmi hivatala, az EPA 2007-ben kiadott egy fehér könyvet a nanotechnológia és a nanoanyagok környezeti hatásairól. Ebben áttekinti az ismeretek akkori állását, és több millió dolláros programot fogalmaztak meg, aminek az a célja, hogy megvizsgálják, hogy a különböző nanoszerkezetű anyagok egészségügyi hatásai milyenek és ezeket felderítsék. A tudomány is – még azon túlmenően, hogy számos előnyös hatása van a nanotechnológiának és erről érdemes még egy-két szót szólni – nem egységes annak megítélésében, hogy milyen az élet-tani hatása a nanorendszereknek. A kutatások elején vagyunk ebben a tekintetben, Európai Unió programokban, valamint Németországban is nagy nemzeti program van erre, de egyértelmű az eddigiekből is már, hogy több az ismeretlen-től való félelem, mint ami ennek a valós háttere.

B. L.: Ha megengeditek, hozzátennék annyit, hogy a mi saját kutatásaink tekintetében mivel mentünk szembe. Igazából azok a kutatások, amivel mi az MFA-ban foglalkozunk, hogy úgy mondjam: a tokozott nanorendszerek, integrált nanorendszerek. Mi nem nanoporokat, hanem nanoelektronikát próbálunk

előállítani. Ahogy az átlag „user” nem eszi meg a mobiltelefonját, nyilvánvalóan azt a nanoelektronikát sem fogja megenni, amit mi a grafitból fogunk kivágni, de kétségtelenül igaz, amit János mondott, hogy nagyon fontos terület és igazából az államoknak kellene igen komoly összegeket áldozni erre, mert a magáncégek elsősorban a profitban érdekeltek és nem abban, hogy esetleg milyen mellékhatásaik lehetnek azoknak a termékeknek, amikkel ők a profitjukat realizálják.

F.Gy: Livia, hogy látja, mik azok az eredmények itt, amik leginkább érdekesek lehetnek nekünk, és amit végig kell gondolni ebből a szempontból?

N.L.: Egyértelmű, hogy az orvosbiológiai célra növekvő felhasználásban lesznek a nanorészecskék, ezek nem csak a hatóanyag bejuttatásra lehetnek alkalmasak, erre már vannak példák, forgalomban lévő példák is, de diagnosztikai célú felhasználásra is vannak projektek, amikkel dolgozunk. Az első természetesen az, hogyha van valami termék, azt teszteljük az első lépésektől kezdve: toxikológiai vizsgálat sejteken, tenyészeteken, szöveteken és aztán később jönnek az állatkísérletek, tehát mindenképpen nagyon alaposan megvizsgáljuk.

F.Gy.: Ha jól értem ez etikai szabályrendszer, kutatási szabályrendszer, vagy kutatási protokoll.

Sz. J.: Protokollszerű, nagyon szigorú szabályok vannak arra, hogy az anyagot hogyan kell kezelni, milyen védőintézkedésekre van szükség, és ez nagyon jól működik.

N.L.: Ehhez szükséges, hogy legyen támogatás, hogy ezeket megvalósítsuk, mert nyilván költségesebb rendszeren, tisztán dolgozni, mint akárhogyan.

NANOTECHNOLÓGIAI FORRADALOM – ÁLLAMI SZEREPVÁLLALÁS

F.Gy: Hogyan látja a protokolloknak a kialakításában a fogyasztóvédelmi, civil szempontok mennyire jelennek meg, akár uniós szinten, akár nemzeti szabályozási szinteken? Általában az anyagkutatásoknál mit tapasztal, a vegyi anyagoknál például?

P. J.: Először Bíró Lászlónak a véleményére utalnék, hogy az államnak kellene ezeket a problémákat megvizsgálnia, hogy tényleg fennállnak-e, milyen egész-

ségügyi kockázatok vannak, mivel a cégek ezeket nem teszik meg, mivel nem szánnak rá forrást. Éppen a vegyi anyagokkal kapcsolatban készült uniós szabályozás, a REACH, ebbe beemelték, hogy a gyártónak, vagy ha nincs az unióban gyártó, hanem importálják az anyagokat, akkor az importőrnek kell felelni az anyag biztonságosságáért, és a következő egy évtizedben a nagyobb mennyiségben gyártott anyagokra egy alapvető vizsgálatot el kell végezni. Úgy gondolom, hogy a nanorészecskéknél is ezt a hatásvizsgálatot a gyártókra kell rátolni, akiknek ebből profitja származhat, és nem az állami költségvetésekből kell finanszírozni. Erre hazánk nem is lenne képes, de az Uniónak is, úgy gondolom, hogy nem célszerű tulajdonképpen ezzel megtámogatni egy ilyen prosperáló ágazatot.

F.Gy: Ha jól értem, akkor az állam tud kemény lenni ebben a kérdésben, a REACH például, ha jól tudom, vonatkozik a nanotechnológia kutatásokra is.

P.J.: Éppen nem vonatkozik a nanotechnológiára, a szabályozás hiányos én úgy gondolom.

B.L.: Nyilvánvaló módon az állam és általában az állami jellegű szervezetek akár az Európai Unió is tudhat kemény lenni, és vannak is ilyen irányú kezdeményezések, de itt tisztán kell látni, hogy kiskapuk mindig vannak, és nem szeretnék olyan példákra utalni, mint amilyen volt a DDT. A DDT egy rovarirtószer volt, amit a II. világháborúban fejlesztettek ki, és kb. a 60-as évekig használták, de gyakorlatilag a mai napig, ha bármilyen növényt pontosan és gondosan elemeznek, akkor található benne DDT. Tehát mindannyian jóízűen fogyasztjuk azóta is a DDT-t, és azt szeretném ezzel hangsúlyozni, hogy ezek nagyon hosszú távon ható folyamatok és ugyanúgy, mint a gyógyszereszteknél is – megint lehetne idézni egy sor gyógyszert, amit kifejlesztettek – és aztán kiderült, hogy mégiscsak olyan mellékhatásai voltak, amikre nem igazán számítottak. Én távolról sem azt akarom mondani, hogy eleve szándékosan nem vették figyelembe a gyógyszergyártók, nem erről van szó, de ezek nagyon hosszú ideig tartó és nagyon költséges vizsgálatok. Ezt nem biztos, hogy ugyanolyan lelkesedéssel elvégzi egy profitra törekvő cég, mint egy felelős állam, amelynek az az érdeke, hogy a polgárai jó egészségben és biztonságban éljenek. A kettő között valamilyen egyensúlyt kellene megtalálni, de kétségtelen, hogy az állami finanszírozás nem maradhat ki ebből az irányból. Azért sem, mert a nanotechnológia oly mértékben el fog terjedni és oly mértékben fel fogja forgatni az életünket, hogy ahhoz képest az, amit a számítástechnika művelt az elmúlt 30-40 évben, az semmi. Sokkal mélyebb hatást fog gyakorolni a mindennapi életre is a kö-

vetkező 20–30 éven belül. Még egy dolgot szeretnék elmondani, ami valahogy eddig nem került szóba: a legjobban működő nanotechnológia, ami létezik a bolygón, az bennünk van. Mi magunk is nanotechnológia alapú gépek vagyunk, ez egyfelől jó, másfelől rossz. Jó abban az értelemben, hogy mindig modellként, tudásforrásként, vagy információforrásként fordulhatunk az élő rendszerek felé, ugyanakkor rossz abban az értelemben, hogy azok a nanoméretű objektumok, amelyeket létrehozhatunk, megzavarhatják azoknak a nanoméretű rendszereknek a működését, amelyekből mi magunk épülünk fel. Tehát kellő óvatossággal, körültekintéssel kell eljárni ezekben a dolgokban.

Sz. J.: Nagyon fontosnak tartom hangsúlyozni az állam szerepét, tudniillik, itt olyan rendszerekről van szó a méretekből adódóan, amelyek különleges tulajdonságúak. Hogy ezeknek a különböző élettani és egyéb várható hatásait mérni és számszerűen jellemezni tudjuk, ahhoz különleges berendezésekre van szükség: nagyon érzékeny berendezésekre, és ezek nagyon drágák. Tehát ilyen jellegű kutatásokat magáncégek a technológia jelenlegi fázisában biztos, hogy nem fognak finanszírozni. Itt jelentős állami hozzájárulásra van szükség és mindenképpen egyfajta szabályzó szerepre, olyanra, amit az Európai Unió a REACH kidolgozása kapcsán már tulajdonképpen betöltött.

NANOTECHNOLÓGIA A GYÓGYSZERGYÁRTÁSBAN

F.Gy: *Livia korábban említette a liposzómás kutatásokat. Kérem, mondjon két-három szót, egyszerűen fogalmazva, mire lesz ez jó?*

N.L.: Jó lesz valószínűleg arra, hogy a jelenlegi gyógyszerkészítményeknél jobbat lehet majd létrehozni. Most a gyógyszergyárak azt képesek elérni, hogy a hatóanyagot belerakják valamilyen mátrixba és az a gyomorban szétesik, és amennyire képes, feloldódik. Ha a fele megemésztődik a hatóanyagnak, akkor az már nem fog hatni. Azt, hogy hol adja le a hatóanyagot, hogy mennyi jut el belőle a szervezetbe és hogy pont a hatásküszöb fölött van, de még nem annyira okoz mellékhatásokat, ezt most nem tudják nagyon szabályozni. Egy-két szerencsés eset van, aminél a hatóanyag olyan molekula, hogy pont nincs vele probléma.

F.Gy: *Olyasmire gondoljak, hogy most is vannak olyan kapszulák, amit bekapok és azt állítják, hogy nem azonnal emésztődik fel, hanem 12 órán át egyenlő mértékben oszlik szét, erre gondol?*

N.L.: Igen, nyújtott hatóanyagleadó-rendszerekről van szó, hogy kevesebbszer kelljen beszedni.

F.Gy: *Ez már a nanotechnológia?*

N.L.: Igen, ez mind az. Mi a kutatásainkat nem csak kísérleti oldalról, hanem elméleti oldalról is megtámogatjuk, a mi munkacsoportunkon belül vannak szimulációkkal foglalkozó szakemberek is, akik megnézik, hogy elméletileg mi történik egy ilyen rendszerben, hogyha magára hagyjuk: kettős réteg lesz-e belőle vagy nem. A legfőbb előnye az lehet a nanotechnológiának, hogy amúgy tömbfázisban nem elegyedő, egyensúlyi helyzetben nem létező anyagokat lehet létrehozni, pl. egy szervezeten magon egy szerves bevonatot tudunk képezni, ami tömbfázisban nincs és a kettőnek együtt már más lesz a tulajdonsága.

F.Gy: *A tömbfázis kifejezés mit jelent?*

N.L.: Oldatban, például egy pohár vízben nem állhat elő az az állapot, hogy egymás mellett ilyen szorosan van ez a kétféle anyag. Ha kényszerítjük azzal, hogy a nanorészecske felületére rákötjük, akkor muszáj, hogy ott maradjon egymás mellett és más lesz minden tulajdonsága. El lehet egészen új tulajdonságú anyagokat is készíteni.

F.Gy.: *Nálatok, hogy alakul ez?*

ALULRÓL FELFELÉ ÉPÍTKEZŐ NANOTECHNOLÓGIA

Sz. J.: Szó volt arról, hogy alapvetően meg fogja változtatni a nanotechnológia az életünket: ennek az egyik alapvető oka az, hogy a nanotechnológia alapvetően más elven működik, mint a hagyományos anyag-előállítás, termék-előállítási technológiák. Hogyan is működtek eddig a technológiák? Volt alapanyag, ami a természetben előfordult, ami többféle alkotót tartalmazott, például a vasérc: nem csak azt a vasat tartalmazta, amiből acélterméket, majd gépkocsit állítunk elő, hanem egyéb alkotókat is. Ezt kibányásztuk a földből és lebontottuk több lépésen keresztül alkotórészeire, míg eljutottunk ahhoz, hogy megkapjuk tisztán azt az anyagot, amire szükségünk van. Tehát felülről-lefele történő bontás zajlik le a hagyományos technológiákban. Ahogy a márványtömbben a szobrász meglátja a jövőendő szobrot és lefaragja azokat a felesleges részeket, amelyeket úgy ítél meg, hogy nem szükséges, és akkor előáll mondjuk a Dávid szobor. A

nanotechnológia fordítottan építkezik, alulról-felfelé építkezik. Elemi alkotókból építi fel, gyakorlatilag atomi szintről kiindulva azokat az anyagokat, amelyeket elő akar állítani, és ez sokkal kevesebb energiát igényel, sokkal kisebb környezetterheléssel jár és sokkal hatékonyabb. Tehát ez az egyik olyan tényező, ami alapvetően meg fogja változtatni a technológiai rendszereinket a jövőben. Volt szó már az orvosi biológiai alkalmazásokról. Képzeljék el, hogy vesz valaki mágneses részecskét, és ahhoz hozzáerősít egy hatóanyagot és ezt a rendszert bejuttatja a szervezetbe. Ha az illetőnek a tüdejével van valami problémája, akkor ide teszünk egy mágneset, és a mágneses részecskéhez kötött hatóanyag ide koncentrál. Tehát nem bolyong a lábunkban, a kezünkben a hatóanyag, hanem itt koncentrálódik. Sokkal kisebb mennyiségű hatóanyagra van szükség, sokkal kevesebb a mellékhatás. Szó volt az alulról-felfelé történő építkezésről, és anyag- és energiatakarékosság szempontból a nanotechnológia számos előnnyel rendelkezik. Az alkalmazásra példa: a modern gépkocsi minden elemében vannak olyan anyagok, amelyek vagy nanoszerkezetűek, vagy nanotechnológiával készültek, a különleges tulajdonságú acéltól kezdve a speciális akkumulátorig.

B. L.: Itt visszatérnék arra, amit János említett, és korábban Lívia is, hogy tulajdonképpen azáltal, hogy nanoméreteken tudjuk kontrollálni az anyagok összetételét, létrehozhatunk ún. kompozit anyagokat, olyan anyagokat amelyek különböző összetevőkből épülnek fel és ezáltal olyan tulajdonságokat nyernek, amilyenek az egyik összetevőnek sem volt még sajátja korábban. Például: a lepkének a szárnya kitinből épül fel, olyan anyagból, ami igen hasonlatos a cellulózhoz kémiaiilag. Tehát kitinből és a kitinvázat kitöltő levegőből épül fel, és ezáltal a kitin is áttetsző biopolimer tömbi állapotban, ha nagy darab van belőle. Ez a kompozit nanométeres méretekben elegyedik egymással és bizonyos méret és szerkezet szerint épül fel, azáltal tud ilyen gyönyörű királykék lenni. Azt hiszem a hölgyek ölnének olyan estélyi ruháért, mint amilyen ennek a kék lepkének a színe. Igazából ez fantasztikus és hihetetlen tárháza a lehetőségeknek, hogy mérnöki módon tudjuk alakítani az anyagaink tulajdonságait. Még elképzelésünk sincs, hogy mi mindent lehet megcsinálni.

A grafén, az egyetlen atomi rétegvastagságú lemez, egy grafit kristályból áll. Ez remek anyag, aminek nagyon nagy lehetőségét mi úgy hívunk fizikusok, hogy tiltott sáv. Viszont ha elég keskeny szalagot tudunk kivágni a grafénből, akkor lehet neki tiltott sávot csinálni: egy kicsit képletesen szólva olyan ollóra volt szükségünk, amelyik az atomok világában képes vágni és ezt lényegében a pásztázó alagútmikroszkópban találtuk meg, amelynek a tűjével képesek voltunk ilyen nanométer alatti vágásokat létrehozni. Ezzel több mint egy éve világbajnokok vagyunk, ezt eddig senki nem csinálta meg utánunk a vi-

lágban. Azáltal, hogy kivágtuk a 2,5 nanométeres szalagot, sikerült megváltoztatnunk az anyagnak az elektronszerkezetét, létrehoztunk benne egy mintegy fél elektronvolt nagyságú tiltott sávot, ami hasonló viselkedésűvé teszi, mint a Germánium. Köztudott, hogy az első félvezető tranzistorokat Germániumból készítették. Ez azt jelenti, hogy olyan állapotba hoztuk az anyagot, amely állapotban alkalmas olyan nanoelektronikai áramkörök létrehozására, amelyek szobahőmérsékleten működnek, anélkül, hogy nagyon alacsony hőmérsékletű hűtés szükséges lenne. Ez jelenti azt, hogy ha nanométeres atomi skálán tudjuk módosítani az anyagaink tulajdonságait, akkor egészen újszerű jelenségeket és újszerű lehetőségeket tudunk feltárni.

F.Gy: Bennem az a kérdés fogalmazódik meg, hogy vajon felkészültünk-e, nem Önök, kutatók, hanem mi, akik ezt használni fogjuk felkészültünk-e ezekre a változásokra? Mire gondolok? Bruce Lewenstein professzor, aki a Cornell Egyetemen tanít, egy 2006-s cikkében azt írta a nanotechnológia társadalmi fogadtatása kapcsán, hogy nehogy egy újabb GMO történet induljon el, de még mélyebben. A genetikailag módosított élelmiszerek, illetve organizmusok kutatása kapcsán egy kezdettől fogva elhibázott kommunikáció egy rendkívül éles hasadást hozott létre, egyrészt az USA és Európa között, másrészt tudósok-kutatók és a felhasználó fogyasztóvédők, civilek, és a lakosság nem kis része között. A professzor azt javasolta egy ilyen beszélgetésen, ahol módom volt egyszer részt venni, hogy itt a lehetőség, a nanotechnológiának óriási előnye, hogy ez friss dolog, és már az elején el lehetne kezdeni olyan közös gondolkodást a civilek, laikusok, tudósok között, amely a lehetséges veszélyekről őszintén beszél. A bizonytalanságokat nyíltan feltárja és bevonja a protokollokba, akár a szabályozásokba, a cégeket, állami kutatóhelyeket érintő különböző direktívákba, ezeknek a megfogalmazásába azokat, akiknek kérdőjelei lehetnek. A nanotechnológia ebben a pillanatban a laikusok számára valami távol lévő, misztikus. Tehát megkérdezzük, hogy Önök szerint a nanotechnológiát jobban kellene-e szabályozni, és lelkesen mondják hogy igen, és ez engem arra emlékeztet, minthogy megkérdezzük, hogy a pirézeket szeretjük-e, vagy sem. Kicsit túlzok nyilván, mert ennél közelebb van, hiszen a nanotechnológia létezik, a pirézek meg a TÁRKI közvéleménykutató cég által kitalált etnikum, és csak az agyunkban léteznek. De mégis érzek ilyen kommunikációs szakadékot a nanotechnológia körül. Hogyan érzik ezt civil oldalról?

P.J.: Ha másképp tesszük fel a kérdést, akkor az emberek biztos, hogy lehetőséget látnak benne, még ha nem is tudják pontosan, hogy mik azok. Amit elmondott Biró László másodsorra, azzal egyetértek. A DDT-t felvetette példaként, és azt sem vizsgálták meg, és a használata után 20–30 évvel kiderült, hogy milyen problémás lehet. Betiltották, gyakorlatilag ma is mindannyiunkban ki-

mutatható, sőt, a felfedezéséért Nobel-díjat adtak. Erre példa az azbeszt is, és kérdés, hogy a nanotechnológiának egyes ágai, termékei lehetnek-e ilyen rossz példák. Az elhangzott, hogy nagyon sok lehetőség van és ez biztos így is van, amivel nagyon sok most meglévő mellékhatást ki lehet váltani. Az a kérdés, hogy jelentkeznek-e új mellékhatások. Zárójeles kérdés, hogy ezt a technológiát mire fogják felhasználni? Kicsit idealista vélemény lenne, hogy az emberek érdekében, boldogulásukra, javulásukra. Nagyon sok dolgot felfedeztek, feltártak, és vannak olyan cégek, akik az embereket csak ki akarják zsebelni. Tehát a nanotechnológiában is megvan és ez nyilván nem a technológiából fakadó, hanem általánosan a kérdéssel kapcsolatos probléma.

B. L.: Nyilván mindenre fel fogják ezt használni, amivel profitot lehet generálni és ez nem kérdés. Egyrészt az Önök dolga, és másrészt a miénk, a tudomány foglalkozó emberek dolga, hogy megpróbáljuk arra késztetni, adott esetben kényszeríteni azokat, akiket elsősorban a profit vezérel, hogy ez minimális kockázattal történjen. Egyfelől ez az egyik dolog, amit mindenképpen fel kell vetni, és a másik, amit felvetettél, hogy igazából a társadalom természettudományos tájékozottsága, ne adj' Isten merjem mondani, hogy műveltsége az erősen romló tendenciát mutat. Ez azért megdöbbentő, mert ahhoz, hogy kimenjek az utcára és beüljek autóba, ahhoz nekem el kell végezni az autóvezetői iskolát, be kell bizonyítani a vizsgabiztos előtt, hogy képes vagyok vezetni az autót, de ugyanakkor abban a világban, amit erősen, hogy úgy mondjam a tudomány és a természettudományok határoznak meg, a döntéshozók nagy többsége finoman szólva korlátozott természettudományos műveltséggel rendelkezik. Ez egy borzasztó veszélyes dolog, ez olyan, mintha azt mondanám a tíz éves fiamnak, hogy menj ki, kapcsolj be és indulj el vele. Tehát látszik az a tendencia évtizedekre visszavezethető módon, hogy a természettudományos oktatást az iskolából szorítják kifelé. Nem vonom kétségbe, hogy tényleg nagyon sok mindent kell megtanítani és nagyon rövid a rendelkezésre álló idő, de finoman fogalmazva is úgy érzem, hogy nagyon rizikós dolog a természettudományos műveltség háttérbe szorítása vagy visszaszorítása azért, mert vannak olyan döntések, amiket akár fogyasztóként is meg kell majd hozni. Például, ha bemennek egy cipőboltba, vásárolhatnak olyan nanotechnológiával működő sprayt, ami arra szolgál, hogy vízhatlanítsa a cipőjüket, 1500 forintért. A nanotechnológia nemhogy a spejzban van, itt van az asztalon. Meg kell majd hozzák mindannyian, Önök, az Önök gyermekei, unokái azokat a döntéseket, amelyeket lényegében természettudományos ismeretek alapján lehet meghozni, hogy mi történjen és hogyan használjuk ezt fel. A fogyasztók tudják leginkább eldönteni, hogy megveszik-e azt a profitot generáló terméket, vagy nem. Olyan termékek vannak Ameri-



kában, egy ún. csokoládéhab, amit azért találtak ki, hogy kevesebb zsiradékot, és kevesebb kakaóvaját fogyasszon el az élvezetre vágó amerikai polgár. Azt csinálják, hogy szilícium-dioxid nanogömbökre felvisznek vékony csokoládébevonatot, ami megadja a remek csokoládéérzést, de az egytizedét eszi csak meg csokoládében, a többi pedig homok, mert a szilícium-dioxid az homok. Ez szerintem egy negatív irány. Vannak olyan pozitív irányok, amely során a közönséges étkezési sónak a szemcsézettségét a nanométerek tartományába viszik el, mert a nanométeres szemcsézettségű étkezési só sokkal kisebb koncentrációban megadja ugyanazt a sózottsági érzést, mint a milliméteres, vagy tizedmilliméteres sószemcsék. Ugyanazt az élményt sokkal kevesebb sóbevitellel el lehet érni.

A TUDOMÁNY SZEREPE A TÁJÉKOZTATÁSBAN

Résztevő: Én úgy gondolom, hogy a gyártónak profitgeneráló terméke megjelenik a piacon, és erőteljesen a médiától függ, hogy milyen fogyasztás lesz abból. Ha sokat vesznek a termékből a fogyasztási adón keresztül az államnak is extra profitja van ebből. Nem biztos, hogy az állam leállítja, mert azt mondja, hogy nekem is jó, ő is keres rajta, én is keresek rajta, és a mellékhatásokkal majd valamit kezdünk.

B. L.: Itt jön be az egyén természettudományos műveltsége. Ha Önnek, vagy a fogyasztónak megvan a kellő természettudományos műveltsége, hogy a saját természettudományos ismeretei alapján el tudja dönteni, hogy amit meg akarnak vele etetni, nem biztos, hogy neki jó, akkor meg tudja védeni magát ettől, de ha nincs meg a természettudományos műveltsége, akkor ezt nyomják a tévében a reklámban és milyen jó nekem.

Résztevő: De addig nem tudom, hogy jó-e, amíg nem jönnek a káros következmények.

N.L.: Szerintem a legeslegfontosabb alapkövetelmény, hogy a gyártó ne csapja be a fogyasztót. Ha a gyártó becsapja, akkor onnantól kezdve semmiről nem tudunk beszélni, nem tud dönteni a fogyasztó, hogyha biztosítani tudjuk, hogy az igazat írja legalább a papírra, akkor már ott van a döntés lehetősége, és akkor már csak a műveltség dönt.

F.Gy.: *Hadd hozzak be egy harmadik szereplőt, talán ebben érintettek a vendégeink is. Ezt hívjuk úgy, hogy tudomány, tudósok, kutatók. Itt én őszintén azt érzem, hogy*



rosszul járunk, hogyha frontvonalakat úgy húzzuk meg, hogy a fogyasztók, laikusok és a másik oldalon ez a zűrös massa az állammal, gyártókkal a kutatókkal, akik ezt kifejlesztik. Mert ha az európai kultúra értékeire gondolok, akkor vagyunk mi fogyasztók, laikusok, vannak a tudósok a maguk elkötelezettségével, etikájával, akiknek az a dolguk, hogy ezt megmondják, felhívják a figyelmet ezekre a problémákra. Önök megtudták, hogy Amerikában ne nagyon vegyenek ilyen csokihabot, és ezt tudósoktól tudták meg. És vannak a gyártók, ezt inkább ilyen háromszögnek gondolom, a háromszögnek az a két sarka, amely a fogyasztót és a tudóst, a tudományt jelenti, az egymáshoz talán közelebb van, mint a gyártótól a másik kettő.

Sz. J.: Ez egy nagyon lényeges dolog és tulajdonképpen itt jön be a kutatók felelőssége. Helyzetünknel fogva bizonyos dolgokról több ismeretünk van, mint az átlagos fogyasztónak. Tehát nekünk az a felelősségünk, hogyha ilyen jellegű nehézségek, problémák adódnak, akkor erről tájékoztassuk a közvéleményt. Ennek a beszélgetésnek ez is egyik nagyon jó apropója, hogy most beszélünk olyan problémákról, amiről egyébként baráti társaságban nem biztos. Nagyon lényegesnek tartom azt, amit mindketten mondtatok, hogy óriási a felelősségünk abban, hogy mennyire tájékoztatjuk a közvéleményt arról, hogy milyen újabb fejlesztési irányok vannak, mik a lehetőségek, a problémák. Aki rendelkezik ezekkel az ismeretekkel, annak felelőssége van abban, hogy ezeket az ismereteket a szélesebb fogyasztói réteggel megossza. A sajtónak és a kommunikációnak tulajdonképpen egyik alapvető feladata az lehet, hogy ezt elősegítse.

N.L.: Úgy gondolom, hogy ez tényleg felelősség, de kellene fórum, ahol ezt meg lehet tenni. Erre ez a beszélgetés nagyon jó alkalom. Franciaországban tudom, hogy szerveznek nagy tömegeknek való fórumot utcán, posztereket mutatnak be stb. Mindent el lehet magyarázni érthetően, de emellett szükség van a másik oldalra: a fogyasztók és általában aki nem tudós, vagy természettudós legyen hajlandó, nyitott arra. Akivel találkoztam és nem természettudományi beállítottságú volt és megkérdezte hogy mivel foglalkozom, hogy vegyészmérnök vagyok, első válasza az volt, hogy én sosem szerettem a kémiát. Innentől nem lehet miről beszélni. Meg lehetne próbálkozni itthon is az ilyen szélesebb körű terjesztéssel.

F.Gy.: Lát ilyen készséget a laikusoktól, a fogyasztóvédőktől?

P. J.: A készség attól függ, hogy mire nyitják fel a szemüket. Elhangzott, hogy több ismerettel kellene rendelkeznie a fogyasztóknak, hogy az oktatás milyen színvonalú, megfelelő oktatással, rátermett tanárokkal egészen biztos,

hogy szinte mindenkit rá lehet ébreszteni arra, hogy a kémia, a fizika, vagy a nanotechnológia milyen érdekes dolog és milyen sok mindent nem tudott róla, és ez mennyire jó. Egyetértek maximálisan azzal, hogy a tudósoknak fontos szerepe van, hogy a már az iskolában megalapozott – jó esetben – tudással rendelkező embereket felvilágosítsák egy-egy témával kapcsolatban. A tudósok között is vannak, például a GMO-val kapcsolatban, olyanok, akik azt mondják, hogy nagyon jó és hülyeség problémának feltüntetni, és olyanok, akik az aggályukat hangoztatják és vannak, akik elmondják, hogy igen, erre jó, és erre is jó, de itt vannak ezek és ezek a kockázatok.

N.L.: A nanotechnológia elindult abba az irányba, hogy kicsit egyedibb legyen a gyógyászat, de mindent nem tud megoldani. A gyógyszerhatóanyag törzskönyvezése során rengeteg vizsgálatot el kell végezni, mely alól a nanotechnológias készítmények nem kivételek. Tehát ez fogja hátráltatni tulajdonképpen a felhasználásba való kijutását. Sőt, még ki kell dolgozni a vizsgálati módszereket is, amik nem adóttak úgy, mint az egyszerű hatóanyag-molekulák esetében. Tehát ezért nehezebb a kijutása, itt van egy védelem is a fogyasztó felé, hogy a szabványok vannak.

Sz.J.: Bemutatnám, hogy a mindennapi életben hol várhatók a nanotechnológia alkalmazásából származó előnyök. Például a világítástechnika területén. Most hagyják abba a hagyományos izzók gyártását, alapvetően energetikai okok miatt. A kompakt fénycsőbe is, de a led-be még inkább rengeteg nanotechnológiai megoldás van beépítve. Ez az az eset, amikor már konkrét alkalmazásról van szó és kézzelfogható előnyök származnak. Egy 2005-ben készült felmérés azt mutatja be az USA-ra vonatkozóan, hogy a nanotechnológiai alkalmazásokból milyen energia-megtakarítás várható évente. Az itt felsorolt lehetőségek lévén az Amerikai Egyesült Államok energiafelhasználása 15%-kal csökkenthető lenne egy év alatt. A legnagyobb tétel az erőteljes mobilizáció miatt az olcsóbb és könnyebb anyagok a közlekedésben. De van ott sok olyan, a világítástechnikától kezdve egyéb alkalmazásokon keresztül, amelyek révén jelentősen csökkenthető az energiafelhasználás.

F.Gy.: *De ezeknél a termékeknél jön elő az a probléma újra, amire Bíró tanár úr utalt, nevezetesen, hogy, tudunk-e dönteni, mint fogyasztók. Önök mennyire érzik magukat döntésképesnek ebben??*

Részrtvevő: Én úgy érzem, hogy döntési helyzetben sem vagyunk, hiszen nem tudtuk, hogy vannak ilyen termékek, illetve hogy ezeket használjuk.

B. L.: Igen, kicsit többfele is utalnék, egyrészt amit Te is mondtál, hogy a tudományos kutatóknak is szerepük van a döntéshelyzetben és arra, amire Pál János utalt, a tudósok felelősségére. Ebben a tekintetben nagyon tanulságos történet, ami most zajlik a H1N1 influenzavírussal, és a vírus oltásával és az ahhoz kapcsolódó társadalmi reakciókban, ami kialakult itt Magyarországon. Ez egyrészt azt is mutatja, hogy a médiának nem kis felelőssége van, hogy mi történik a társadalomban. Nem akarom bántani a médiát, de el kell mondani, hogy a médiának nem hír, hogy a kutya megharapta a postást, de ha a postás megharapta a kutyát, az igen. Egyfelől van ilyen effektus, amit meg kellene gondolni, amikor ilyen jelentőségű dolgokról van szó, mint egy oltás. Másfelől azt hangsúlyoznám, hogy a Pál úr által mondottak szellemében egy nagyon nagy érték az a tudományos kapacitás, potenciál, ami az MTA és a magyar egyetemi élet képviselőiben megvan. Ezek az emberek függetlenek a cégektől, ezeknek a kutatóknak, a tudósoknak a véleményében Önök jó eséllyel megbízhatnak, többségükben korrekt, becsületes tisztességes emberek, akik a legjobb tudásuk és tudományos meggyőződésük szerint beszélnek. Azáltal, hogy nincsenek pénzügyileg, vagy megélhetési érdekeik szerint hozzákötve bármilyen profithajászás társasághoz, nagy valószínűséggel azt mondják, amit gondolnak, és ami igaz. Azt hangsúlyozom, hogy volt 1–2 éve egy vita, amikor a média rendesen nekiment az MTA-nak, egészen addig, hogy azt kezdték feszegetni, miért is van ez a testület. Azért van ez a testület, hogy ha Önök, a fogyasztók, a magyar társadalom kíváncsi valamilyen tudományos kérdésben egy korrekt válaszra, akkor legyen hova fordulni.

N.L.: Egy kis kiegészítés a napkrémekhez. Most egy decemberi konferencián elhangzott egy előadás a krémekről is, amely arról szólt, hogy elkezdtek vizsgálni, hogy a nanorészecskéket tartalmazó krémekből a részecskék bekerülnek-e a bőrön belülre. Egerek hasát borotválták le és úgy nézték meg, hogy a véráramban megjelenik-e a nanorészecske. Nem tapasztaltak megjelenést, csak a borotvált egereknél, az epilált egereknél nem. Igazából a veszély akkor van, ha sérült bőrre kenik ezeket az anyagokat, a nanorészecske nem megy át magától a bőrön keresztül, mert nem tesznek olyan picit bele, ami áthatolna. Egyéb anyagok be-mehetnek, ami nem a nanotechnológia része, de csak egyszerűen a vivőanyagok, a segédanyagok.

CIVIL HANGOK (KÉRDÉSEK, HOZZÁSZÓLÁSOK)

Résztevő: Honnan tudhatjuk, hol vannak a határok a nanotechnológiával kapcsolatban? A tagoknak külön-külön meg kellene keresnie az MTA-t, hogy minden kérdésben pontosan tudjuk a választ és ez által döntést tudjunk hozni, vagy igazából jobb, ha nem is tudunk semmiről, mert akkor legalább nem fáj?

Sz. J.: Azt javaslom, hogyha ilyen kérdéseik vannak, és tudják mit akarnak kérdezni, akkor tegyék fel.

F.Gy.: Vannak akadémiai kutatóintézetek, az Akadémiának van kommunikációs főosztálya, és ezek rendelkezésükre állnak.

Sz. J.: Nyitottak vagyunk és tényleg örömmel jöttünk ide is, mert élvezzük a dolgot. A tudós kicsit exhibicionista alkat, tehát szívesen beszél arról, hogy mivel foglalkozik. Elmondja, hogy mit tud a körülötte lévő világról. Belső indíttatásból is szívesen válaszolunk ilyen kérdésre. Nyugodtan jöjjenek, kérdezzenek, mert ez jelenti a megoldást. Minél tájékozottabbak a társadalom tagjai ezekben a kérdésekben, annál könnyebben tudnak jó döntéseket hozni. És itt szó volt arról, hogy jóra és rosszra is lehet használni a nanotechnológiát. Ha olyan társadalomban valósulnak meg ezek a dolgok, ahol a társadalom egyes tagjai tájékozottak, tudják mik a lehetőségek, a veszélyek, akkor ez egyfajta kontrollt jelent. Hiába akar egy cég extra profitra szert tenni abból, hogy ilyen-olyan terméket állít elő, hogyha a fogyasztók tudják, hogy itt valami bűzlik, és nem veszik meg, akkor kénytelen elállni a termék gyártásától. Tehát nagyon lényeges dolog, és itt visszakanyarodnék az oktatás, a tájékoztatás kérdéséhez. Hogy végül is a nanotechnológia hova fog eljutni, lesznek-e vadhajtásai vagy sem, az nagymértékben attól is függ, hogy a társadalom mennyire ismeri ezeket a lehetőségeket, problémákat és mennyire tud gátat szabni esetleg ezeknek a vadhajtásoknak.

Résztevő: Lehet, hogy ezt nem jól látom, de nem kaptam választ arra, vagy csak elég indirekt módon, hogy mi is az a nanorészecske. Különösen azzal összefüggésben, hogy régen is voltak részecskék, tulajdonságok, régebben is ismertük ezt a kifejezést, akkor is voltak technológiák, vegyi, mágneses, sok minden, amivel fel lehetett építeni. A laikus kérdésért elnézést.

Sz. J.: Általános definíció, hogy nanorészecskéknek, nanorendszereknek tekintünk olyan rendszereket, amelynek a mérete 100 nanométernél kisebb. Ez töb-

bé-kevésbe elfogadott definíció. A mikrométer 10-ed részénél kisebb részecskéket tekintünk nanorészecskének.

N.L.: Általában azért figyelték fel a nanorészecskékre, mert ezek pár molekulából, pár 10, 100, tehát nem sok molekulából felépülő egységek és érdekességük, hogy a részecske belsejében lévő molekulák száma összemérhető a felületen lévő molekulák számával. Ez az igazi definíció, mert az az érdekessége, hogy mások a fizikai-kémiai tulajdonságai az anyagnak, mint amikor egy ekkora tömbben látjuk, és akkor nem mérhető össze az az iszonyatos mennyiségű molekula ami belül van, azzal a kevéssel, ami a felületen van, és amiknek más a kémiai környezete belül és kívül, tehát mások a tulajdonságai. Amikor nagyon kicsi részecskék vannak, a felületen lévő molekulák sokasága megváltoztatja a tulajdonságaikat. Új tulajdonságok jelennek meg, a mérettel változó tulajdonságok és ezeket lehet kihasználni.

B. L.: Annyira hangsúlyozta, hogy nagyon laikus a hozzáállása, akkor érzékletes példát mondok. Ön kap szép ajándékot a születésnapjára és be van csomagolva egy gyönyörű aranylő, csillogó-villogó csomagolópapírba, akkor a felületi atomok a csomagolópapír, aminek egész más tulajdonságai vannak, mint az ajándéknak belül. A nanotechnológia lényegében azt csinálja, hogy az ajándékot elhanyagolja és a csillogó-villogó csomagolópapír marad, ami nem azt akarja jelenteni, hogy az értéke is ugyanaz, de próbálom illusztrálni, hogy a felületen elhelyezkedő atomoknak nagyobb nyomástulajdonságuk van, mint azoknak az atomoknak, amik a nagydarab anyagban vannak.

Résztevő: Azt javasolták, hogy forduljunk a kutatókhoz, de itt milliárd és milliárd változat jöhet létre és nincs az az ember, tudományos intézmény, ami ezt mind tudná vizsgálni. Ha a majonézt a cipőmre kenem, ami valamiféle nanokencefice, ezt speciel nem próbálták ki és még létezik egy milliárd változat. Nincs az az ember, szervezet, ami mindent mindig kipróbálna. Ilyen szempontból azt mondom, hogy vakrepülés, azt mondom, hogy jó, próbáljuk ki, Columbus is elindult egy irányba...

B. L.: Ez az, amit úgy hívunk, hogy alapkutatás, amikor új ismereteket szerzünk arról a világról, amelyben élünk. Az Ön majonézes példájánál maradunk, ha Önt, vagy valakit ez a kérdés izgat, akkor el lehet végezni a megfelelő kísérleteket, lehet vizsgálni, hogy a cipőre kent majonéz milyen módon módosítja a cipő tulajdonságait, illetve, hogy a cipőre kent majonéznek milyen módon változtak meg a tulajdonságai és ezekből megfelelő munkamennyiség és tudományos ismeret befektetésével kinyerhetők a válaszok, amikre adott esetben Önnek

szüksége van. A világ minden kérdését természetesen soha nem fogjuk tudni megválaszolni, de azokat a kérdéseket, amelyek fontosak, vagy azokat a kérdéseket, amelyeket a társadalom elég hangosan tesz fel, azokat minden esetben megpróbáljuk a lehető legjobb tudásunk szerint megválaszolni, ha megkapjuk azokat az eszközöket, amelyek szükségesek ahhoz, hogy elvégezzük a munkát.

Résztevő: Szegény ország egész GDP-je nem lenne elég arra.

B. L.: Ez teljesen igaz, de nem csak ebben az országban folynak nanotechnológiai kutatások. Meglepő módon Közép-Európában is mi vagyunk az egyetlen ország, amelyiknek nincs nemzeti nanotechnológiai programja. Az összes környező országnak, beleértve Bulgáriát is, van ilyen. Nekünk nincs ilyen, de most ne vizsgáljuk, hogy miért. Visszatérnék még arra, hogy valami jó, vagy rossz. Attól függ, hogy ki fogja a kezében a kalapácsot. A kalapáccsal be lehet verni a szeget a falba, és rá lehet akasztani egy gyönyörű festményt, de azzal a kalapáccsal össze is lehet törni a festményt. Ez mindig annak a felelőssége, aki fogja a kalapács nyelvét, hogy mit fog a kalapács csinálni.

Résztevő: Sokkal földhözragadtabb kérdésem volna. Mi az a grafén?

B.L.: Ha a ceruzájával ír a papírra, akkor képződnek egyetlen atomvastag grafitlemezek, ezt nevezzük grafénnek. Ezt ezelőtt 5 évvel fedezték fel, hogy ilyent egyáltalán lehet csinálni. Egészen addig az elméleti emberek azt állították, hogy egyetlen atomvastagságú réteglemezeket nem lehet csinálni semmilyen anyagból, mert a hőrezgés ezeket szét fogja rázni darabjaira. Egy Angliában dolgozó orosz kutató megmutatta, hogy igenis ezt meg lehet csinálni és utána meg is lehet találni, hogy hol vannak ilyen egyetlen atomvastag lemezek. Mi is így állítjuk elő a grafént itt Magyarországon, Budapesten.

Tulajdonképpen a nanorészecskékkel együtt élünk azóta, hogy felfedeztük a tüzet. Amikor bevittük a tüzet a barlangba, a füstben, ami ott képződött a koromban, nanorészecskék is képződtek. Kérdés, hogy mennyi idő alatt milyen természetű és mennyi nanorészecske jut velünk kontaktusba, jut a szervezetünkbe. Líviával beszélgettünk arról, hogy az 50–60-as években, amikor a gyógyászat nem volt azon a színvonalon, ahol ma tart, az okos öreg doktor bácsik azt mondták, ha a gyerekeknek sok légúti problémája van, akkor vigyék el tengerpartra. Velem is gyakorolták ezt, mert sok légúti problémám volt, és ez tényleg működött. Az lehet a magyarázata, hogy a szél fújta a tengervízből felszálló pici vízcseppek, mikor elpárolgott belőlük a víz, nanométeres, vagy néhány tíznanométeres sószemcsék keletkeztek, amit az ember belélegzett és azok

kirakódtak a tüdőhólyagocskák falára és olyan kémiai környezetet hoztak létre, ami a baktériumok szaporodásának nem kedvezett. Lényegében régóta együtt élünk, sőt használtunk is nanotechnológiát anélkül, hogy tudtunk volna róla. Kérdés mindig a mennyiségben van. Várható, hogy a következő évtizedeken sokkal gyakrabban fogunk szembekerülni a nanotechnológiával, és ehhez kellene alkalmazkodnunk ismeretben, tudatban, felelősségben és tájékozottságban.

Részvevő: A médiával kapcsolatban szeretnék feltenni egy kérdést: nem lehetséges, hogy a tudósoknak kellene valamilyen módon közelíteni a médiához?

B. L.: Én felveszem a kesztyűt. Magamat egy „media-friendly” kutatónak tartom, tehát szívesen fogadom a média megkereséseit, sőt szoktam is értesíteni a médiát a jól kommunikálható eredményeinkről. Mert vannak olyan eredmények, amit nem igazán lehet egyszerűen elmagyarázni a laikus közönségnek. Én egy cifrább esetet hoznék fel. Velem számtalanszor előfordult, hogy olvastam egy zöldséget valamelyik újságban, vagy nem igazán szerencsés megfogalmazást televíziós vagy rádióműsorban. És eleinte, amikor ifjú voltam és bohó és naiv, vettem a fáradságot, hogy írtam a szerkesztőségnek. Meg kell mondanom, hogy soha nem kaptam választ. Na most, kétségtelenül van egy kommunikációs gát a média és a tudományos világ között, ami kétségtelenül arra a hozzáállásra vezethető vissza, hogy „mindig utáltam a fizikát-kémiát és erre büszke is vagyok”. Nem meglepő módon, a médiában gyakrabban fordulnak elő olyan háttérű emberek, akiknek a humán műveltsége sokkal kiterjedtebb, mint a természettudományos. Viszont az angolszász világban, ott általában az lehet tudományos újságíró, akinek legalábbis doktori fokozta van valamelyik tudományterületen. Azért ez egy fontos szempont. Több olyan barátom, munkatársam is volt, aki elvégezte doktori tanulmányait, megszerezte PhD-fokozatát, és azt mondta, hogy én most elmegyek tudományos újságírónak. Na, ez egy jó tudományos újságíró. Ugyanakkor nálunk ez mondhatni nem jellemző.

FGy: Mint egy summázataként a mai beszélgetésnek azt kérném: adjanak választ arra, hogy a nanotechnológia alkalmazását illetően inkább a veszélyeket, a problémát látják maguk előtt, vagy látnak esélyeket arra, hogy a civilekkel, érdekvédőkkel, lakossággal, fogyasztókkal el lehet érni együttműködést? Ebben a tekintetben inkább optimisták vagy pesszimisták?

N. L.: Én optimista vagyok, valószínűleg természetemből is adódóan. Kell a kölcsönös érdeklődés és felelősségvállalás, és kell, hogy megteremtsék a fórumokat is, egészen általános iskolától kezdve.

P.L. Szerintem elvileg el lehet érni, de vannak kétségeim, hogy nem fog bekövetkezni, sajnos.

Sz.J. Nekem is vannak kétségeim, de be fog következni: nyitottnak kell lenni. Ez nagyon lényeges, nyitottnak kell lenni mind a két oldalnak. Meg kell beszélni a problémákat, a lehetőségeket, és ha ez megtörténik, akkor én egyértelműen optimistán látom a jövőt.

B. L. Én szintén optimista vagyok ebben a kérdésben, ha nem így lenne, nem foglalkoznék nanotechnológiával. Mondanék pár példát, ami Önöket is meggyőzi arról, hogy nem esélytelen. Mindennapi életünkben együtt élünk veszélyes technológiákkal. Ha Ön bedug két szeget a konnektorba, nagy valószínűséggel veszélybe hozza az életét. Ha feltölti gázzal a lakását és meggyújt egy gyufát, akkor nagy valószínűséggel átpostázza magát a túlvilágra. Ennek ellenére a modern technológiákkal megtanultunk együtt élni. Nem egyszerűen, minden bizonnyal rengeteg baleset volt, amikor ezek a technológiák bekerültek a mindennapi életbe. Minap volt a TV-ben szénmonoxid mérgezésekről szó, mert okos emberek úgy döntöttek, hogy ők maguk fogják megszerelni a gázkészüléküket. Én nem javasolnám Önöknek, hogy maguk állítsák elő a saját nanotechnológiájukat. Ahhoz, hogy valamilyen kommunikáció felépüljön a tudósok és a fogyasztók között, szükség van valamilyen képzettségre, hogy tudjanak kérdéseket feltenni. Ha van ez a minimális képzettségi szint és megfelelő kommunikáció, akkor uralható és kontroll alatt tartható, ugyanúgy, mint az atomenergia, a villamosáram, a gáz és sorolhatnám.

F.Gy: Reméljük, hogy mi is hozzá tudunk járulni e sorozatunk keretében, hogy a tudósok és laikusok közelebb kerüljenek egymáshoz. Köszönjük részvételüket!



A nano-biotechnológia társadalmi megítélése és alkalmazásának etikai kérdései

Interjú Demény Enikővel, a Közép-Európai Egyetem kutatójával

Kérdező: Először is tisztázzuk azt, hogy mit takar valójában a nanotechnológia alkalmazása, hiszen ez még annyira nincs benne szerintem a köztudatban, és sokan keverik például a géntechnológiával, nem tudják, hogy mit takar a nanoélelmiszer, illetve a nanocsomagolóanyag... Mi lehet ennek az előnye akár a gyártók, akár a fogyasztók számára? Milyen kockázatai vannak?

Demény Enikő (D.E.): Egyrészt vannak nanoélelmiszerek, másrészt nagy felhasználási terület a nano-biomedicina. Engem inkább ez a része érdekel, de általánosságban a nanotechnológiáról elmondható, hogy egy hatalmas fejlődési terület. A génterápia és a genetikailag módosított élelmiszerek után következett a sorban a nanotechnológia. Jelenleg még nincsen egységes definíció arra, hogy mit számítunk nanonak, de a legelterjedtebb az, hogy valami akkor nano-, ha legalább egy mérete kisebb mint 100 nanométer. A nanométer egy méternek egy billiomod része, tehát fantasztikusan kicsi. Ezekből az irtó pici dolgokból olyan speciális anyagokat lehet felépíteni nanoszintről, amelyek nem léteznek a természetben. Itt kétféle dolgoról kell beszélni: egyrészt, hogy a természetben magától is előforduló anyagokból tudunk nanorészecskéket leválasztani, másrészt nano szintről, ezekből a molekulákból új anyagokat hozhatunk létre. Ezt úgy kell elképzelni, mint egy puzzle-t. A köztudatban innen jutottak el a science fiction területig, például az önreplikációra képes nanorobotokig, és hasonló elképzelésekig.

A nanotechnológiát azért tartják most világszinten nagy esélynek, például gazdasági fejlődésre, mert hatalmas lehetőségeket rejt magában, mind az orvoslás területén, mind a környezetbarátabb technológiák elterjesztésében. Tehát óriási pénzeket fektetnek be fejlesztők és kormányzatok egyaránt, hogy ez a technológia fejlődni tudjon. Az Európai Unió is nagyon sok pénzzel járul hozzá, és próbálja a versenyt felvenni az Egyesült Államokkal és Japánnal, ami kormányzati befektetési szinten – közpénzek révén – meg is valósul. Viszont

más országokban, akik versenytársnak tűnnek, sokkal több a magánbefektető. Emiatt van egyfajta elbillenés...

K.: Melyek azok a területek, ahol a nanotechnológiai kutatások jelen vannak, különösen az emberi fogyasztásra alkalmas anyagok tekintetében?

D.E.: Nem ez a specifikus területem, de mint érdekességnek elmondom, hogy a nagy élelmiszergyártó cégeknek vannak nanotechnológias kutatási laborjaik. Tehát léteznek ilyen kutatások. Hogy ezek a kutatások mennyire kerültek be már a felhasználói piacra, ezt nem tudjuk.

K.: Úgy tudom, hogy a jelenlegi szabályozás tiltja a nanotechnológia élelmiszeripari alkalmazását...

D.E.: Igen, a szabályozás tiltja. Európában pillanatnyilag úgy van, hogy a gyártót terheli a bizonyítás, vagyis be kell vallania, hogy egy élelmiszer nanoanyagot tartalmaz, és az ezzel kapcsolatos kockázati becslést, kockázatkezelést neki kell engedélyeztetéskor benyújtani. Jelenleg az általános, a vegyi anyagok használatára vonatkozó szabályozásokat kell alkalmazni. Ezek a nanorészecskék azonban olyan picik, hogy egyesek mellett érvelnek, hogy szükség van egy specifikus nanoszabályozásra.

K.: Pillanatnyilag az új élelmiszerek csoportjába tartozik, ha jól tudom...

D.E.: Pontosan, az új élelmiszerek csoportjába. Ami pedig az élelmiszerek kapcsán realiztikusabban közelebb van jelenleg a felhasználókhoz, az a nano-csomagolóanyag. Ezeknek a lényege, hogy az ilyen csomagolóanyagok meggátolnák, hogy a becsomagolt hús megváltoztassa a színét. Hosszabb ideig tűnik frissnek, viszont ott van a kérdés, hogy mi történik akkor, ha ez hús érintkezik ezzel a nanocsomagolóanyaggal...

K.: Csomagolóanyagokra is vonatkozik a tiltás jelenleg?

D.E.: A csomagolóanyagok szabályozása, minden olyan, ami érintkezik az élelmiszerral, én úgy gondolom, hogy beletartozik.

K.: Úgy gondolom, hogy a magánbefektetők elsősorban a gyógyszergyártásban, kozmetikai iparban vannak jelen.

D.E.: Természetesen. Mivel itt nagy fejlődési lehetőség van, még az EU-ban is nagyon nagy hangsúly van azon a szabályozásban, hogy a nanotechnológiának a potenciális előnyeit hagyjuk megvalósulni.

Viszont ez nem azt jelenti, hogy például az EU – most szűkítsük le a területet, amiről beszélünk, – nem veszi figyelembe a kockázatokat. 2004-ben elfogadta a bizottság a nanotechnológiákra vonatkozó stratégiai célokat és akcióttervet. Ezt úgy lehetne jellemezni, hogy biztonságos, felelős és integráló. Ami azt jelenti, hogy mindent tegyünk meg azért, hogy a technológia fejlődhesen úgy, hogy már a technológia kifejlesztésének kezdetétől vegyük figyelembe a lehetséges kockázatokat és etikai szempontból felmerülő bizonytalanságokat. Ez a fő elv.

K.: Ezzel kapcsolatban két dolog merül fel bennem, az egyik az, hogy kockázatot ugye csak a gyártók tudnak tesztelni. A másik, hogy a kétségek felmerüléséhez mindenképpen be kell vonni a civil társadalmat is, hiszen a kutatókban jellemzően kevésbé merülnek fel kétségek...

D.E.: Pontosan, és épp emiatt van ez a nanotechnológiai akció. Ebben két fő stratégiai cél érinti ezt a területet. Az egyik az, hogy a társadalmi aspektusoknak érvényesülniük kell. Ennek két része van, az egyik a felelősségteljes technológia fejlesztés, és ez azt jelenti, hogy minden kockázatbecslést idejében kell elvégezni. A másik az, hogy be kell vonni a társadalmat már a technológia kifejlesztésének a korai szakaszaiban, azért, hogy ne következzen be, mint például a GMO-nál, hogy utólag a társadalom elutasítja, mert akkor ez egy rossz befektetés. Ezt még a tudósok is megértik, hogy hiába kutatnak, hiába fejlesztenek ki egy technológiát, ha a nanotechnológiához kötődően kellemetlen esemény következik be – például egy káros mellékhatás egy gyógyszernél vagy egy előre nem látott következmény –, akkor ez az egész technológiára kivetíti a negatív megítélést.

K.: Tehát akkor ez nekik is jól felfogott érdekük...

D.E.: De azért a tudós társadalom még mindig a technikai fejlesztésért van, így próbálják központi és kormányzati szinten ezt a gondolkodásmódot elfogadtatni.

K.: Ez mennyire működik? Mert más területeken nem igazán... Genetikai témákban ez a párbeszéd valljuk be, hogy nem működik.

D.E.: Ez egy nagyon fontos pont. Fontos probléma van itt, ami nem csak a nanotechnológiát, hanem általában ezeket az új, úgynevezett konvergáló technológiákat, ami a biotechnológia, nanotechnológia, információs társadalom együttesen érinti. Itt nem csak arról van szó, mint általában egy bármely más tudományág területén, hogy a tudósok teljes mértékben kezelik, értik a terü-

letet, és ismerik a következményeit annak a területnek, amit kutatnak. Itt van egy alapvető tudáshiány, a tudósok sem tudják még megmondani, hogy mik a várható kockázatok. Tehát itt nem arról van szó, hogy a társadalom tudatlan, az egyszerű emberek, az állampolgárok tudatlanok, és emiatt nem ítélik meg helyesen a nanotechnológia potenciális előnyeit és kárait, és ehhez csak annyi kellene, hogy egy jól felkészült tudományos újságíró közölje vele ezeket – ha nem egyszerűen nincs mit közölni. Ezért az egyik fő stratégiai az EU-ban is, és számos irányelv erre vonatkozik, hogy meg kell erősíteni és sokkal több pénzt kell befektetni a kockázatbecslésekbe. Ez egy nagyon jelentős irányelv – most csak a nano-biotechnológiáról beszélek, de a többire is vonatkozik –, hogy azelőtt, mielőtt megfelelő kockázati tanulmányok és kockázatkezelési stratégiák vannak, nem lenne szabad a piacra bocsátani ezeket a termékeket.

SZABÁLYOZOTTSÁG ÉS TÁRSADALMI ELFOGADOTTSÁG

K.: Visszatérve a korábban elhangzottakra, tehát a gyártók kockázatbecslése mellett fel kell tüntetni a termékeken, hogy az nanoanyagot tartalmaznak, tehát a szabályozás gyakorlatilag a fogyasztóra bízta a döntést, hogy ő akarja-e. Ehhez azonban kell egyfajta fogyasztói tudatosság...

D.E.: Kell a fogyasztói tudatosság, és felmerült annak a lehetősége is, hogy szükséges lehet egy adott pontban, hogy időnként ezeket a gyártókat ellenőrizni kell. Mert előfordulhat, hogy egy felelőtlen gyártó esetében, aki azonnali profit reményében nem teljesen megalapozott, nem a lehető legalaposabb kockázatbecslést végzi, és a termékeit a piacra bocsátja, esetleg elhallgat információkat, vagy nem volt tudomása arról az információról, a terméke okoz valami gondot – és felmerül a kérdés, hogy az államnak van-e valamilyen felelőssége abban, hogy ezt a helyzetet megakadályozza. Bizonyos nagyon kritikus helyzetekben, ahol emberek próbálnak ki bizonyos nano-bio alkalmazásokat, ott szigorúbb állami ellenőrzés szükséges. Ezek még kérdések.

K.: Növekedhet-e a társadalmi elfogadottsága a már alkalmazott nanotechnológiai termékeknek, amelyek nem érintkeznek az emberi szervezettel közvetlenül?

D.E.: Az EU-felmérések azt mutatják, hogy Európában „nanopozitív” a hangulat, például léteznek öntisztító ablakfelületek, amelyek ledobják magukról a szennyeződést, vagy gyűrődésmentes anyagok. Azt jósolják, hogy attól a ponttól kezdve, amikor az emberi testtel közvetlen kölcsönhatásban kerülnek

a nanoanyagok, óvatosabb leszünk mi is, mint fogyasztók: tehát a kozmetikumoknál, az élelmiszereknél. Emiatt azt látom, hogy a gyártóknak az az érdeke, hogy ne úgy alakuljon ki a társadalmi párbeszéd, hogy általában a „nano”-ról beszélünk, hanem mindenki azt hangsúlyozza, hogy minden termék esetében egy specifikus eljárási módot kell követni; mert más, ha egy nano-asztallapról beszélünk, és megint más, ha egy testre felkerülő krémet, vagy egy élelmiszert vizsgálunk; illetve a másik nagy csoport, az orvosi alkalmazás. Ezeket külön is kezelik valamennyire, a nano-biomedicinára vonatkozó szabályok egyrészt benne vannak a nanotechnológiai irányelvekben EU-s szinten, másrészt az élet-tudományokhoz sorolják be, és az erre vonatkozó irányelveket kell követni.

K.: Mi lehet ennek a társadalmi hasznosulása? Mert amikről én tudok, azok első-sorban a gyártók számára jelentenek előnyt.

D.E.: Beszéljünk akkor a nanomedicináról, mert az abba való befektetés társadalmilag a legelfogadottabb.

K.: Úgy tudom, hogy Magyarországon különösen nagy a társadalmi elfogadottság a gyógyítással kapcsolatos alkalmazások tekintetében...

D.E.: Igen. Sajnos pontosan nem tudom, hogy a gyógyszergyártás terén és az orvosi nanotechnológia területén milyen szinten vannak a magyar gyógyszergyártók, de a Nemzeti Kutatásfejlesztési Hivaltól megtudtuk, hogy nagyon sok ilyen projektet támogatnak. Tehát Magyarországon általában is sok a nanokutatás, és ezen belül fontos szerepet tölt be a nano-biotechnológia is.

A nanotechnológiai kutatások által létrejött orvosi diagnosztizálásról lehet hallani, vagyis nanorészecskéket tudnak eljuttatni a szervezet különböző pontjaiba, és összekombinálva képalkotási módszerekkel, komoly eredményeket érhetnek el a korai diagnosztizálás területén. Ez az egyik terület. A másik, hogy nanokapszulákba teszik be a hatóanyagot, és azt célzottan el tudják juttatni a beteg szövetekhez, sejtekhez. Tulajdonképpen a nanomedicina rokonterület a molekuláris biológiával, de míg a molekuláris biológia csak ezeknek a sejtszintű folyamatoknak a mechanizmusát tanulmányozza, addig a nanomedicina technikát ad ehhez, ahhoz, hogy sejtszinten, szövetszinten beavatkozzunk. Ezáltal óriási áttörés lehetséges elméletileg a regeneratív orvoslásban. Ez azt jelenti, hogy szöveteket tudunk újraépíteni, izomszövetet, csontszövetet, idegszövetet és ez óriási áttörést jelenthet a betegségek gyógyításában, mint például a rák, vagy az Alzheimer-kór, de reményt nyújt autoimmun-betegségek gyógyításában is. Egyrészt segíti a regeneratív orvoslást, másrészt célzottan, személyre sza-

bott terápiákat tesz lehetővé. Valóban, ha ezeket meghallgatjuk, akkor látjuk, hogy a lehetőségek óriásiak.

K.: Nyilvánvaló, hogy az érintett betegek részéről igen nagy lenne az igény...

D.E.: Igen. Jogos célkitűzésnek tűnik, viszont felmerülnek természetesen itt is etikai problémák. Az egyik, hogy egyesek megkérdőjelezzik, hogy beszélhetünk-e nanobiológiai, vagy nanoetikáról az orvoslásban, és mi a különbség a genetikai alkalmazásokhoz képest. Nagyrészt hasonló. Tehát ugyanazok az elvek érvényesülnek itt is, a nanoorvoslásban, mint például a tájékozott beleegyezés, és a jog, hogy a beteg ismerje a diagnózist; a jog, hogy visszautasítsa az információátadást – ezek a klasszikus elvek. Az autonómiának tehát itt is kell érvényesülnie. Továbbá, hasonlóképpen a genetikai technológiákhoz, génterápiához, itt is fennáll az az etikai dilemma, hogy valószínűleg a diagnózist hamarabb fel fogjuk tudni ezekkel az új technológiákkal állítani, minthogy a terápia rendelkezésre állna. Kérdés, hogy vajon mennyire etikus az, hogy valakivel már tíz éves korában közlik, hogy egy adott betegségben valószínűleg meg fog halni... Itt nagy dilemma van. Nagyon jó dolog a diagnosztika, de a terápia is kell, hogy fejlődjön. Emiatt, hogy ilyen korai diagnosztizálás jöhet létre, filozófiai problémák is felmerülnek: hogy a beteg mikortól számít betegnek. Ha korán megállapítják, hogy van egy ilyen génje, hajlama, amikor tulajdonképpen még egészséges és jól van, megváltozik a betegségfogalom is.

K.: Érzek én egy kettőséget ebben, hogy az uniós irányelv az, hogy legyen párbeszéd, de még mindig nem tudjuk, mi fogyasztók, hogy milyen formákban találkozhatunk a nanotechnológiával. A gyártók bizalmatlanul fordulnak a társadalomhoz.

D.E.: Nincsen a nanotechnológiára vonatkozó „labeling”, nem olyan nagy beszédtema ez még, ezért mondom, hogy erről lehet több szinten beszélni, kritizálni. Végigolvasva az EU-s irányelveket, nagyobb a hangsúlya annak, hogy engedjük ezeknek a tudományoknak a fejlődését. Itt azonban számos tudományetikai kérdés van: a tudomány szabadsága, és hogy az etika ne fékezze. Az etikai kérdések és a társadalmi aggodalmak úgy jelennek meg, mint valami szükséges rossz, amit muszáj kezelni. Tehát még nem érzem azt, hogy ez valóban egy közös társadalmi megbeszéléssel, azt mondanánk, hogy milyen technológiai társadalomban szeretnénk élni, és elfogadjuk azt, hogy nem kell úgy megőrizni, ahogy azt a természet megteremtette. Nagyon régóta sok technikát használunk, de nincs kimondva, hogy a társadalom azt akarja, hogy ilyen irányba menjünk. A gyártóknak, a tudósoknak, a fejlesztőknek megvannak ezek

lehetőségeik és képességeik, és ezt valahogy a társadalommal el kell fogadtatni. Én így látom pillanatnyilag.

ETIKAI KÉRDÉSEK, ALKALMAZÁSI TAPASZTALATOK

K.: Létezik jelenleg Magyarországon olyan civil szervezet vagy bármilyen csoportosulás, amely egyáltalán érdeklődést mutat ezek iránt az etikai kérdések iránt?

D.E.: Az etikai kérdések iránt szerintem inkább kutatói műhelyekben bioetikusok, illetve a kormányzatok mellett dolgozó testületek tanúsítanak érdeklődést, akiknek ez a feladta. Pont az új technológiák mentén kezd azonban egyfajta civil tudatosság megvalósulni, és ez átvisz minket egy másik területre, a részvételi technikákra, amelyek a skandináv országokban, például Dániában már nagy hagyománynak örvendenek. Megvannak már erre a módszerek, összehívják az érdekelteket és megvitatnak kérdéseket – itt nálunk ez még nem elterjedt. Van egy alapítvány, a Cromo Alapítvány, ők próbálják ezt itt honosítani.

K.: Ők például rendelkeznek ezekkel a szükséges információkkal?

D.E.: Ők ennek a konzultatívabb párbeszédnek a lebonyolításához szükséges technikával foglalkoznak. Mindig meghívják egy szakértőt az adott területhez. Ha környezetvédelemmel kapcsolatos kérdés merül fel, például szelektív hulladékgyűjtés, akkor valakit meghívják tudományos vagy szakmai szempontból, hogy vegyen részt ebben a beszélgetésben. Az összegyűlteknak tartanak például előadásokat, hogy kellő információkat adjanak át a témáról és miután a hallgatóság rendelkezik ezzel, az adott közösségen belül megvitatják, hogy az jó vagy rossz nekik. A nanotechnológiával azonban az a gond, hogy pillanatnyilag nem tudunk száz százalékos, pontos információkat, hanem azt lehet elmondani – például a nanomedicináról beszélgetve –, hogy ezek az előnyök és ezek lehetnek az esetleges kockázatok.

K.: Úgy tűnik, hogy jelenleg még az előnyökről sem lehet tudni biztosan, hogy azok valóban előnyök.

D.E.: Potenciális előnyök és potenciális kockázatok egyaránt vannak. Az is nagyon fontos, hogy ezek fair módon osztódjanak el, hogy például ne a harmadik világbeli országok vigyék el a kockázatot, hogy például ott kísérletezik ki ezeket a nanotechnológiákat, de hozzáférni már nem férhetnek hozzá. Ez az egyenlő

elosztás kérdése fontos szempont országon belül is, bármilyen kis szinten lehet vonatkoztatni, hogy valakiből ne csak kísérleti alany legyen.

A Nanoplat Projektnek, amelyben mi dolgoztunk, az volt a lényege, hogy a nanotechnológiával kapcsolatos részvételi technikák piacát, vagy gyakorlatát térképezze fel Európában. A specifikus az volt benne, hogy mi sem csupán a nanotechnológiáról beszéltünk általánosságban, hanem a már piacon lévő nanotechnológia felhasználásával készülő termékre koncentrálna. Abból kiindulva, hogy ne menjünk el a science fiction-be, arra koncentráltunk, hogy milyen termékek vannak és ezek meghatározták a területeket, amikre fókuszáltunk: a kozmetikumok, a textil és az élelmiszer – mivel voltak német résztvevők is, ott már komoly kutatások és viták voltak a nanoélelmiszerekkel kapcsolatosan.

K.: Ott már van bizonyos alkalmazási tapasztalat ezek szerint?

D.E.: Van, de nem alkalmazási tapasztalat, inkább tanulmányok. Angliában és Németországban nagyon sok ilyen, részben kormányzati, részben magántőkéből működtetett intézet van, ahol elég komoly kutatások folynak. Vannak civil szervezetek, amelyek szintén megpróbálnak minden információt összegyűjteni, például, a Föld Barátai, akik nagyon nagy technológiai kritikusok. Ők gyűjtik össze a negatívumokat, így a pro és kontra érvek egyaránt rendelkezésre állnak.

K.: Ez lenne a következő kérdésem lényege: ugye mindig visszatérünk a biotechnológiához, mert azzal kapcsolatban van tapasztalatunk, és valahol azért hasonló a megítélés is. A biotechnológia ügyében mindig az a –tudósok részéről is – gyakran felmerülő kétely, hogy tájékoztatás általában egyoldalú. Vagy a pro érveket mondják el, vagy a kontra érveket és éppen melyikkel találkozik a laikus, az van rá hatással. De soha, vagy legalábbis nagyon-nagyon ritkán fordul az elő, hogy egymás mellé állítva kapja meg ezeket az érveket, párhuzamosan, egyidejűleg, ami alapján ő személy szerint tudna dönteni. Vajon van-e erre lehetőség a nanotechnológiában?

D.E.: A részvételi technológiák pont erre vonatkoznak, hogy itt tulajdonképpen többféle szakértőt hívnak meg, akik környezetvédelmi szempontból, egészségügyi szempontból, fogyasztóvédelmi szempontból tudnak előadásokat tartani az összegyűlteknak, akik majd a kapott információ alapján vitába tudnak bocsátkozni egymással, és egy véleményt formálnak.

K.: Ezt a véleményt figyelembe tudják venni a döntéshozók?

D.E.: Ez a gond ezzel a technológiával. Kevésbé, de ez volt azokban az országokban is, ahol ennek hagyománya van. Mert ott vannak olyan kormányzati mechanizmusok, amik által ezek a vélemények bekerülnek a törvényhozatalba. Olyan országban, ahol ennek nincs hagyománya, lehet szervezni elszórtan ilyen eseményeket, de kormányzati interjúból tudom, hogy nálunk nem ez a mechanizmusa annak, hogy befolyásolni tudják a döntéseket, hanem itt központosítottabban működik. Van egy hatóság, mondjuk a fogyasztóvédelmi hatóság, és ők próbálják bevonni a civil társadalom véleményét, a civil társadalmi alapítványoknak biztosítva egy helyet. Például a tudatos vásárlók ott ülnek és képviselhetik a civilek álláspontját. Valamivel másabb a mechanizmus, és nem lehet egy az egyben átültetni. Fontosnak tartjuk, hogy szervezzünk ilyen állampolgársági tanácsot, megszervezhetjük, biztos érdekes lesz, de nagyon bonyolult lenne ennek az ajánlásait átvinni az igazi döntésekbe. Nem kizárt azonban ez sem. Nincs ennek meg itt a hagyománya, a kidolgozott formája. Ez egyben kritika is ezekkel a tanácskozással kapcsolatosan, amik egyrészt jó lehetőséget adnak arra, hogy megbeszéljük, más kérdés azonban, hogy ezek mennyire hatékonyak. Franciaországban például szerveztek ilyet, a végső konklúzió az volt, hogy ki kell nevezni egy szakértőkből álló csoportot, hogy döntse el a kérdést. Ha pedig figyelembe vesszük, hogy olyan technikákról beszélünk, ahol még a szakértők sem rendelkeznek elegendő információval, akkor itt felmerül a felelősség kérdése is: hogy a kormányzat megengedheti azt, hogy az állampolgárokat bízva a döntést. Ez egy bonyolult felelősségmegosztási kérdés, emiatt fontos, hogy mindenki együtt gondolkozzon, és lehet nyíltan kezelni az információkat, nem elhallgatni semmit: tehát a kutatók, ha végeznek kutatásokat, ne hallgassák el a káros hatásokat sem. Ezeket az etikai, társadalmi aggodalmakat nem lehet lesöpörni az asztalról, hanem próbálni kell megválaszolni. Talán így elkerülhető az, hogy akkor jelentkezzen hirtelen egy probléma, amikor már az adott termék a piacon van, mert az tényleg katasztrofális hatással lehet a technológia megítélésére.

Ugyanígy, ha egy kutatónak sikerül áttörést okozni a rák gyógyításában nanotechnológiával, akkor az szintén pozitívan kivetül az egész területre. Tehát van egy ilyen esetlegesség is arra vonatkozóan, hogy hogyan dől el az egész kérdés...

K.: Vagyis, hogy az előnyök, vagy a hátrányok fognak először a nyilvánosságra kerülni.

D.E.: Igen, és például a kozmetikumokkal kapcsolatosan érdekes volt, hogy egy időben a reklámokban kiemelték, hogy egy adott arckrém, nanorészecskéket tartalmaz, nanokapszulákkal eljuttatja a bőr legmélyebb rétegeibe a hatóanyagot, de miután jobban elkezdődött ez a társadalmi vita, és felmerültek nyíltan

ezek a kérdések a napozókrémekkel kapcsolatban is, hogy a mély rétegek mennyire mély rétegek, akkor ez kimaradt a reklámokból. Tehát egy adott pontig az, hogy „nano”, az lehet a marketing eszköze, de egy adott ponttól jobb, ha nem mondtak semmit erről. A fogyasztó elsősorban a biztonságot tartja fontosnak. Valószínűleg úgy lesz ezekkel a termékekkel is, mint a gyógyszerekkel, amiket ha megveszünk, és elolvassuk a mellékhatásokat, inkább be se vesszük... Tehát a felelősséget ránk, mint fogyasztókra hárítják.

A nano-biotechnológiánál az egyik ilyen törésvonal az, hogy a diagnosztika valószínűleg hamarabb válik lehetővé, mint maga a terápia; a másik pedig, hogy hol a határ a terápia és az „enhancement”, a képességek feljavítása között, tehát a gyógyítás és a javítás közötti határvonal. Általában az etikai vélemények a gyógyítást javasolják, az „enhancement”-et pedig inkább megkérdőjelezzik: hogyan változtatja meg az emberi identitást, illetve a gépit, mert ezek a nanorészecskék testidegen anyagokból épülnek fel, de beépülnek a szervezetbe. Ez egy olyan etikai irányvonal, amelyet jelenleg is kutatnak, hogy az emberi identitást hogyan fogja ez befolyásolni. Azt mondják, hogy ez már science fiction, de ezek létező kutatási irányzatok, például a látás javítására. Amiről kevésbé beszélnek, de szintén az etikai problémák tárgyalásakor külön bizottságokat hoznak létre erre, az az ún. „dual use”, azaz kettős felhasználás, ami azt jelenti, hogy egy adott technológiát kifejlesztnek, de azt lehet katonai célra is használni. A legfontosabb itt a nanotechnológiával kapcsolatban a megfigyelés, tehát olyan kicsi szerkezeteket tudnak gyártani, hogy nem is veszi észre az illető, hogy megfigyelik.

Ez ugyanígy minden más biotechnológiánál felmerül, tehát egy fontos etikai „checkbox”, hogy felmerülhet-e a kettős felhasználás – hogy terrorista, vagy katonai célokra felhasználhatók-e ezek a technológiák. A kutatáspolitikai, vagy a tudománypolitika is próbálja ezt beépíteni, hogy egy kutatási projektet addig nem lehet jóváhagyni, amíg ezeket a lehetőségeket nem zárjuk ki. Az emberi egészségre és a környezetre való kockázat mellett ez potenciális.

K.: De hát szinte minden technológiai lehetőséget fel lehet használni negatív célokra is, csak szándék kérdése...

D.E.: Pontosan, és ezt nehezíti az, hogy hogyan tudja a kutató kontrollálni azt, hogy mire használják majd, illetve hogyan tudja kivédeni ezeket, hogyan tud úgy érvelni, hogy mégis megkapja a kutatási pénzt, ez egy rendkívül bonyolult dolog. Mindenki egyetért vele, hogy ezeket szempontokat már a technológia fejlesztésekor figyelembe kell venni, de ez korántsem olyan egyszerű. Egyrészt azért, mert az etikusok, társadalomtudósok – ezt valóban el kell ismerni – nem értik mélyen az adott technikának a műszaki paramétereit, hogy minden lehetséges dolgot meg tudjanak ítélni.

K.: Az általánosságban elmondható, hogy a nanotechnológia szempontjából a kutatókat jelenleg egy támogató közeg veszi körül a döntéshozók részéről is, és a laikus közönség részéről is?

D.E.: Igen, és ezt próbálják megtartani, ezt a bizalmat és támogató légkört úgy, hogy tájékoztatással megpróbálják elérni, hogy a laikus közönség is bevonva érezze magát. Az irányelvek szerint már a technológia kidolgozásának szakaszába be kell építeni a kockázatbecslést, és ezeket a társadalmi, etikai szempontokat: ha lehet, olyan technológiát dolgozzunk ki, amit nem utasítanak el.

K.: Akkor talán ez lehet az első ilyen új technológia...

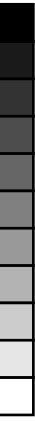
D.E.: Igen, pontosan, az EU participatory approaches összefoglalójában úgy szerepel, hogy a nanotechnológia lehet az első olyan technológia, amit idejében kontrollálnak. Meg szokták kérdezni, amikor előadást tartok, és elmondom, hogy igen, itt vannak már a piacon; és talán az a válasz, hogy azért lehet ezt mondani, mert nem volt még belőle botrány.

K.: Reméljük, hogy nem is lesz és csak az előnyeit fogjuk érzékelni a technológiának, természetesen a lehetséges kockázatok érzékelése mellett...

D.E.: A kockázatok a nanotechnológiában nem most jelentkeznek. Az időbe telik, amíg egy termék az elkészítéstől visszakerül a környezetbe. Ha erre várunk, akkor biztos, hogy minket a nanotechnológia kockázatai egyelőre nem fenyegetnek.

K.: Köszönöm a beszélgetést.





III. Humángenomika





A humán genomika, klónozás, őssejtkutatás etikai, társadalmi, jogi kérdései

A genetikai kutatások 1960-es évektől kezdődő nagy ívű fellendülése és a Humán Genom Projekt (HGP) 1990-es évek elején történő elindulása nem csupán az élettudományi kutatásokban idézett elő radikális változásokat, hanem a humán- és társadalomtudományi diszciplínák kutatási témáira is jelentős hatással volt, és széleskörű társadalmi vitákat váltott ki az etika, az emberi élet alapvető prioritásai és az emberi felelősség kontextusában. A genetika tudásunk politikai-társadalmi alkalmazásának múlt századi története, a személyek genetikai adataival történő visszaélések kortárs lehetőségei, a genetikai információ könnyen hozzáférhető volta, az információ részletessége, valamint a potenciálisan érintettek nagy száma, mind olyan szempontként jelentkezett, melyek szükségessé tette azt, hogy a projekt eredményeivel történő lehetséges visszaéléseket megfelelő előrelátással felvázolják és megvitassák. Ennek során alakult ki az a bioetikai diskurzusban és a közpolitikai törekvésekben egyaránt tetten érhető szabályozási tendencia, mely a genetikával kapcsolatban speciális szabályok megalkotását sürgette. A genetikai információnak tulajdonított különleges státuszt, a genetikai adatnak az egészségügyi adatokhoz képest rendkívüli kezelést sürgető felfogását nevezzük a genetikai rendkívüliség doktrínájának.

Egy adott személy genetikai profilja megalkotásának képessége jelentős kérdéseket vet fel a magánélethez való joggal, a titoktartással, az adatvédelemmel, a tulajdonjoggal és személyes autonómiánkkal kapcsolatosan. Hogyan biztosítható a genetikai információ megfelelő védelme? Ki férhet hozzá az információhoz és milyen feltételek mellett? Milyen jogokkal rendelkeznek, ha egyáltalán, a munkaadók, a biztosítók, a családtagok az egyén genetikai információját illetően? Számos genetikai betegség diagnosztizálhatóvá válik még azelőtt, hogy a tünetek fellépnének és sokszor anélkül, hogy kezelés is létezne az adott betegségre. Hogyan leszünk képesek az ilyen dilemmákat megoldani? Továbbá milyen társadalmi változásokat indíthat el a projekt? Ha potenciális társadal-

mi folyamatként egyre inkább genetikai terminusokban írjuk le és próbáljuk megérteni a betegségeket és a tulajdonságainkat, ez milyen változásokat idéz

1997. április 4-én kelt Ovidóban Európa Tanács előkészítésében, majd 1997. december 1-ével vált a ratifikáló országokban hatályossá az Európa Tanácsnak „Az emberi lény emberi jogainak és méltóságának a biológiai és az orvostudomány alkalmazására tekintettel történő, védelméről szóló egyezmény,” majd ennek első, 1998. január 12-én Párizsban kelt, az emberi klónozás tilalmáról szóló és a ratifikáló tagállamok számára 2001. március 3-án hatályossá váló kiegészítő jegyzőkönyve. Magyarország 2002. május 1. hatállyal, a 2002. évi VI. törvénnyel jogrend-szerébe emelte az Ovidói egyezményt és csatlakozásával vállalta, hogy folyamatosan figyelemmel kíséri a bioetikai, az orvostudományi kutatások szabályozási körét, illetve a tárgykörben jogszabályokat alkot, követve az uniós szabályozást. A 2008-as új törvény (2008. évi XXI. törvény a humángenetikai adatok védelméről, a humángenetikai vizsgálatok és kutatások, valamint a biobankok működésének szabályairól) meghatározza, egységes jogrendszerbe foglalja a humángenetikai vizsgálatokra és kutatásokra vonatkozó szabályokat, a genetikai adatok kezelésének feltételét, célját, valamint a biobankok létesítésének jogi követelményeit.

elő az emberi természet felfogásában és más önmagunkról és fajunkról alkotott fundamentális fogalmaikban, elképzeléseinkben és hiteinkben? Képesek leszünk leírni és elgondolni az egyént, mint aki pusztán a gének interakciójának terméke? Hogyan definiáljuk majd a normalitást, az abnormalitást, a fogyatékos-ságot? Ezen kérdések jelentőségének felismerése, és az azt övező egyre intenzívebb dialógus nemzetközi szinten jelentkező elkötelezettséget és érdeklődést hozott létre a HGP és általában a biotechnológia etikai, jogi és társadalmi kérdéseinek és problémáinak feltárásában. A humángenetikával kapcsolatos kutatások és alkalmazási lehetőségek különféle aspektusainak szabályozására csak a 2000–2005 közötti időszakban 75 nemzetközi dokumentum született. Ezek a génterápia, a gensebészet, a gének szabadalmaztatása, a genetikai szűrések, a genetikai tesztek, a genetikai szolgáltatások, a farmakogenomika, a populációs genetika, az ivarsejtes génterápia, a szomatikus génterápia, a reprodukciós klónozás, a terápiás klónozás,

a genetikai kutatások, és az összejt kutatások problematikus voltára hívták fel a figyelmet, és egyben megkíséreltek útmutatást adni a vitás kérdésekben.⁵¹

A GENETIKAI INFORMÁCIÓ MINT ETIKAI KÉRDÉS

A genetikai információ kiemelt helyet foglal el a genetikai ügyek között, mert a génterápiától és az emberi klónozástól eltérően a genetikai információn alapuló tudásunk alkalmazásai a gyakorlatban is mindinkább hozzáférhetőek, az elérhető genetikai tesztek száma rohamosan növekszik. A genetikai információval való lehetséges visszaélések, különösen a genetikai diszkrimináció újrafarmálódó lehetőségei, és a XX. századi eugenika visszatérésének eshetősége

⁵¹ Kakuk Péter: A genetikai információ és a diszkrimináció bioetikai problémája: a genetikai rendkívüliség doktrínája a közpolitikai vitákban. Egyetemi doktori értekezés, 2009.

messzemenő félelmeket szültek a nyugati társadalmakban. A genetikát övező bioetikai diskurzusban a személyek és csoportok genetikai információn alapuló hátrányos megkülönböztetése, genetikai diszkriminációja elválaszthatatlanul összefonódott a genetikai információ alkalmazási lehetőségeinek szélesedésével. A személyek genetikai információjához való hozzáférésre igényt tarthatnak kívülálló személyek, munkáltatók, nyomozó hatóságok, biztosító társaságok, és mások. A géntesztek, genetikai szűrések, és a genetikai információ számtalan előnyt hordozó alkalmazási lehetőségei mellett tehát egy sor olyan visszaélés is lehetővé tehet, melyek mindenképpen kritikai reflexiót és gondos mérlegelést igényelnek. A genetikai információ megjelenése által felvetett általános bioetikai kérdés a következőképpen fogalmazható meg. Hogyan biztosítható a genetikai információ alkalmazási lehetőségeihez kötődő társadalmi haszon (pl. közegészségügy, orvosi diagnózis, farmakogenomika stb.) kiteljesedése, anélkül, hogy az egyének védelme csorbát szenvedjen vagy a vélt társadalmi károk bekövetkezzenek?⁵²

A személyes genetikai információ védelmének szükségességét nemzetközi konszenzus övezi. Viszonylagos egyetértéssel találkozhatunk azt illetően is, hogy miért kell védelemben részesíteni a genetikai információt. A genetikai információnak biztosítandó védelem módját és mértékét illetően azonban már különféle megközelítésekkel találkozhatunk mind az etikai viták, mind a szabályozási törekvések szintjén. Kakuk Péter szerint ugyanakkor a genetikai információnak tulajdonított különleges státusz, a genetikai adatnak az egészségügyi adatokhoz képest rendkívüli kezelése egyáltalán nem nyilvánvaló, úgy véli, ez a felfogás és szabályozási folyamat alapvetően a genetika és a genetikai információ fogalmát övező komoly félreértésen, és több tudományosan megalapozatlan előfeltevésen alapul.

„A genetikai információnak egyetlen olyan tulajdonsága sincs, mely ne lenne felmutatható más orvosi-egészségügyi információk esetében is. A genetikai információ rendkívüli kezelését egyetlen dolog indokolja: a gének, a genetika és a genetikai információ társadalmi reprezentációja. Az viszont kérdéses, hogy helyesen járunk-e el, amennyiben egy kimondottan gyakorlati orientációjú, a társadalom vitás etikai kérdéseivel foglalkozó diszciplína képviselőiként kritikátlanul átvesszük a genetikát övező társadalmi nézeteket. Ilyennek tekinthető az a genetikai információra vonatkozó hit, mely szerint az egyén DNS-éből kiolvashatók a betegségei és a betegségekre való hajlamai, és így az egyén jövőbeli

⁵² Kakuk, 2009.

egészségi státuszára vonatkozó előrejelzést tesz lehetővé. A genetikai információról való ilyen vélekedések fokozzák a diszkrimináció lehetőségét, és az etikai vitákon túl számos nemzetközi és nemzeti szabályozás is emiatt próbál fokozott védelmet és speciális kezelést biztosítani a genetikai információnak. Az emberi jogok elkötelezett védőinek ez a gyakorlata csak a genetikai információ társadalmi reprezentációjából kiindulva tarthatja indokoltnak a speciális kezelést, mellyel háttérbe szorítja azt a kérdést, hogy mi az, amit valójában megtudunk, ha valakinek a géntesztjéből ismerjük a DNS-en található szekvenciákat. Közpolitikai stratégiaként is problematikus a genetikai információ speciális védelme, mivel az emberi jogok védelmezőinek jó szándéka ellenére visszaigazolja a genetikai információt és a géneket övező félrevezető társadalmi elképzeléseket. A klasszikus eset, amikor nem tévedünk nagyot, ha arról beszélünk, hogy egy materiális egységként elképzelt génbe „be van írva” egy bizonyos tulajdonságunk, a monogenetikus betegségeknél valósul meg. Ezeknél az igen ritka, a teljes populáció csekély részét érintő betegségeknél egy jól meghatározható DNSszakasz hibája szükségszerűen valóban az adott betegségeknek a fejlődési szakasz vagy az életkor valamely pontján történő megjelenését idézi elő. (...) de természetesen a környezeti hatások itt is bizonyos korrekciókat hajthatnak végre a fenotípuson, a betegség súlyosságát, megjelenési formáját befolyásolva (...).”⁵³

TUDOMÁNYOS ÉRTELMEZÉSEK SZÉLESEBB KÖRŰ HATÁSA A GENETIKAI TERÜLETÉN

Kakuk szerint a bioetikai diskurzus komoly hibát vét azzal, hogy ezeket a nem reprezentatív eseteket nem a helyén kezeli, ezáltal masszív támasztékot nyújt a gének működésével kapcsolatos félreértéseknek, ahelyett, hogy a monogenetikus betegségek kivételes esetekként való bemutatásával rávilágítanának a géneknek a fejlődésben, az emberi tulajdonságok kialakításában játszott korlátaira vagy akár az egyedfejlődés biológiai folyamatainak komplexitására. Úgy véli „számos probléma és szabályozás talán elkerülhető volna, ha ragaszkodnánk a gének emberi életben játszott szerepének realistább, visszafogottabb értelmezéséhez, melyben a genetikai technológiák és azok embereken való alkalmazásának lehe-

⁵³ Kakuk Péter: A génfogalom problémája és a génetika. *Fundamentum*, 2006/1.

tőiségei a maguk korlátaival együtt jelenhetnének meg”. Csak egy példát említve: a még meg nem született személy kíváncsi biológiai adottságoktól függő tulajdonságainak kialakításához a gének „jelenleg” egyáltalán nem írhatók le olyan entitásokként, melyek megváltoztatásával, manipulációjával az előre eltervezett, tetszés szerinti eredményeket érhetnénk el. A génétika azon elképzelése, mely szerint a gének és az emberi természet között valamiféle szoros kapcsolat áll fenn, és így a génekbe történő beavatkozások mint az emberi természetbe, az egyének biológiai adottságaiba való beavatkozások radikálisan új lehetőséget nyitnák meg előttünk, a genetikai determinizmus kifejeződésének tekinthető, ami meglehetősen ingatag lábakon áll az újabb kutatások fényében. (Uo.)

A valóságban az orvosi genetika,⁵⁴ a genetikai vizsgálatok körül sok a bizonytalanság, és szintén sok etikai kérdés felmerül ezen a területen. Nyilvánvaló, hogy a *tünetekkel* jelentkező betegen segíteni kell, de mi a helyzet egy *majdani betegség* rizikójának előrejelzése esetén? Mi a teendő egy egészséges egyénben észlelt, genom szintű eltérés észlelése esetén? Kik részesülhetnek a genetikai tesztelésben, milyen körre biztosítható a hozzáférhetőség? Szabad-e olyan tesztelést végezni, amely egyelőre kezelhetetlen betegségekre irányul? Az egyed genetikai identitását megtudhatja-e a családtag, a házastárs? Abszolút érvényű-e a genetikai diszkrimináció tilalma? Felléphet-e az orvos az egyén akaratára ellenére preventív intézkedést javasolva, vagy a veszélyeztetettek (családtagok, környezet) érdekében? Egyáltalán: ki, mit, hogyan közölhet a beteggel? Mértékadó nemzetközi szervezetek (UNESCO, WHO, EU) a szabályozások terén - egyebek közt - az orvosi genetika jogi és etikai kérdéseit az emberi méltóság oldaláról közelítik meg, ahhoz tartják magukat, hogy a kutatás vagy az ismeretek alkalmazása nem kerülhet előnybe az egyén alapvető szabadságjogaival szemben, tiszteletben tartják a genetikai adat védelmét garantáló speciális szempontokat, elutasítanak mindenfajta genetikai diszkriminációt. Kosztolányi György szerint ugyanakkor túlzásokba sem szabad esni a normák meghatározásakor: „Nem lenne jó, ha a genetikai tesztekkel való visszaélésektől való félelem gátolná az orvosi munka elsőrendű feladatát, a betegen való segítséget.” A diszkrimi-

⁵⁴ Az orvosi genetika a genom veleszületett és szerzett rendellenességeivel foglalkozó orvosi tudomány, amelynek célja – a veszélyeztetett egyének/családok korai identifikálása és a genetikai ártalom pontos diagnosztizálása nyomán – a genetikai károsodás kialakulásának, patomechanizmusának kutatása, populációs előfordulásának, családon belüli ismétlődésének megelőzése és lehetséges terápiája, végső soron az emberi genom védelme. Az orvosi genetika (amely nem egészen azonos fogalom sem a humángenetikával, sem a klinikai genetikával) számos egyéb mellett két vonatkozásban markánsan különbözik minden más orvosi diszciplínától: (1) az orvosi genetika *transzgenerációs jellegű*: korábbi generációkat elemez az öröklődés szabályszerűségei szerint, s döntései a jövő generáció érdekében születnek; (2) szemben a tradicionális orvosi tevékenységgel, amely az emberek betegségeikkel szembeni rizikóit egyénként definiálja, a genetikus a populáció egyedeit a *genetikai variabilitás* talaján elemzi, amely szerint mindenkinek egyéni kockázata van. (Kosztolányi György: *A genomika kölcsönhatásai a medicinával és az egyetemes tudománnyal* (<http://epa.oszk.hu/00700/00775/00042/567-574.html>))

náció tilalma is vitathatatlan, de – mint rámutat – lehet olyan genetikai teszt-eredmény, amelynek visszatartása másokat sodorhat veszélybe (pl. ha egy még egészséges, de hirtelen halál veszélyét jelentő *long-QT* szindróma mutáns génjét hordozó egyén a pilóta vagy buszvezetői pályát kívánja választani).⁵⁵

A vizsgálatok más kockázatokat is hordozhatnak. Ezek közül néhány-nyal már a hetvenes években is foglalkozott az orvostikai irodalom. Egyre több betegség genetikai összetevőit lehet azonosítani. Ezek rendszerint csak a hajlamot bizonyítják és a „szimptóma mentes betegségből” a tényleges betegség kialakulására többnyire, de nem minden esetben, csak statisztikai valószínűséggel lehet következtetni. Az Egyesült Államok fekete lakosságának 10%-ában például megtalálható a sarlósejtes vérzékenység genetikai meghatározója, de ezek közül csak minden ötszázadik személyt fog érinteni maga a betegség. Ennek ellenére az Egyesült Államokban a rendellenesség hordozói a hetvenes években egy ideig nem kaptak munkát repülőgépeken. Ma már nagyon sok genetikai rendellenességet lehet azonosítani, ezeknek jelentős hányada egyetlen génhibára vezethető vissza. Ezek gyógyításához egyre közelebb jut a tudomány. A többtényezős rendellenességek esetében a hordozóik egészségére gyakorolt hatás sokszor még ismeretlen; szerencsésebb esetekben a betegség megjelenésének csak bizonyos fokú valószínűsége állapítható meg. Gyógyítás helyett nem ritkán csupán a betegség, vagy néhány fölismert hajlam kialakulásának megelőzésére, esetleg a tünetek enyhítésére adódik csak lehetőség. A hajlam fölismerése biztosíthatja a betegségre való fölkészülést is. Egy gyógyíthatatlan betegség lehetőségére való fölkészülés azonban legtöbbször csak a kikerülhetetlen végzet terhének meghosszabbodását eredményezi. Ha figyelembe vesszük a genetikai rendellenességek nagy száma mellett azok alacsony előfordulási arányszámát, és a hamis pozitív vagy negatív eredmények lehetőségét is, a hajlam ismeretével kapcsolatos előnyök és terhek kedvező arányát nem mindig lehet feltételezni.⁵⁶

Az egyéni genetikai diagnózis rendszerint nem jelent különösebb erkölcsi problémát, kivéve a terhesség alatti szűrés eseteit. A terhesség alatti szűrővizsgálatok egyre gyakoribbak; 35 év fölött szakmailag ajánlottak is, mivel ekkor a Down-kór előfordulásának lehetősége és a vizsgálattal járó veszélyek statisztikailag kiegyenlítődnek. A magzatban fölismert rendellenességek átlagban csak az esetek két százalékában adnak orvosiilag, de nem szükségszerűen erkölcsileg, elfogadható indokot a terhesség megszakítására. A genetikai ismeretek birtokában hozott döntéseknek az egyik felfogásunkra és gondolkodás-

⁵⁵ Kosztolányi György: *A genomika kölcsönhatásai a medicinával és az egyetemes tudománnyal* (<http://epa.oszk.hu/00700/00775/00042/567-574.html>)

⁵⁶ Somfai Béla: *Etikai kérdések a genetikában*, 1999. <http://www.theol.u-szeged.hu/fileadmin/konyvtar/genetika/index.htm>



módunkra gyakorolt (mellék)hatása: *a gyermek fontosságát nem önmaga, hanem egyre inkább előre fölállított kritériumok határozzák meg.* Ezek megvalósításához drasztikus eszközök alkalmazása is lehetséges, például a nem kívánatos nemű magzat elpusztítása. Ez a születendő élet fölötti emberi hatalom erkölcsileg elfogadhatatlan növekedésén kívül megnehezíti azoknak a társadalmi helyzetét is, akik átcsúsznak a szűrésen. Ilyenek pedig mindig lesznek közöttünk. Daniel Calahan már a hetvenes évek elején rámutatott erre a veszélyre: képesek leszünk-e arra, hogy emberségesen éljünk együtt a genetikai betegséget hordozó embertársainkkal, és ugyanakkor kiküszöböljük a betegséget magát? Mindkettő kötelességünk ugyan, de ellenkező logika irányítja a stratégiát. A betegség legyőzendő ellenség, annak hordozója pedig embertársunk, aki védelmet és tiszteletet érdemel, akinek számára biztosítani kell a terhei enyhítéséhez szükséges szolgálatot.⁵⁷

EMBERI ÖSSEJTEK, KLÓNOZÁS

A genetikai kutatás területén az *emberi őssejtekkel* végzett munka egyre több és jelentősebb eredményt hoz létre. Ezek még nem differenciálódott multi- vagy totipotenciális állapotban lévő sejtek, klónozással sejtenyészetek hozhatók létre belőlük, ezek hosszú ideig megtarthatók és különböző, például gyógyszer-gyártás céljait szolgáló funkciók végzésére programozhatók. Elvben emberi szövetek vagy szervek létrehozására is alkalmasak, sikeres kísérletek (például a Parkinson-kór kezdeti stádiumban lévő idegsejtek beültetésével történt gyógyításában) azt is bizonyították, hogy sérült szervekbe átültetve beilleszkednek azokba kilökődés veszélye nélkül, és helyreállíthatják azok működését. Legegy-szerűbben a „felesleges”, méhbe-ültetésre föl nem használt, megtagadás előtti stádiumban lévő pre-embrió belső sejtanyagából lehet összegyűjteni ezeket, de találhatók a méhlepényben és az újszülött vérében és köldökzsinórjában, valamint abortált magzatok szövetmaradványaiban is. Ugyanerre a célra össze-gyűjthetők abortált magzatok embrionális állapotban lévő ivarsejtjei is.

A felhasználás erkölcsileg elfogadható lehetőségeit a testen kívül létrehozott pre-embrió emberi státusza határozza meg. A Római Katolikus Egyház hivatalos tanítása szerint az emberi életet a fogamzástól személynek járó tisztelet és védelem illeti meg.⁵⁸ A hatvanas éveket megelőző biológiai ismeretekkel támasztja alá ezt az álláspontot az egyházi tanítás, mely szerint a fogamzáskor

⁵⁷ Somfai, 1999.

⁵⁸ Minthogy a judaizmus az embriót az első hetekben nem tekinti lelkesnek, ezért az anyatest részének számít – ennél fogva Izraelben kevesebb a fenntartás az embriókutatással szemben. A Távol-Keleten például szintén nem a megtermékenyülés pillanata a döntő, hanem a szív működés beállta, úgy a terhesség 21. napja körül.



létrejön az a genetikai információ, amely a születendő személy minden lényeges sajátosságát meghatározza. A Katolikus Egyház ugyanazt az erkölcsi státuszt biztosítja a testen kívül létrehozott pre-embriónak, mint a fogamzás produktumának a méhen belül. Ezért a legszigorúbban tiltja kísérletezés céljából történő létrehozatalukat; a visszaültetésre szánt lombik bábik létrehozását is elítéli, noha enyhébben. Az egyetlen megengedett, de egyelőre csak elméletben lehetséges kivétel, az embriókon vagy magzatokon végrehajtott terápiás célú beavatkozás. A keresztény hagyomány keretein belül ez a legszigorúbb és egyben a legkövetkezetesebb erkölcsi állásfoglalás. Ez nem zárja ki ugyanakkor a felnőtt szervezetből nyerhető őssejtek kutatását és gyógyító céllal történő felhasználását.⁵⁹

Somfai szerint az egyéni sajátosságok genetikai megalapozása, a biológiai értelemben vett individualizáció a megtermékenyülés után mintegy két héttel veszi kezdetét, amikor is a pre-embrió sejtjeiben befejeződik az a változás, amely azokat meghatározott testrészekben meghatározott funkciók betöltésére diszponálja. Ehhez, más feltételek mellett, szükség van az anyai környezettel kialakuló interakcióra, információcserére is. Ez a változás még nem hozza létre a személyt, de megindítja a sajátosságainak kialakulásához vezető folyamatot, és ezzel megteremti a személyes élet védelmére irányuló erkölcsi kötelezettség kezdetét. Somfai szerint a pre-embrió és az őssejtek testen kívül is tiszteletet és a védelmet érdemelnek. A védelem mértéke azonban eltér a személynek kijáró védelemtől. A „közös emberi természet” hordozói, birtokosai olyan genetikai információnak, mely molekuláris szinten nem a személyes, hanem az általános emberi mivolt lényegét fejezi ki. Ez a különbség határozza meg tudományos kutatásra történő vagy terápiás célú használatuknak a személy esetétől eltérő erkölcsi határvonalát. Pontosabban kifejezve, *az emberi nem és tagjainak érdekében kutatásra és terápiás célokra egyaránt felhasználhatók a méhbe ültetésre nem szánt pre-embrióból összegyűjtött őssejtek*, mivel csak az általános emberi természet és nem az egyén, a személy genetikai sajátosságainak hordozói. A tudományos kutatás erkölcsi integritásának biztosításához szükséges azonban, hogy a létrehozatalukra valamint a vissza nem ültetésre vonatkozó döntésben *a kutatás igénye semmiféle szerepet ne játsszon*. Ezek a döntések ugyanis átléphetik a pre-embriónális élet erkölcsileg kötelező tiszteletének határvonalát; a kutatási céllal létrehozott pre-embriónális élet esetében pedig – Somfai szerint – *mindig átlépik* azt, mivel ennek a célnak a megvalósulása eleve megtagadja tőlük a személy-

⁵⁹ Az embrionális őssejt kutatás elfogadhatóságát illetően szinte lehetetlenség a különféle világnézetű köröket konszenzusra juttatni. Etikai szempontból a különböző vallások egy dologban teljesen megegyeznek: a köldökzsinórvérből nyert őssejtek felhasználása kutatás vagy gyógyítás céljából teljesen elfogadott, sőt javasolt. A fel nem használt mesterségesen megtermékenyített zigótákból, pár napos megtermékenyített emberi embriókból, abortált embriókból kivett embrionális őssejtek felhasználása általában nem elfogadott. (<http://www.evangelikus.hu/teologia/az-osszejtkutatas-etikai-kerdesek-a-vallasok-felekezetek-tukreben>)

lyé válás lehetőségét. A kutató tehát csak akkor mentesül az említett határvonal megszegésének erkölcsi terhétől, ha a kutatás érdekeitől teljesen független szempontok alapján mások hozták meg azt a döntést, mely alkalmat ad - és pusztán ezt biztosítja - a kutatáshoz szükséges, de személyes életre képtelenné vált pre-embriók fölhasználására.

Az eddigiekből a klónozás és az emberklónozás kézenfekvő és a közvéleményt gyakran foglalkoztató kérdése következik. A klónozás módszereinek ki-fejlődésével – bárányok, tehenek, majmok klónozásával – a bioetika új területtel gyarapodott. Élő szervezetre alkalmazva ugyanis a klónozás, azt jelenti, hogy olyan populációt hozunk létre, amelynek egyedei sejtmagjukban azonos géneket hordoznak. Új és termékeny kutatási irányok tárultak fel, „sokszorosítás” útján elő lehet állítani olyan állatok egymással azonos egyedeit, amelyekből az ember számára hasznos terméket, például tejet nyerünk, továbbá gyógyszereket hozhatunk létre, újabb haladást érhetünk el a szervátültetés terén. De miért kerülhetne szóba egyáltalán az emberi lények esetleges klónozásának perspektívája? Az eddig megfogalmazott javaslatok sokfélék: (1) Emberi lények klónozás útján történő előállítás az azért, hogy testrészeiket szervátültetésre használják, vagy olyan munkaerőként, amely genetikai kiválasztással alkalmassá tehető bizonyos feladatok elvégzésére. (2) Útját állni bármely eszközzel a halálnak, például úgy, hogy klónozás útján reprodukálják a halálra ítélt gyermeket. Az etikai megfontolás elítél minden, emberi lények reprodukálására irányuló projektet, függetlenül attól, hogy a hangoztatott cél egyszer szalonképebb, másszor szóba is alig hozható, mivel közös vonása mindegyiknek, hogy a bennük munkáló szándék alapvetően olyan emberi lények világra hozatala, akiket nem a szabad, öncélú lét határoz meg, hanem eszközök jó előre megszabott, eleve rajtuk kívüli célok szolgálatában.⁶⁰

Összességében tehát nem magával a klónozással, különösen nem a gyógyászati célú klónozással (pl. összejtek terápiás célú felhasználása) van gond, hanem csaknem kizárólag az emberi klónozással s ezen belül is elsősorban a reprodukatív klónozással. A reprodukatív klónozást eddig szinte minden ország parlamentje, az Európa Tanács és az Európai Parlament, nemzetközi hírű tudósok, tudományos intézetek, etikai bizottságok is elutasították. A katolikus tanítás szintén elítéli az emberi klónozást, mondván, az életadásnak egy férfi és egy nő szexuális egyesüléséből és házasság keretében kell történnie: „A technika totális hatalma a klónozott egyén fölött szörnyűség. Az eltévelyedés tehát nem abban rejlik, hogy esetleg szörnyszülöttek jönnek a világra, hanem abban az

⁶⁰ Jean Bernard: Bioetika és genetika. *Korunk* 2002 március (<http://www.korunk.org/?q=node/8&ev=2002&honap=3&cikk=6845>)

önkényes döntésben, hogy az új egyedek létrehozását teljesen a technológiára bízzák. Ez a reprodukzív aktus nélkülözi az anyaság és az apaság ismérveit.”⁶¹

GÉNTERÁPIA

A génterápia⁶² az utolsó kérdésterület, amit érintenünk kell. A genetikai rendellenességek okozta funkciózavarok jelentős hányada *tüneti szinten* mesterségesen előállított emberi enzimek és hormonok segítségével sikeresen kezelhető. Ezeket az esetek 99%-ában rekombináns DNS technikával előállított gyógyszerek juttatják be az emberi szervezetbe, melyek előállításához az emberekben felfedezett genetikai információkra is szükség van. A *rendellenességek gyógyítása* a hordozók génállományába való beavatkozást igényel. Ez történhet örökölhető eredményt nem biztosító, szomatikus sejtbe beavatkozással. Ez az eljárás esetenként csak egy hordozón segíthet. A szomatikus sejtbe beavatkozás létrejöhet a szervezetből ideiglenesen eltávolított sejteken is, melyeket a rendellenesség kijavítása után eredeti helyükre visszaiktetnek, annak reményében, hogy ott működésbe lépve kijavítják a hibát. A kijavított gént el lehet juttatni a hibásan működő szerv sejtjeibe közvetlenül, vagy harmadik lehetségesként a vérkeringésén keresztül. Ivarsejtbe beavatkozások esetében az új információt a megtermékenyített petesejtbe helyezik, így, legalábbis elméletben, kiküszöbölik a rendellenességet nemcsak a megszülető személyben, hanem utódaiban is. Elméletben mindkét lehetőség fölhasználható a kívánatos sajátságok genetikai megalapozására is. Az Egyházak Világtanácsa által 1979-ben összehívott konferencián kialakult egy napjainkig általánosan elfogadott etikai konszenzus, mely szerint a szomatikus sejtbe génterápia elfogadható, az ivarsejtbe nem. Ugyancsak visszautasították a nem-terápiás célú génmodifikáció minden formáját is.

A szomatikus sejtbe génterápia sokat ígérő, de ma még legtöbbször csak kísérleti stádiumban lévő lehetőségeket tud fölmutatni. A kísérleti eljárások végrehajtását és az eredmények orvosi gyakorlatba való bevezetését az orvosetika irányelvei megbízhatóan szabályozzák. Ez a terápia lehetővé teszi, hogy adott rendellenességek hordozói megszabaduljanak terheiktől, de a rendellenesség

⁶¹ A „születettség” azt jelenti, hogy az embernek joga van a természetes származásra. Emberi méltóságával összeegyeztethetetlen, hogy egy technikai folyamat vagy egyenesen tudományos kísérlet produktuma legyen. A klónozás lehetősége azonban ezen túl azt is tudatosította, hogy az ember természetes eredetéhez az is hozzátartozik, sőt lényegi vonása, hogy két nemtől származzon, hogy anyától és apától eredjen. Mert csak így, a szülői összetevők előreláthatatlan kombinációja által foghatja fel magát az ember radikális újrakezdésként és ezáltal individuumként. Egyébként, klónként, csak egy kreatúra. Lásd Jakabffy Tamás: Klónozás: Felelősség és fenyegetettség, *Korunk* 2002 március (<http://www.korunk.org/?q=node/8&ev=2002&honap=3&cikk=6832>)

⁶² A génterápia kérdéseiről részletesen lásd Gergely Péter: *A génterápia, illetve a biológiai választ módosító kezelés jelene és jövője*, 1998. www.nkth.gov.hu/innovaciopolitika/technologiai/gergely-pdf

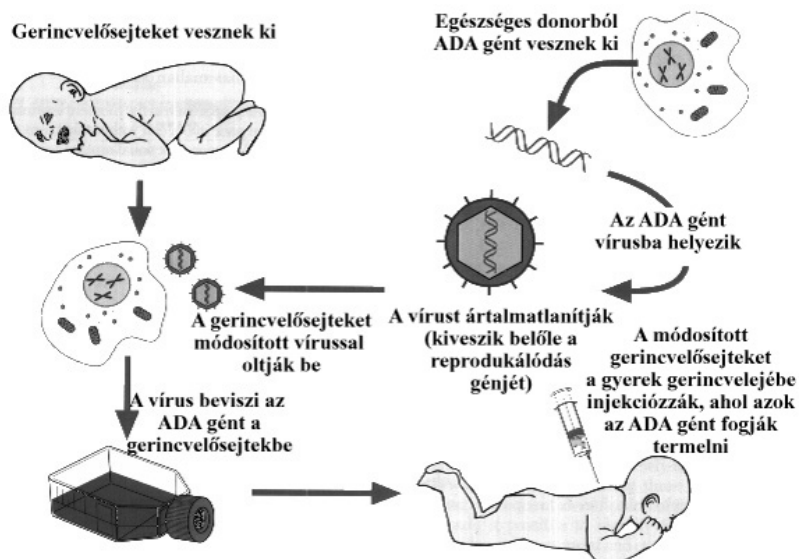
okozta egészségi problémát csak ivarsejtes beavatkozással lehetne orvosolni. A technikai nehézségek megoldása ezen a területen idő és befektetés kérdése csupán, állítja az eljárásmód védelmében hozott legmeggyőzőbb érv. Ellenzői az előre meg nem állapítható, de a következő generációkra esetleg átszármazó mellékhatásokkal érvelnek. A nagyon is jelentős költségek és kockázatok, valamint a várható haszon kedvező arányát is tagadják, mivel szerintük a hibás genom átadását mesterséges megtermékenyítéssel vagy az implantációt megelőző génterápia megbízhatóbb eszközeivel is el lehet érni. A filozófiai jellegű ellenérvek közül az eljáráshoz szükséges szabad és jól értesült beleegyezés lehetetlensége a legrégibb. (Az érv feltételezi, hogy a személy létrejöttének legkorábbi lehetősége a megtagadás időpontja.) A szomatikus sejtes terápia esetében a döntésre képes személyek az előnyök biztosításáért veszélyeket is vállalhatnak. A döntésre képtelenek nevében, a gyermekek esetében is, a gyám vagy a törvényes megbízott is megteheti ezt. Gyermekeken és meg nem született magzatokon végzett kísérletezés esetében általánosan elfogadott az a feltétel, hogy a részvétel számukra csak figyelmen kívül hagyható terheket jelentsen. A veszélyek az ivarsejtes terápia alkalmazásakor korántsem elhanyagolhatók. Ezen kívül a még nem létező utód nevében adott beleegyezés elvi ellentmondás: kinek az érdekében történik a beleegyezés? A gyermek még nem létezik, az eljárás pedig nem a „leendő” szülők reprodukciós képességeinek javítására irányul. Ők a beavatkozás után is az adott genetikai rendellenesség hordozói és lehetséges továbbadói maradnak.⁶³

A szomatikus génterápia célja, hogy legyőzzön olyan veleszületett betegségeket, amelyeket hibás gének okoznak. Három taktikai megközelítés lehetséges, amelyekkel a rossz génműködést le lehet győzni. Az első, a munkájukat hibásan végző gének helyettesítése normális génekkel. A kezelendő betegségek ezért egyetlen gén által okozott betegségek lehetnek csupán. A gént meg kell határozni, majd klónozni és fejlett technikák bevetésével ki kell dobni a hibás gént, majd helyére beültetni az egészségeset. Egy másik alternatíva a hibásan működő gén megváltoztatása olyan módon, hogy a hibás utasításait kijavítsák. Annak ellenére, hogy ez legalább olyan bonyolultnak tűnik, mint egy hibás gén teljes kicserélése, a génszekvenciákat már több különböző emlőssejtben sikerült megváltoztatni. A legtöbbet ígérő megközelítés azonban jelenleg az, hogy egy tökéletesen működő gént juttatnak a sejtbe anélkül, hogy eltávolítanák vagy megváltoztatnák az eredeti, nem-funkcionális, mutáns gént.

Bármelyik technikát alkalmazzák is, a gént be kell juttatni a sejtbe (vagy módosítani kell a sejten belül) az érintett szövetben. Ez viszonylag egyszerűbb olyan szövet esetében, mint amilyen a vér vagy a csontvelő, amelyeket el lehet

⁶³ Somfai, 1999.

távolítani, laboratóriumban kezelni, majd visszafecskendezni. Viszont sokkal nehezebb olyan szövetek esetében, mint amilyen a máj, a tüdő, vagy az agy.



A génterápia, amely a SCID (súlyos, kombinált immunhiány) megelőzésére szolgál. A kezelést 1993 márciusában végezték el a londoni Great Ormond Street Kórházban. Egy gént pótlottak, amely az ADA enzim készítéséért felelős. A gént a gerincvelősejtekbe helyezték, ahonnan a keletkező sejtek már termelték az ADA gént.⁶⁴

A génterápia azonban jelenleg még korlátozott lehetőségekkel bír, problémák:⁶⁵

1. Csak rövid ideig működik, mert a legtöbb sejt osztódik, és nehéz stabil integrációt elérni, emiatt adott időközönként ismételni kell a kezelést.
2. Az idegen DNS-szekvenciák és fehérjék immunválaszt indukálhatnak (nem csak virális szekvenciák, hanem akár a „jó” gén is kiválthatja!). Ez a probléma az ismételt kezeléseknél hatványozottan jelentkezik.
3. A felhasznált vírusok toxikusak és mutagének lehetnek, és gyulladásos folyamatokat/immunválaszt indíthatnak el, nem kívánt szöveteket fertőzhetnek meg stb. Mindig féltő, hogy a felhasznált vírus a gazdában valamilyen módon visszanyerheti patogenicitását!
4. Multigénese betegségeket (szív-és érrendszeri betegségek, Alzheimer kór, reuma) nem lehet így gyógyítani a közeli jövőben.

⁶⁴ A génterápia elvei. <http://mek.niif.hu/00500/00545/html/genhu22.htm>

⁶⁵ http://ttkhok.elte.hu/~szmrt/transzgen/e3_gyogyszer.pdf

Összefoglalva azt mondhatjuk, jogi és etikai szempontból lényeges élesen elválasztani a reprodukciós célú klónozástól az őssejtekkel végzett szervelőállításra irányuló kísérleteket. A megítélést az is nagyban befolyásolja, hogy honnan nyerik az őssejteket. Európában konszenzus alakult ki a tekintetben, hogy embriót kutatási célra létrehozni tilos. Ezt azt jelenti, hogy azokban az országokban, ahol megengedik az embriókon végzett kutatásokat, csak olyan embriókon végezhető kutatás, amelyeket nem lehet az adott pár utódlására felhasználni, de az in-vitro fertilizációs eljárásban már létrejöttek. Az embrión végzett kutatások esetében azonban mindig vitatott pont a rendelkezési jog értelmezése, és aggályos a reprodukciós és kutatási célok esetleges összefonódása is. Ilyen szempontból az egyre inkább eredményesnek tekintett felnőttekből nyert őssejtek felhasználása mind jogi, mind etikai szempontból megnyugtatóbb, hiszen ebben az esetben alkalmazható az egyéni önrendelkezés.



Szakértők és civilek a humángenomikáról

KEZDŐKÖR, A BESZÉLGETÉS RÉSZTVEVŐI

Fábri György (F.Gy.): A mai alkalommal humángenomikával foglalkozunk és ennek kifejezetten a gyakorlati alkalmazásával, társadalmi, etikai vonatkozásaival. Tisztelettel köszöntöm vendégeinket, és köszönöm, hogy elfogadták meghívásunkat. Velük már korábban találkozhattak a televízió képernyőjén, a Mindentudás Egyetemén.

Dr. Jeney Csaba, orvos-mikrobiológus, ő humán papilloma diagnosztikai eljárással foglalkozik, azt fejlesztette ki – el fogja majd mondani nekünk, hogy ez pontosan mi, ez a beszélgetés egyik tárgya lesz; **Dr. Orosz Gábor Viktor**, aki lutheránus teológus-lelkész, a genetika alkalmazásának etikai-morális problémáival foglalkozik; valamint **Dr. Szebik Imre** orvos, aki orvóetikával foglalkozik és ebből PhD-zett.

Ebben a körben nem kell hosszan érvelni, miért fontos, aktuális a humángenomikával foglalkoznunk. Sajnos az idei évnek is voltak olyan történései, melyek a sajtóban is nagy teret kaptak; melyek mutatták, hogy a genetika felhasználása a mindennapi életünkben már egyáltalán nem a sci-fi világa. Bevezetésképpen visszatulok Kosztolányi akadémikus Mindentudás Egyetemén tartott jó három évvel ezelőtti előadására, aki éppen a genetika orvosi alkalmazásairól beszélt. Azt a kérdést vetette fel, és ezzel a kérdéssel kezdeném én is ezt a mai beszélgetést, hogy vajon a genetika, immár lassan egy évtized elteltével, be tudta-e váltani azt az ígéretet, ami az ezredforduló környékén megfogalmazódott, nevezetesen hogy a genetikával annyi minden orvosi, társadalmi, egészségügyi problémát meg tudunk oldani; és nem lett-e több a probléma, mint amennyi a megoldás. Nem voltunk-e túlságosan optimisták a tekintetben, hogy a genetika nagyon rövid idő alatt forradalmasítja az orvoslást. Hogyan látják ezt a kérdést?

Jeney Csaba (J.Cs.): Üdvözlök mindenkit. Ez természetesen egy rendkívül Janus-arcú kérdés, nagyon sokféleképpen lehet megközelíteni. Lehet látni olyan részét is a legújabb fejleményeknek, ami igazán negatív felhangokat kaphat, és látni lehet olyat is, ami viszont nagyon előremutató. Mindkét oldalról említenék egy-egy példát. Az egyik, ami nagyon előremutató, az az új diagnosztikai eljárások megjelenése. Eddig az volt az eljárás, hogy a betegségeket viszonylag kevés információból igyekeztek megítélni az orvosok. Amikor elkezdődött az orvoslás, ez tapintás, kopogtatás, hallgatózás volt és ebből akarták levezetni a patológiát; de aztán fejlődtek a módszerek, egyre újabb és újabb diagnosztikai eljárások alakultak ki, és most eljutottunk oda, hogy a megbetegedett sejt működése alapján vagyunk képesek a betegségeket előre jelezni vagy diagnosztizálni. Például leukémiánál, fehérvérűségnél nagyon bonyolult szabályozási különbségeket lehet észrevenni a különböző daganatok között, és ez befolyásolja például a terápiát is. Tehát ilyen módon a genomika, vagy azok az eszközök, amelyek rendelkezésre állnak a gének működésének a vizsgálatára, eljutottak egy olyan szintre, hogy képesek vagyunk konkrétan egy adott sejt megváltozott működését detektálni. Ugyanakkor a másik oldalról, amit én veszélynek látok ebben a dologban az az, hogy bár lehetséges sokféle vizsgálatot elvégezni, de ennek a validitása kérdés időnként. Ez azért van, mert egy élő sejt működése nem determinisztikus, előre meghatározott dolog, hanem egy élő sejtben van rengeteg „zaj” is. Tehát valamilyen konkrét funkciót kifejt a sejt, amellet pedig vannak olyan működések is, amelyek nem tartoznak ehhez a funkcióhoz. Van egy angol kifejezés, a self-organized criticality, vagyis önszerveződő bizonytalanság, ami azt jelenti, hogy a sejt mindig egy csomó állapot összességéből hozza létre azt a konkrét működést. Különböző sejtek tulajdonképpen ugyanazt csinálják, de mégis különböző állapotokban, emiatt van egy jelentős zaj a méréseken. Nagyon bonyolult statisztikai problémával nézünk szembe akkor, amikor el akarjuk dönteni egy adott sejttálapotról, hogy az most patológiás állapotot valósít-e meg, vagy ez tulajdonképpen a normál működésnek egy variánsa. Ez azt is jelenti orvosi oldalról, hogy nagyon nagy esetszámú vizsgálatot kell elvégezni ahhoz, hogy pontosan ki tudjuk szűrni, mi az, ami zaj, és mi az, ami konkrétan vizsgálható egy adott betegség esetében, és ami alapján le lehet vonni a következtetéseket. Amerikában például most nagy divat lett – mondjuk így – genetikai vizsgálatokat végeztetni. Betegség nélkül csak azt vizsgálják meg, hogy az illetőnek milyen hajlama van különböző megbetegedésekre. Ezt nagyon sokan kritizálják azon az alapon, hogy nincs elég tudományos háttere ezeknek a vizsgálatoknak, és ebben valószínűleg igazuk van. Én erre azt szoktam mondani, hogy ez nagyon izgalmas új terület de majd nézzük meg 100 év múlva, mert akkor lesz elég adat hozzá, hogy tényleg konkrétan el lehessen dönteni.

F.Gy.: Jeney doktor utalt rá, hogy milyen lehetőségek, új viták vannak. Imréhez fordulok, orvosesetikával foglalkozó szakembernek valószínűleg még nagyobb vadászterület lehet a genetika, mint a kutatóknak, hiszen itt annyi a dilemma. Jeney doktor egyet említett, hogy egészséges embereken végzünk ilyen vizsgálatokat, miközben az a tudományos kiforrottság nincs meg, amihez 100 év kellene. A gyakorlatodban, működésedben milyen izgalmas új formákat látsz az orvosgenetika kapcsán?

Szebik Imre (Sz.I.): Csabához kapcsolódva, abban amit ő mondott, számomra a kulcsszó a bizonytalanság. Persze ez nemcsak az egészséges emberek genetikai vizsgálatát illeti, hanem a betegségek prognosztikáját, tehát amikor megmondjuk, hogy egy betegség kifejlődik-e vagy sem, akkor az nagyon sok esetben nem egy, hanem nagyon sok gén együtthatásának a következménye. Vagy ha egy gént meghatároznak egy betegség kapcsán, akkor is csak nagyon kevés esetben mondhatjuk, hogy ennél a betegnél 100% valószínűséggel biztosan állíthatjuk, hogy kifejlődik a betegség. Itt 70, 30, 10, vagy 1–2 százalékról van szó. Ezt a hétköznapi értelemben nehéz megérteni, hogy valakinek 70% valószínűsége van arra, hogy mellrákja lesz. Hogy ez igazából mit jelent, és hogy valójában a 30%-ot mi határozza meg, és mi határozza meg, hogy a 70% megvalósul-e, ezzel kapcsolatban klinikai döntéseket hozni orvosoknak vagy a betegnek, rendkívül nehéz. Azt gondolom, hogy a statisztikai valószínűségeket felfogni, és megfelelően értékelni – ami a genetikának a mai tudásunk szerint még mindig egy súlyos korlátja – és a hétköznapi gondolkodásba átültetni igen nehéz. A kérdést messzebből vizsgálva, hogy a genetika, genomika mennyire hozott újat, mennyire váltotta be az ígérését, nem szeretném egy szóval megválaszolni. Egy negatív példát mondok: a géntranszfer-technikát, vagy leánykori nevén a génterápiát – amelyhez a 80-as években nagyon nagy reményeket fűztek és a 90-es években is számos kísérletet, kutatást végeztek ezzel kapcsolatban – mind a mai napig nem igazán sikerült olyan elfogadott orvosi beavatkozássá minősíteni, ami genetikai betegséget, hajlamot gyógyítana. Lehet, hogy 10 év múlva, vagy már 1 hónap múlva nem lesz igazam, de ez nem mondható egy sikertörténetnek, legalábbis ebben a fázisában. Ugyanakkor nyilván a genomika vívmányait nehéz kellő lelkesedés nélkül szemlélni, azt, hogy a humán genomot megismertük ilyen szinten. Természetesen nem úgy ismertük meg, ahogy ezt gondoljuk: nem teljesen ismerjük az emberi génállományt; szokták mondani, hogy ismerjük a könyvet, leírták a betűket, de nem tudjuk elolvasni. Ez azért nagyon súlyos korlátja, de a genetikához kapcsolódóan ez nyilván nem is a legújabb probléma. Úgy gondolom, hogy nagyon vonzó lehetőség az emberi élet megismerésére, de egyfajta oldalról vizsgálja az emberi életet, amelyet számtalan olyan dolog befolyásol, ami genetikai foglaimainkkal nem leírható. Az alapszintű biológiában is

alaptézis, hogy a környezet is nagyon nagy mértékben befolyásolja azt, és ha a medicinára gondolunk, hogy vajon jobb lett-e az életünk vagy sem, akkor azt is érdemes elmondani, hogy a mai civilizált világunkban a halálozást alapvetően a civilizációs betegségek okozzák. Legtöbbet a szív- és érrendszeri betegségek, utána a tumorosak. Ha a szív- és érrendszeri betegségeket tekintjük, a genetikai tényezők nyilván nagyon fontosak, de alapvetően úgy tűnik, hogy ezek másodlagos szerepűek, és életmódbeli tényezőkkel befolyásolható a betegség kialakulása. Hogy milyen módon befolyásolja a genetikai állomány, az is valószínűleg fontos. Az életmódbeli tényezők is megváltoztathatóak, de mégsem hiszem, hogy nagyon könnyen meg tudjuk változtatni. Ez mindenképpen kudarcként is megélhető valamilyen szinten.

F.Gy.: Mint laikust – többen érezhetjük így – akár meg is nyugtathat, ha azt halljuk, hogy a szakemberek részéről, a tudomány világában a mi értetlenségünk, ha nem is ugyanolyan mértékben, de némi bizonytalanságként visszaköszön. A gének oldaláról megközelített embermegismerés, életmegismerés nagy sajtóvisszhanggal bejelentett eseménye, amelynek keretében úgymond teljes humán genomot bemutatták, igazi világesemény volt. Nem egyszerűen természetismerettel lettünk gazdagabbak, hanem igazi világismerettel, lényegismerettel. Ez pedig érinti a teológiát, azt a megközelítést, amely szintén az embert vizsgálja. Hogyan érinti a teológiát az, hogy hirtelen, mint egy tükröt, elétesznek egy géntérképet?

Orosz Gábor Viktor (O.G.): Emlékszem, hogy Francis Collinsnak, aki bejelentette az emberi humán genomnak a feltérképezését, akkor volt egy mondata: olyan helyekre látunk be, ahova eddig csak Isten látott be. Mintha Isten területére léptünk volna be mi emberek, ami korábban szakrális terület volt, ahova nekünk nem volt bejárásunk. Ezzel izgalmassá vált a teológus számára is a kérdés. Elég sok vallásfilozófus, teológus mondja, hogy a teológia a legősibb élettudomány. A premodern időkben ezek a tudományágak keresték a választ az élet értelmére, keletkezésére, és az emberi élet végességére. A Times magazinban találtam olyan képet, ami talán ezt a szemléletmódot tükrözi számunkra: ez akkor jelent meg, amikor a Dollyt, a juhok klónozták, és juhoknak van báránya – amikor ezt a képet látja a teológus, akkor eszébe jut a bárány szimbóluma, ami a megváltó Jézusnak a munkáját szimbolizálja számunkra. A kép azért meggyőző számomra, mert valahogy a kereszténység, a vallás és a tudomány a két birkának az arcából tekint ránk és tükrözi a kettő kapcsolatát. Jürgen Habermas fogalmazta meg nagyon találóan, hogy mi először a klónhisztériával találkoztunk, és utána normalizálódott ez az állapot. Pár év után kiegyensúlyozottabban tekintünk ezekre a kérdésekre, és már nem is nagyon rendítenek meg bennünket. Volt itt ez az



összejtkutatás-mizéria, amire utalt a felvezetés is: ez annyira nem döbbsentett meg, inkább az emberek korrupszága, felelőtlensége volt az, ami visszacsapott a mi irányunkba. Az összejtkutatással kapcsolatban volt egy nagyon izgalmas vita Németországban pár éve, amikor az összejt-importról döntött a Bundestag. Volt egy olyan szabályozás, ami gyakorlatilag megkötötte a kutatók kezét, mivel arról szólt, hogy nem lehet Németországban keletkezett összejteken kutatást végezni: gondolva nyilván a II. világháború borzalmaira, embertelenségére, az emberi méltóság sárbatiprására. De kutatóknak az is eszébe jutott, hogy aki nem kutat, az lemarad, és úgy marad le, hogy anyagiaktól is elesik. A Bundestag hozott egy olyan határozatot, hogy lehet magzati összejteket importálni külföldről, és német tudósok ezen folytathatnak kísérleteket. Kérdés, hogy honnan hozzák be – ez az egyik kedvenc példám, hallgatóimtól meg is szoktam kérdezeni, és nem tudják elsőre a választ, melyik az egyik ország, ahonnan behozzák. Izraelből. Gondoljunk a II. világháború borzalmaira és arra, hogy Izraelből tudnak behozni többek között összejteket, mert ennek van egy vallási dimenziója: az ortodox zsidóságban az első lélegzetvételtől számít az emberi méltóság, az embernek az olyan tisztelete, ami a mi méltóságunkkal közel egyenlő. A kettő nagyon közel van egymáshoz: a vallási tudat, a vallási ismeretszerzés és ez a tudományos forradalom; néha parázs vitákhoz vezet.

J.Cs.: Sokat dolgozom humán DNS-sel és bennem is felmerült, hogy ismerjük a genetikai kódot, akkor az valamilyen módon szakrális vonatkozásokat is felvet. Amikor leírták a humán DNS-t, akkor rögtön analizálták is, megnézték, hogy milyen eredetű DNS-ek vannak benne. Ezt meg lehet tenni bioinformatikai eszközökkel. Hogy honnan származik ez a DNS, arra vonatkozóan nagyon meglepő dolog derült ki, bár sejtették már korábban is: a humán DNS jelentős része víruseredetű, kb. 1% az ún. endogén retrovírusokból származik. Ezek olyan vírusok amelyeknek az a replikációs stratégiája, hogy beépülnek a humán vagy akármilyen más DNS-be, és azzal együtt szaporodva jutnak egyik emberből a másikba. Ilyen például az AIDS-vírus is. Ugyanakkor ezek a vírusok okoznak egy jelenséget, amit úgy hívunk, hogy pszeudogének, álgéneknek a létrejötte. Tehát számos olyan dolog van a DNS-ünkben, amire azt tudom mondani, hogy „szemét”, mert nem oda való. Ugyanakkor a humán evolúció ezt felhasználta. Ismerünk olyan géneket, amelyeknek a retrovírus-génjeit a humánevolúció felhasználta arra, hogy saját génként alkalmazza. Ilyen például a placenta, a méhlepény egyik génje. Ez nagyon érdekes jelenség, hogy valójában az anyag az csak egy anyag, kicsit úgy tekintek rá, mintha a körmöm lenne, nem érzékelek benne tudományos oldalról szakrális tartalmat. Másik oldalról kicsit úgy érzem a kérdést, mintha az lenne, mint ami régebben is: volt egy geocentri-



kus világgép, majd lett heliocentrikus, volt vita róla, hogy hol van az igazság, és aztán elcsúsztak a dolgok a tudományos irányba. Rájöttünk arra, hogy hol van, de nem biztos, hogy ilyen materiális tartalomban kellene keresni azt, ami az isteni lényeket megvalósítja az emberben, hanem esetleg más szubsztancia kell hogy hordozza. Ilyen módon kicsit átgondolandó az is, hogy egy össejttel kapcsolatos kísérlet mit is jelent, bár értem mindenféle oldalról az ellenvetéseket, de nekem tudományos oldalról rögzítenem az álláspontom.

EREDMÉNYEK ÉS DILEMMÁK (A PAPILLOMA VÍRUS)

F.Gy.: Ahogy felvetettétek a dilemmákat, érzékelhető volt, hogy a genetikának, az orvosi alkalmazásának a problémái nagyon széles skálán érintik a mindennapi életünket, gondolkodásunkat. Fontosnak tartom, hogy érzékeljünk 1–2 konkrét problémát, ami a genetika alkalmazása kapcsán előttünk állhat. Jeney doktor készített egy rövid összeállítást, ami egy konkrét alkalmazást mutat be. Úgy vélem, hasznos lesz, mert kicsit érzékelteti számunkra, mégis milyen pontokon, milyen eredményekkel, dilemmákkal küszködünk; megismerhetjük a humán papilloma vírussal kapcsolatos felvetéseket.

J.Cs.: Igen, ez egy konkrét probléma, ami sokakat érint a világban. Méhnyakrák-szűrésre a nők jelentős része jár, és így nagy esetszámot lehet ehhez a betegséghez kötni. Köztudott, hogy a daganat egy vírusfertőzéshez kötődik, de nem úgy, hogy a vírusfertőzés direktben okozza a daganat keletkezését, hanem a vírusfertőzés, ami tulajdonképpen banális fertőzés valójában nagyon kicsi, kb. 1%-os eséllyel vezet a daganat kialakulásához. A vírusnak tehát szerepe van ebben olyan módon, hogy a vírus működése „kisiklik” és ez okozza a daganatot, de nagyon kis eséllyel.

A folyamat időbeli előrehaladása úgy néz ki, hogy van egy humán papilloma fertőzés, amit HPV-nek rövidítenek, de ez gyakran meggyógyul, ugyanakkor együtt járhat enyhe fokú elváltozásokkal. Ha a jelenlegi módszerekkel sejtes mintát vesznek a méhnyakról, és azt mikroszkóp alatt vizsgálják, akkor láthatóak ezek az enyhe fokú elváltozások és rákmegelőző állapotok. Ezek nem daganatok még a maguk valójában. Ha azonban elhúzódik a fertőzés, akkor ez súlyos fokú elváltozáshoz vezet, nagyon közel van a daganathoz. Ezen a ponton meg szokták operálni a hölgyeket, és eltávolítják ezeket a sejteket, amelyek patológiásan valamilyen módon megváltoztak. Ha ez nem történik meg, akkor hosszú évek – 9-15 év – után látszik, hogy végül a folyamat elvezethet a méhnyak rákjához. Mindenféle diagnosztikai elképzelések voltak,

hogyan lehetne megelőzni ezeket: legrégebbi az orvosi szűrőeljárás, amit itt alkalmaznak.

Hogy is néz ki a most legmodernebbnek tartott elképzelés arra, hogyan kellene ezeket a vizsgálatokat elvégezni? Itt bizonyos korosztályú hölgyekről van szó, akiknél elvégeznék a HPV kimutatását. Mivel ez a vírus a kórok, szerencsés, ha ez nincs jelen, hiszen akkor nem lehet valakinek méhnyakrákja. Érdemes tehát ezzel kezdeni, de tudni kell, hogy ha valaki fertőzött, elindult-e nála a folyamat, a citológia, ami a sejtek megváltozását követi. Ez a második lépés, hogyha valaki HPV pozitívnak bizonyul. A további lépések – ezt nem magyarázom el részleteiben – meg vannak határozva, hogyha valaki ilyen-olyan állapotú, akkor milyen gyakran kell visszahívni. Látjuk, hogy nagyon hosszú idő áll rendelkezésre az effektív daganat felfedezésére, ilyen módon meg lehet tenni, hogy többszörösen visszahívják a beteget. A módszer problémája, hogy a citológia maga eléggé megbízhatatlan, kb. 70%-os érzékenysége van, ami azt jelenti, hogy 70%-os eséllyel fedezi fel a betegállapotot, ezért igyekeznénk jobbat kitalálni ennek a helyére. Többféle megoldás képzelhető el: egyrészt a saját vizsgálataink, fejlesztéseink, a humán papilloma vírusnak a pontosabb diagnosztikája, tehát annak a konkrét meghatározása, hogy melyik vírusról van szó. A HPV-nek ugyanis különböző típusai vannak, és ezek különböző kockázatot is jelentenek. 16-18 olyan van, ami a legmagasabb kockázatot jelenti, ezeknek a vizsgálata az érdekes. Amit az eddigi fejlesztések alapján sikerült elérnünk, az, hogy ez Magyarországon széles körben használatban van. A következő lépés a biomarkerek alkalmazása, azaz a citológiánál jobb eljárást biztosítani arra, hogy megmondjuk, melyik sejt beteg és melyik nem. Végeztünk – alapvetően genomikai – vizsgálatokat. Különbség van a beteg és az egészséges csoport között egy bizonyos génnek a működésében. Ha több ilyen gént vizsgálunk egymás mellett, akkor ez hatékony eszköz lehet arra, hogy megmondjuk, hogy ki beteg és ki nem. E mögött nagyon nagy mennyiségű – több tízezer – vizsgálat áll ahhoz, hogy ezeket matematikailag ki lehessen számolni. Van azonban egyfajta bizonytalanság az ilyen vizsgálatokban – amint a beszélgetés elején is említettem –, tehát ez most kb. 300-400 betegnek az adatait tartalmazza, de a vizsgálatot tovább kell folytatni ezres betegszámig, hogy tényleg biztosak legyünk abban, hogy működni fog, és akkor lehet ebből gyakorlat.

F.Gy.: Utaltunk rá több vonatkozásban is, hogy az elméleti kutatásnak megvannak a maga dilemmái, feltáratlanságai, adott esetben a belső vitái, a tudományos háttér nem véglegesen rögzített, eközben a gyakorlatban alkalmazzák. Jeney doktor ismertett egy nagyon egyértelmű, világos, nagy esetszámban alkalmazott – mint említette Magyarországon széles körben használt – diagnosztikai eljárást. Tehát a dolog

működik, csináljuk, eközben a tudományos háttér nem rögzített. Nincs itt valami olyan feszültség, ami akár konkrét technikai problémákhoz is vezethet?

J.Cs.: Természetesen van egyfajta belső dilemmája a kérdésnek. Azért vannak tudományos elvek, amelyeket igyekszünk minden egyes vizsgálat során érvényre juttatni, és amelyek biztosítják, hogy a végeredmény, ha elérjük azt a célt, amit kitűztünk, az megfelelően biztos legyen. Itt arról van szó, hogy általában van egy bizonytalanság, látjuk, hogy elméleti korlátaink vannak, de konkrét esetben szívós munkával, nagy esetszámmal, és egyfajta szerencsével is természetesen – mert itt azon is múlik a dolog, hogy jól fogjuk-e meg a kérdést – elérhetjük a célt.

Sz.I.: Nyilván, mint minden vizsgálatnak, beavatkozásnak megvan a maga álnegatív és álpozitív eredménye, a bizonytalansága. Lehet, hogy itt szerencsések vagyunk, és az álpozitív-álnegatív arány viszonylag alacsony, de a medicináról általánosságban sajnos ez nem mondható el. A terápiára reflektálunk, azt nézzük, hogy egy beavatkozás, ami egy betegséget gyógyítani szolgál, annak a valószínűsége nyilván még sokkal rosszabb, hogy a 100%-ról nagyon ritkán beszélhetünk. Ha már a HPV előkerült, szívesen beszélnek a HPV-oltás etikai kérdéseiről. Nyilván közismert tény, hogy Magyarországon is elérhető – bár nem kötelező oltásként és így nem is támogatja a biztosító – viszonylag drágán az az oltás, ami megelőzi a humán papillomavírus-fertőzést. Sokáig bizonytalan volt, de Csaba is elmondta, hogy mára már nagyjából tudományos konszenzusnak tekinthető, hogy a HPV vírus okozza ezt a bizonyos méhnyakrákot. Ma már nagy esetszámok alapján statisztikailag bizonyíthatónak tekinthető. De az oltás kapcsán megint csak a bizonytalanságot érdemes kommunikálni, és ez megint olyan kérdés, ami a laikusok számára, akik nem ilyen kérdéssel foglalkoznak, nehezen megérthető. Találkoztam olyan szóróanyaggal, ami arra buzdított, hogy oltassa be magát, és akkor nem lesz méhnyakrákja. Nyilván ennek a kereskedelmi dimenziójáról is érdemes lenne beszélni, de a tudományos dimenzióiról is, hiszen az az oltás, amit kapunk, csupán a két leggyakrabban előforduló vírus ellen ad védettséget, és nyilván ez a védettség önmagában sem 100%. De ezen túlmenően is nyilván nagyon sok társadalmi dimenziója van, hiszen egy szexuális úton terjedő betegségről van szó, amit alapvetően csak ilyen kapcsolat révén lehet elkapni. Az a teória, ha jól tudom, hogy azok az emberek, akiknek nem volt még kapcsolatuk fertőzöttekkel, nem kaphatják meg. Ha házastársi hűségről, monogámiáról beszélünk, olyanokról, akik olyan emberrel létesítenek szexuális kapcsolat, akiknek még nem volt szexuális partnerük – ezt ismerjük, hogy a társadalmainkban milyen arányban fordul elő – azok elvileg nem kaphatják meg. Texasban nagy vita volt, hogy kötelezővé lehet-e tenni az oltást, hiszen nyilván vannak olyanok,



akik számára ez klinikai értelemben sem hoz feltétlen hasznót, és nyilván túl azon, hogy az oltásnak is lehetnek mellékhatásai, azt nem tudjuk – mivel az eltelt idő túl rövid –, de már felvetődött, hogy esetleg ez nem okozhat-e megint csak méhnyakrákot, tehát pont azt, amit megelőzni hivatott. Ez nem az én felvetésem, lehet, hogy ez szakmailag megalapozatlan, de mint minden ilyen oltásnak lehet egyfajta társadalmi mellékhatása, hogy az emberek túlságosan bizonyosak abban, hogy ha ők már beoltották magukat, nem lehet méhnyakrákjuk, és elhanyagolják – adott esetben mindenféle ideológiától mentesen – azon szűrővizsgálatokat, amivel, ha mégis kialakul, akkor azt meg lehetne előzni, idejében kezelni. Tehát egyfajta álbizonyosság-érzet már egy ilyen oltáshoz kapcsolódhat.

F.Gy.: Lassan lebeszéljük önmagunkat a humán genomika használatáról a sok bizonytalanság emlegetésével. Megfordítom, mivel nemcsak genetikával, hanem egyéb orvostikai kérdésekkel is foglalkozol: más terápiás módszereknél – hagyjuk a genetikát, és inkább gyógyszerfejlesztésekről, diagnosztikákról, műtétekről beszéljünk – ezeknek a bizonytalansági, tisztázatlansági faktora a praktikumban milyen a humán genomikához képest?

HOGYAN KOMMUNIKÁLHATÓK A TUDOMÁNY BIZONYTALANSÁGAI?

Sz.I.: Ezt általánosságban nehezen tudnám megmondani. De tudom, hogyha van gyógyszer, amit hatásosnak, biztonságosnak törzskönyveznek, akkor a legritkább esetben mondhatjuk, hogy 100 beteg embernek adjuk, és mind a 100 embernek hasznót ad. Tehát örülünk, ha 60–70%-os sikerarányt érünk el. Itt megint csak az egyik legnagyobb probléma számomra, orvostikával foglalkozó számára, hogy a bizonytalanságot hogyan lehet kommunikálni a pácienseinknek. Hogy lehet úgy kommunikálni, hogy nekem, mint orvosnak, a saját presztízsem se sérüljön, mert én is bizonytalan vagyok. Nem tudom megmondani, a fehérvörményes félisten-effektus mennyire építendő le, hogy ez végül is a tudomány mostani praktikus – nem biztos, hogy elméleti – korlátja, de most nem tudjuk megmondani adott esetben, hogy miért, miért nem. Itt fontos, hogy megint visszatérjek a genetikához: az, hogy esetleg személyre szabottan meg tudjunk egy-egy terápiát határozni, ez mégiscsak a jövőnek tekinthető. Azt gondolom, hogy ez az orvostudomány – nem véletlenül nevezte Osler, az egyik nagy orvosatyja, a bizonytalanság tudományának – nagyon sok esetben ilyen epidemiológiai valószínűségekkel kooperál.



F.Gy.: Amikor ezt a bizonytalanságot átéli orvosok, talán tágabb dimenzióban is megfogalmazható, nem egyszerűen egy gyógyítási technológiának a bizonytalansága; hanem annak a kérdése, hogy van egy gyógy mód, amit sokan ajánlanak, akik hozzáértők (hiszen fehér köpenyben vannak), de nyilvánvalóan a bizonytalanság mértékétől függően vannak veszélyei is. Elindul egyfajta társadalmi kommunikáció erről, és ott áll az orvos, a mediátor, a média, a társadalmi tekintélyek – ha vannak még ilyenek egyáltalán –, hogy most melyik hangsúlyt kommunikálják inkább. Azt, amit már elértünk, hiszen már van esetszám, tudjuk, hogy valamin segít, ugyanakkor ott van a bizonytalanságnak kisebb, nagyobb, közepes, valamekkora területe. Mit lehet tenni – napi aktualitása is van sajnos annak, amiről beszélünk, a genetikától függetlenül a H1N1-történet – általában a társadalmi kommunikáció, társadalmi gondolkodás szempontból, az etika oldaláról nézve, hogyan merülhet ez fel?

O.G.: Ez nagyon jellegzetes kérdése a bioetikának, amikor ezekről a kérdésekről beszélünk. A bioetika sajátossága, mivel interdiszciplináris tudomány, sok tudomány képviselője van benne jelen. Olyan, mint egy modern, jól működő kórház – maradvány a német példánál, amit személyesen is ismerek –, ahol együtt van az orvos, lelkész, jogi képviselő, az ápolónő, és együtt próbálják a betegnek a javát szolgálni. Amikor felmerül ez a bizonytalansági kérdés – bármilyen eljárásnál felmerülhet –, akkor nyilván előttünk van, hogy az ember nem mentes a sorstól, tehát nem létezik sorstalan emberi élet, amiben benne van a rizikó, a veszély is. Tehát ettől a kettőtől nem tudunk megszabadulni, de nagyon izgalmas a két fogalom, a rizikónak és a veszélynek az egymástól való megkülönböztetése. A tudomány általában azt érti rizikón, amit az ember saját maga hozott létre technikailag, tudományosan és ennek van rizikótényezője: a genetika tudományának, műtéti beavatkozásnak, autó elkészítésének – hiszen ha rosszul működik a fék, az a mi hibánk is. Veszély az olyan természeti csapás lehet, amin az ember nem tud uralkodni: sétálunk az erdőben a szerelmünkkel, és a korhadó fára dől. Ehhez nagy pech kell, de ez a veszély. Ez bele van kalkulálva az ember életébe, és ettől nem tud megszabadulni, erre nagyon nehéz végső választ adnunk, hogy miért történik velünk valami úgy, vagy éppen miért nem. Az ember arra törekszik, hogy a sorsot minél inkább kizárja az életéből, tudatosan próbálja megtervezni a jövőjét, az egészségére tudatosan próbál figyelni, és nagyon izgalmas, hogy sokszor ezzel a törekvéssel szembeállítják a vallásokat, mint amelyek egy tradíciót képviselnek. Joseph Fletcher amerikai teológus, aki lelkész is volt, valamint a Virginia Egyetemen az első orvosetika-professzora, tanszékvezető, azt mondta, hogy az ember annál emberibb, minél racionálisabb, és az embernek kötelessége arra törekedni, hogy racionálisan válassza meg az életében azokat a döntéseket, módszereket, amelyekkel beavatkozik az

emberi életbe. Inkább arra törekedett, hogy a sorsot zárjuk ki az életünkéből, és minél racionálisabban gondoljuk át az életünket. Például a családtervezés kapcsán is azt mondta, hogy ha mi ismerjük az asszisztált humán reprodukciót, és a különböző prenatális preimplantációs tesztek, akkor felelőtlenség lenne az, hogy ezeket nem használjuk. Ez nagyon izgalmas dolog, mert valahol átlépte az emberiség a Rubicont, ahonnan nincs visszaút, rendelkezésünkre áll rengeteg technika, amit anyagi, erkölcsi okokból tudunk/nem tudunk használni, de az az emberi és a humánus ebből a perspektívából nézve, hogyha ezeket alkalmazzuk. Tehát például hogyha mesterségesen megtermékenyítenek egy embriót, akkor Fletcher megközelítésében felelőtlenség nem végrehajtani egy preimplantációs, beültetés előtti tesztet, hogy megnézzék az embriónak a genetikai tulajdonságait. Ez izgalmas kérdés abból a szempontból is, hogy itt éppen a teológia – legalábbis a protestáns teológia – oldaláról propagálják sokan ezeket az eljárásokat, hogy ezeket igen is alkalmazni kell, meg kell valósítani.

F.Gy.: Hadd vessek fel egy kérdést, ami talán a fókuszpontja lehet a többirányú megközelítésnek. Említetted a Bundestagnak összejt-importról szóló döntését. Erről nekem eszembe jutott Bush elnöknek az a nagy vihart kavart rendelete, ami majdnem egy évtizeden át tudományetikai viták középpontjában állt. A rendelet úgy szólt – és természetesen szó nincs arról, hogy mindenfajta összejtkísérletet tiltott volna –, hogy új embrionális összejt-vonalat nem lehet nyitni, és itt korlátozta a kutatást. Erről aztán egy nagy – politikai, ideológiai töltetet egyáltalán nem nélkülöző – vitasorozat indult el. Igazából semmi olyat nem mondott a beszédben, amit tulajdonítottak neki, hogy ez valami fundamentalista, tudományellenes, gondolkodásellenes volna. Általános morális elveket hangoztatott, de egyetlen megközelítésben: azt mondta, hogy ő az Egyesült Államok elnöke, őt az Egyesült Államok népe választotta meg, és az Egyesült Államok népének egy igen jelentős része azt mondja, hogy semmilyen módon nem lehetséges az emberi méltóságot veszélyeztetni, hiszen az már magzati korban is teljes értékű. Az egy dolog, hogy ő ezzel egyetért/nem ért egyet, de neki kötelessége azt a több 10 millió embert, aki így gondolkodik az Egyesült Államokban szintén szolgálni, és a kisebb kockázat elve alapján inkább tilt, mert azt mondja, hogy ezzel nem vette el azoknak a jogát, akik nem így gondolkodnak. Nem csorbította, nem zúzta szét, nem gátolta igazából a morális integritásukat, ellenben megvédte a morális integritását egy másik csoportnak, akiket ő ugyanúgy kénytelen képviselni. Azért hoztam ezt fel, mert ez valamennyire benne van a köztudatban, másrészt itt a szakma oldaláról nagyon komoly kritikát kapott: kutatóktól, etikai oldalról; társadalompolitikai oldalról is nagy viták zajlottak. Hogyan látjátok ezt – nem is a Bush döntést, hanem – a logikát, ami e mögött áll?

J.Cs.: Egy másik példát említenék, ami minden nap megtörténik: itt van a down-szindróma szűrése. Dilemma, hogy statisztikailag tudjuk, hogy 35 év feletti nőknél nagy gyakorisággal alakul ki a magzatban a down-szindróma, és emiatt, statisztikailag meg lehet húzni azt a határt, hogy 35 év feletti anyák esetében szűrjük a magzatokat down-szindrómára. Ez azzal jár, hogy a magzatvízből mintát kell venni, ami önmagában 1%-os eséllyel vetélést indukáló eljárás, tehát veszélyezteti a magzatot a mintavétel. De az a furcsa következménye lett, hogy jelenleg a legtöbb down-kóros gyerek 35 év alatti nőknél születik. Akik átesnek a szűrésen, ott kiszűrődik, és nem születik meg a beteg gyermek, viszont akiknél statisztikailag nem indokolt a szűrést elvégezni, azok fognak ezek után down-kóros gyerekeket szülni. Maga kérdésfelvetés teljesen általános orvosi probléma, nem konkrétan az összejttel való kísérletezésre vagy a terápiára vonatkozik.

Sz.I.: Hadd tegyem hozzá, hogy ugye az kérdés, hogy ha tudom, hogy a gyermekem az anyaméhben down-kóros, ebben az esetben mit teszek. Itt nem lehet tudományellenességről beszélni, merthogy a tudomány nem egy értéksemleges dolog, a tudomány nem mond semmit, hanem a tudósok, klinikusok és emberek dönthetnek arról, hogy mit teszünk. Az, hogy magától értetődőnek tartottad, hogy nem születik meg, ez sem feltétlenül van így... Mert valóban – itt beszélhetünk megint csak a genetikának a régi, „csúnyább” idejéről, hogy mennyire eugenikai gyakorlatnak tekinthető, tehát hogy mennyire van egyfajta nyomás adott esetben azokon a szülő nőkön, akik ez elé a döntés elé kényszerülnek: elvetés-e vagy sem. Ez már nem természetes kérdés, ez egy értékválasztás. Ugyanez mondható el az összejt kutatásról: hogy az embrionális összejttet úgy tekintjük, hogy az pusztán egy anyag, ami nem különb a vörös-, vagy fehér vérsejtünkénél, hiszen a fehérvérsejtünk is minden génünket hordozza; de a jelenlegi tudásunk szerint nyilván nem ugyanaz, mint az összejt, hiszen abból elvileg lehet ember, ebből nem. Tehát nyilván vannak különbségek, de nagyon sok hasonlóság van, ha „anyagilag” nézzük. De nemcsak anyagi szempontból lehet nézni, hanem más szempontból is. Tehát azt gondolom, hogy akik az embrionális összejtkutatást ellenzik, azok nem a tudományos kutatást ellenzik általánosságban. Nem lehet mondani, hogy a tudomány azt mondja, hogy ezekkel a sejtekkel kísérletezni kell és punctum. Nagyon sok egyéb korlátot is állítunk a tudományos beavatkozások elé, a klinikai kutatás tele van fékekkel, gátakkal, akadályokkal, ahogy tetszik, hogy embereken nem lehet akármilyen kutatást elvégezni, pedig szeretnénk, és tudományos szempontból és társadalmi szempontból is nagyon sok haszna lehet. Ugyanígy embrionális összejteknél is, ez világnézeti és nem tudományellenes, vagy tudomány melletti állásfoglalás, azt gondolom. Mondjuk,

van jó hír is: manapság egyre többet kutatnak a bizonyos indukált pluripotens őssejtekkel, ami azt jelenti, hogy biológiai értelemben felnőtt sejtől próbálnak magzati, vagy embrionális őssejtekre jellemző tulajdonságot, pluripotenciát elérni annak érdekében, hogy ne kelljen magzati őssejteket úgymond „bántani”, hiszen akármennyire is szeretjük, vagy nem, de ez bizony megosztja a társadalmat. Ily módon ez a kérdés lehet, hogy megkerülhetővé válik, de azért a rosszmájúságomat kiterjesztem, hogy az Egyesült Államokban, ott, ahol a késői idejű abortusz több államban is legális, ott az embrionális őssejtek méltóságáról aggodalmaskodni nem tűnik teljesen konzekvensnek, noha tudjuk, hogy az abortusz, ha nem is ugyanaz a kérdés, mint az embrionális őssejtkutatás, de azért sok közös tulajdonsága is van.

F.Gy.: Annyit tegyünk hozzá, hogy a 70-s években meghozott legfelsőbb bírósági döntés miatt az abortusztól szóló vita lekerült a napirendről az Egyesült Államokban, míg ez új vitának ígérkezett.

O.G.: Az az érdekes, hogy az abortusztól nem is beszélünk ebben a kontextusban, úgy tekintünk rá, mint ami törvényileg legális dolog; hogyha valakinek az a meggyőződése, akkor bizonyos törvényi feltételek mellett abortálhatja a magzatát. De a teológia gyakorlatilag azt mondja ki, hogy a fogantatás pillanatától fogva egy potenciálisan fejlődő emberi léttel van dolgunk. A keresztény teológiában nem szabad beavatkozni ebbe a folyamatba. Az az élet szent és sérthetetlen. Mi most itt komoly genetikai diagnosztikáról, preimplantációs diagnosztikáról, klónozásról, stb. beszélünk, miközben a legborzalmasabb dolog, egy 2-3 hónapos magzatnak az abortálása az Európai Unióban, ahol élünk, legális, tehát törvényileg bizonyos feltételekkel elvégezhető. Szerintem ez egy önellentmondás itt ebben a kérdéskörben. A másik izgalmas dolog a down-szindrómával kapcsolatban jutott eszembe, a rádióban hallottam nemrégiben, hogy vannak családok, akik örökbe fogadnak down-kóros gyermekeket; az utóbbi időben 16 ilyen gyermeket fogadtak örökbe olyan családok, ahol volt már egy-két egészséges gyermek. Éppen azért, mert azt mondták, hogy ezek a gyerekek olyan szeretet és ragaszkodást tudnak adni, amelyet talán egyetlen „egészséges” gyermek – de ugye senki nem egészséges közöttünk – sem tud adni. Tehát az egészség és a betegség kérdése is relatív kérdés. Még egy dolgot tennék hozzá: egy etikai bizottságban nemrég az ajakhasadásos gyerekekről beszélgettünk, és egyik kollegám mondta, hogy volt egy kutatás arról, hogy mit tenne valaki, hogyha kiderülne még az anyaméhben, hogy a gyermekének ajakhasadása van. A megkérdezett potenciális szülők 60%-a azt mondta, hogy elvetetné a gyermekét egy esztétikai ok miatt, amit ma már nagyon szépen tudnak plasztikai

műtéttel korrigálni, vagy egy fiú bajuszt növeszt rá. De 60% azt mondta, hogy elvetetné. Ugyanakkor feltették nekik a kérdést, hogy súlyos szívelégtelenségél – amibe belehalna később – mit tennének, és ott a megkérdezettek 9%-a mondta, hogy abortálná a magzatot. Ez egy látlelet a társadalomról, hogy mennyire az esztétikai síkon gondolkodik ma.

F.Gy.: A genetikai eredmények, fejlesztések, a genetika perspektívái révén nem oldják-e fel az orvostudomány hagyományos etikai kérdéseit? Hiszen már előbb alapvetőbben, kevésbé feszegetve bizonyos etikai-morális határokat, meg tudunk oldani ügyeket, ugyanakkor a másik oldalról, ha a genetika világában avatkozunk be, akkor valami nagyon alapvetőbe avatkozunk be. Tehát akkor nem prizniceljük a gyereket, mert az viszonylag egyszerű külső beavatkozás, hanem valami olyasmi területen kezdünk el kutakodni vagy „belepiszkálni”, ha úgy tetszik, amiről csak nagyon távolról van a laikusnak közvetlen élménye. Ha priznicelem a gyereket, akkor nem érzem azt, hogy beavatkozom a természet rendjébe – ugye józan ésszel senki nem mondja, hogy nem viszem le a lázat, mert az a természet rendje hogy lázas legyen. Legalábbis a nagy többség így gondolja, ebben a kultúrkörben a nagy többség priznicel. Merthogy „érti” a dolgot. Megfogható számunkra, benne van a kultúránkban. Ha gén szintjén avatkozunk be, nem értjük, nem is érthetjük annyira, hiszen honnan értenénk, mi laikusok. Nincs meg az a 100 év, ami sok mindent kiszűrte, ami sok mindent áthozna a tudatunkba. Feszegeti talán a határainkat, én érzek ilyen ellentmondást. Hogyan látjátok ezt?

J.Cs.: 100 év, azt gondolom, hogy ahhoz kell, hogy a kockázatokat lehessen kezelni, azokhoz kell nagyon nagy esetszámú vizsgálat. Igazán a mai gyógyszerek jelentős része valamilyen molekuláris diagnosztikai háttérrel igényel, például a már sokat emlegetett fehérvérűség esetében. Bizonyos fajta fehérvérűség esetében ismertek, hogy milyen konkrét genetikai eltérés okozza a daganatot, és ezekre célzottan terveztek gyógyszert. Ez tulajdonképpen egy kináz, egy enzim hibája: hibásan működik ez a kináz, mert átrendeződött a DNS ezekben a sejtekben, azaz olyan szabályozást kapott, ami nem fiziológiás, tehát nem normális. Tehát ennek a kináznak a túlműködése okozza a betegséget, és ezt az enzimet egy konkrét gyógyszerrel lehet bénítani, amivel meg lehet gyógyítani a beteget. E mögött egy teljesen konkrét genetikai, molekulárbiológiai ismeret van, és ilyen módon ez már ma is tulajdonképpen valóság, több kinázgátló-szer van forgalomban. A daganatok azonban arról híresek, hogy – mivel korlátlanul osztódnak, van mikroevolúciójuk, amivel meg tudnak „szökni” a terápiák elől – képesek rezisztensek lenni bizonyos idő után az adott gyógyszerre. Azt is lehet vizsgálni, hogyan is változott meg a kinázgén és milyen gyógyszerekre lesz

rezisztens. Meg lehet ezt mondani a DNS szekvenciájából, hogy melyik gyógyszer lesz hatékony és melyik nem. Tehát eléggé komplex módon lehet kezelni az egész dolgot. Azt gondolom, hogy a kérdés feloldása ez, hogy vannak esetek, amelyek már most a gyakorlat részei lehetnek és vannak olyan kérdések, ahol valamilyen statisztikai, vagy más problémával ütközik az alkalmazás és emiatt még nem lehet a gyakorlat része. Nyilván a tudomány – ha pozitívak akarunk lenni – és azt gondolom, hogy ennek kellene lennie a végkicsengésnek – halad előre olyan irányba, hogy ezek előbb-utóbb tényleg a gyakorlat részei lehessenek, és tényleg megbízható tudáson alapuljon a terápia, diagnosztika, más orvosi működés.

O.G.: Kapcsolódnék a kérdéshez. Valahol a feszültség ott van, hogy mi az, ami technikailag megtehető, és mi az, ami erkölcsileg elfogadható. Nyilván egy tudósnak, a tudománynak az a dolga, hogy kutasson, minél több ismeretre tegyen szert és ezt valamilyen módon követi erkölcsi megítélés, de ez nagyon sokszínű egy demokráciában, vagy bármilyen társadalomban, ahol nagyon sokféle háttérű ember él együtt. Itt húzódik feszültség, de a történelemből tudunk tanulni, a modern Taigetoszt szokták sokan emlegetni, hogy ha szelektáljuk az életünkből a fogyatékkal élőket, akkor hogyan fogunk önmagunkra tekinteni, ha mondjuk egy autóbalesetben fogyatékosná válunk. Önmagunkra vagy másik ember szemébe, aki embertársam. Itt azok az értékek, amelyek hagyományos társadalmi értékek, az emberi méltóság, az emberi életnek a tisztelete, becsülete, ha nem is az Albert Schweitzer-i értelemben, de állandó, konstans értékek a társadalomban, ezt az értéket egymásnak biztosítjuk. Én tiszteletben tartom a másikat a méltóságát, és jó esetben ez fordítva is megtörténik, egy társadalom tartja tiszteletben a másik embernek a méltóságát. Hogyha ez elvesz egy társadalomból, akkor nincs értelme az emberi életnek, elveszítjük emberségünket.

Sz.I.: Ha én is szólhatok, picit más füllel hallgattam a kérdésed, mint az előttem szólók, de nyilván amikor a priznicelést, és mondjuk a laikusok számára vagy számomra is felfoghatatlan molekuláris diagnosztikai eljárásokat, beavatkozásokat hasonlítottad össze, és hogy ennek a kettőnek milyen hatása van, én azt gondoltam, hogy az egy nagyon nehéz pszichológiai folyamat, hogy egyre kevesebb olyan tényező van a világunkban, amit közvetlen érzékszerveinkkel, ismereteinkkel képesek vagyunk felfogni. Egyáltalán az információk nagy része, amit a világról hiszünk; hogy egy terápia hasznos-e, annak a nagy része végül is nem olyan információkon alapul, amit mi bármilyen szinten ellenőrizni tudnánk, hogy az az információ valóban hiteles. Én itt azt szeretném hangsúlyozni, hogy az a bizalom, ami a nem tudományos kutatással foglalkozók szempontjából a

tudományos kutatással foglalkozók irányába megvan, ezt a bizalmat nagyon meg kell őrizni és ápolni kell, és nyilván ezt rombolni nagy bűnnek számít – az én szememben legalábbis. Fontos, hogy a tudomány, a tudománnyal foglalkozók valóban hitelesen és tisztességesen közöljék az adataikat, és ne mindenféle hátsó, másod-, vagy harmadlagos érdekeknek megfelelően, hanem hitelesen közölhessük azt a tudományos igazságot, amit megismerhetünk a világról. Úgy tekinthessünk az információkra, hogy azok hitelesek, és ez ebből a szempontból nagyon fontosnak tekintendő a szememben.

CIVIL HANGOK (KÉRDÉSEK, HOZZÁSZÓLÁSOK)

Kérdező: - Az ókorban, Spártában ugye úgy szabadultak meg a károsodottan megszületett gyerekektől, hogy a Taigetoszról ledobták. Amikor a down-kóros gyermeknél diagnosztizálják a kórt, és elpusztítják a gyermeket, az nem ugyanaz?

J. Cs.: Az orvostudomány ebben az esetben szelekciót végez, tehát egyfajta genetikai eltérést kiszelektálnak a populációból. Hozzá kell tenni, hogy down-kór ráadásul nem egy olyan genetikai eltérés, ami már megvan a szülőkben is, hanem a megtermékenyítés közben jön létre, tehát teljesen újonnan kialakuló változat. Ilyen szempontból ez nem hat vissza, tehát nem tudjuk eltüntetni vele ezt a betegséget, vagy azokat, akik ebben szenvednek. De másik oldalról érdemes megemlíteni, hogy az orvostudomány általánosan kontraszelektált, tehát a legtöbb betegséget meggyógyítja, akik meghalnának bizonyos kor előtt, azokat életben tartja, és ilyen módon azokat a genetikai hibákat, amelyeket hordozunk és okozzák ezeket a betegségeket – hiszen mindenkinek vannak genetikai hibái – elszaporítja a populációban. James D. Watsont, aki meghatározta a DNS kettősspirál szerkezetét, amiért annak idején Nobel díjat kapott, felkérték, hogy adjon DNS-t, és ezt publikálták. Újságban is megjelent tehát, hogy milyen genetikai hibái vannak Watsonnak: 6-7 különböző genetikai megbetegedést okozó génvariánsa van, olyan formában, hogy tulajdonképpen betegséget is okozhatna, de nem okozott neki. Bonyolult dolgok vannak tehát a genetikában, hogy adott genetikai eltérés megnyilvánul-e vagy sem, de lényeg, hogy kiderült róla, hogy vannak neki is genetikai betegségei, és ilyen módon látjuk, hogy a bármiféle orvosi közreműködés – lehet ez akár a magas vérnyomásnak a kezelése is – terjeszti a hibákat a társadalomban. Hogy ennek milyen következményei vannak hosszú távon, sokan felvetették, de igazán senki nem tudja megválaszolni. A klasszikus genetikai elképzelések szerint ez mindenképpen egyfajta módon a

faj elsatnyulásához kell, hogy vezessen hosszú távon, de lehet, hogy a technológia eljut addigra oda, hogy kijavítsa ezeket a hibákat. Meglátjuk. Egyelőre nem lehet belátni itt milyen változatok, megoldások lesznek.

Sz. I.: Szerintem sokan kritizálják a mai szelekciós gyakorlatot, az eredeti kérdésre, a down-kórosokra visszatérve: nem ismerek olyan civilizált országot, ahol kényszerabortusz lenne ebből kifolyólag. Kanadában volt régen, de nagyon régen. Tudjuk, hogy az Egyesült Államokban, Svédországban kényszersterilizáltak, de arról nem tudok, hogy ma a civilizált világban bárhol is kényszeríté-
nének fizikai vagy törvényes eszközökkel bárkit, de ettől függetlenül szubtilis módon, finoman társadalmi nyomás nehezedhet emberekre. Ezzel nem azt akarom mondani, hogy a down-kóros abortusz az jó, vagy rossz, hanem a jelenséget leírni, hogy ez önmagában tekinthető így. Sokan azt írják, hogy ez egyfajta eugenetikai presszió, illetve gyakorlat, hogy van egyfajta társadalmi presszió és olyan eszközökkel, hogy a fogyatékosoknak kevesebb lehetőségük van az életben – nemcsak a szellemi fogyatékosoknak, hanem a kerekesszéken közlekedőknek is nyilván nehezebb az életük, mert nem építjük meg a rámpákat, holott törvény kötelez. Ez nagyon nehéz kérdés, és azt gondolom, hogy ezzel is érdemes lenne foglalkozni. Nem biztos, hogy down-kóros gyermekek példája a legjobb példa, de – mint ahogy említette Viktor is – az ő életük is nagyon széles skálán mozog: az átlag down-kórosnak az intelligenciahányadosa alacsonyabb, mint a normál, nem down-kóros populációé; de vannak olyanok is, akik önálló életre képesek a down-kórosok közül.

F. Gy.: *Praktikusnak tűnik a Taigetosz kiiktatására, a nem alkalmazására, az általános morális elven túl az az érv, hogyha azt mondjuk, hogy az életük kevésbé értékes, elvitatjuk tőlük az emberi méltóság jogát, így lehet, hogy a civilizált világ alapszövedékeit romboljuk szét. És akkor minden szétrombolódik. Lehet, hogy kevesebben leszünk néhány fogyatékkal élővel, vagy kevesebben leszünk önmagunkkal, merthogy megszűnik a civilizált világ alapszerkezete, aminek szerves része az emberi élet önértéke. Sőt, a civilizált világ egy részében az emberi név is a lelkes állatoknak az önértéke. Mindenesetre az emberi élet önértéke az minden fogyatékkal együtt is, képes felmutatni olyan teljesítményeket – ha tudományról beszélünk, gondoljunk Hawkingra, akinek az esetében a szokványos értelemben felfogott teljes értékű élet nem vethető fel. Praktikusan, mennyivel lennének szegényebbek Hawking nélkül egyébként, ha a teljesítményre gondolok. Egyáltalán, a társadalom, az emberi együttélés alapszövegetét szétrombolná ez a fajta – prakticistának tűnő – eltekintés, ha jól érzékelem.*

Kérdező: Az Európai Uniónak milyen versenyelőnye lehet a génkutatás területén? Hallottunk róla, hogy volt egy olasz orvos, aki klónozással próbált foglalkozni, volt Dél-Korea, és most Kínában folyik gőzerővel összejt kutatás. Az Európai Unió a Lisszaboni Egyezménybe a kereszténységet nem nagyon vette bele... Az Európai Unióban a kutatás mennyire fejlődhet, vagy esetleg Ázsiában inkább megindul, mivel ott nincsenek ilyen etikai aggályok? Nem tudom, mennyire lehet itt Európában kutatni?

O. G.: Gondolom, nehezebb itt Európában kutatni. Pontos ismereteim nincsenek, de biztos a bioetikai konvenció, ezeket ismerjük. Kérdés, hogy a kereszténység, a keresztény hagyomány mennyire tud még hatást gyakorolni, ha jól értem a kutatásra, vagy mennyiben van ott ez jelen. Nyilván ez politikai fórumon valósulhat meg. Az egyházaknak vannak képviselőik Brüsszelben, a Keresztény Egyházak Közösségének van egy olyan irodája, ahol próbálják a keresztény értékeket közvetíteni, létezik az Egyházak Világtanácsa, és különböző ilyen fórumok, amelyek nagyobb nyilvánosságban próbálják megszólaltatni az álláspontjukat. Talán sokkal jobb helyzetben van a nyilvánossága miatt a Vatikán, mivel a Vatikánnak van sajtója ezen a téren. Azt érzem, hogy talán itt általános emberi értékekre kell inkább a hangsúlyt fektetni, ami nem is keresztény-specifikus, hanem olyan általános emberi érték, amit mindannyian vallunk, hogy például egy csecsemő úgy tud felnőni, ha gondoskodunk róla. Ha valaki nincs ott, aki neveli, eteti és itatja, akkor az a gyermek nem nő fel. Mi is valahogy így nőttünk fel, hogy rólunk is gondoskodtak, és ez feltételezi, hogy ez tőlünk is elvárható magatartás, hogy a kicsikről, gyengékről, a fogyatékkal élőkéről gondoskodjunk. A keresztény értékek itt még talán nem is nagyon jelennek meg, ezek az emberi józan ésszel belátható dolgok, azt gondolom.

F. Gy.: *Hadd vessek fel egy problémát ehhez, ami talán a legnagyobb kihívás lehet az orvosiparban, ebben van fejlesztési verseny leginkább, illetve általában tudományos versenyben. Első pillantásra távoli analógiát hadd vonjak: ameddig a két nagyhatalomnak volt atombombája, addig olyan nagyon nagy gond nem volt. Azért nem, mondták a stratégiai elemzők, mert lehet, hogy – a Nyugat szempontból mondom – a kommunisták nagyon más rendszerben élnek, diktatórikusak, ellenünk vannak, de alapvetően abban a logikai gondolkodási rendszerben mozognak, mint mi. Tudják, hogy ha ledobják az atombombát, akkor mi is ledobjuk, és sok emberük meghal. Azért, még ha más nagyságban is, de az emberi életnek van akkora értéke náluk is, hogy ezt nem merik megkockáztatni. Az atomhiszterória igazából akkor indult el, amikor kikerült – ha úgy tetszik – ebből a kultúrkörből az alkalmazhatóságának a lehetősége, amelyben számolhatunk ezzel a józan racionalitással. A mostani iráni*

történetből látjuk, hogy egy atombombát megcsinálni „munkás” dolog. Nagy dolgok kellene, sok idő, míg legyártják azt a kis anyagot, ami kellően sok embert el tudna pusztítani; macerás, előbb-utóbb feltűnik.

Mi van akkor, ha – a genetikai kutatásoknak óriási szakirodalma van, nyilvános lapokban publikálják, hiszen így lehet tudományos grádicsokon előbbre lépni, tehát az alapismeretek ott vannak, elérhetőek – olyan kultúrkörökben alkalmazzák, ahol nem ilyen formában fogalmazódnak meg bizonyos önként vállalt etikai korlátok, ahol lehet rá pénz, technológia, és nincsen gát, gátlás. Valahol – nem mondom országot –, amire még rálátásunk sincs, és ami messze van, és esetleg arrafele sokan élnek és fel sem tűnik, hogy olyan kísérletek folyhatnak, amely kísérletek európai kultúrkörben elképzelhetetlenek. Óriási versenyelőnyre tehetnek szert, mivel a nyugati világában ilyet nem tennének meg. A nemzetközi tudományos közösségnek alig van rálátása, de lehet, hogy fantasztikus eredményeik lesznek ettől. Gondolom, hogy ez dilemmája a szakembernek, az etikusnak és mindannyiunknak.

J. Cs.: Természetesen ez elméleti lehetőség, hogy ilyen van, hogy bizonyos országok egyszerűen presztízs- vagy stratégiai okokból úgy gondolják, hogy nekik ilyen kutatásokat vinniük kell. Sajnos a tudományban élők pontosan tudják, hogy az olyan rendszerek, amelyek diktatórikusan működnek, hatékonyabbak lehetnek ezen a téren. Van rá számos példa a világban, ahol a kutatás nem úgy működik, mint Európában, ahol pályázni kell és bonyolult szűrőkön jut el a pénz végül a kutatókhoz, hanem állami megrendelés a kutatás. Mivel itt olyan dolgokat is lehet csinálni, ami nagyon kockázatos. Pályázati rendszerben nem tervezhető olyan dolgot megcsinálni, ami a pályázat kereteibe, mondjuk három évbe nem fér bele, mert biztos, hogy elbukja, és nagy valószínűséggel nem kap a következő pályázatra pénzt és így egyfajta önkorlátozás van ezen a területen. A klónozás, a humán kutatás létrehozása például ilyen terület. Elégge valószínű tehát – az előző kérdésre is válaszolva –, hogy Európában nem a kultúrkörnyezet befolyásolja, hanem önkorlátozás van, részint, mert nem szeretnének társadalmi vitákat generálni, részint amiatt a probléma miatt, hogy sokkal nehezebb ilyen területen előbbre haladni, mint más területen és inkább a könnyebb utat választják a kutatók. Hogy létrejön másik országban ilyen tudás, hogy kell embert klónozni, ha ez a konkrét kérdés merül fel, ez igazából technológiai kérdés. Sokat kell dolgozni rajta, de tíz éves távlatban meg lehet oldani, lesznek vele problémák és utána is sok a feladat, amit meg kell majd oldani. A klónozás nem annyi, hogy veszek DNS-t, beteszem petesejtbe és új ember lesz belőle, hanem ennél lényegesen bonyolultabb kérdés. Ez valahol akkor értelmes, ha publikus tudássá válik egy idő után. Mivel a folyamat hosszú, kicsit okafogyott szituáció, hogy én megoldottam az első klónozást, de még van 25 év munka, hogy ebből

valami értelmes dolog legyen... Nem lehet ilyen elszigetelten előrehaladni, és ebből versenyt generálni. A tudomány bonyolult terület, emiatt egy-egy ország nem képes olyan fajta előnyre szert tenni, ami a többiek számára behozhatatlan. Én ettől igazán nem félnék.

Sz. I.: Pozitív oldala is van nyilván, de ha a negatív oldalát kell megvilágítsam, az atombomba kapcsán ez az önkorlátozás nem mindig volt sikeres, mert tudjuk hogy ledobtak emberi településre két atombombát is. Nyilván nem a publikus tudományos kutatás terén van meg az aggodalom, hanem a katonai kutatásokra gondolok. Egy dolgot mondok: az az Egyesült Államok, amelyik a nürnbergi törvényszéket uralta, azaz a II. világháború alatti orvos-kísérletekben résztvevő orvosokat bíróság elé citálta, elítélte, ugyanaz az Egyesült Államok a saját maga által meghozott Nürnbergi Kódexben vallott elveket a katonai kutatások során rendszerint megszegte. Hogy a mai napig teszi-e, azt nem tudom. Az aggodalom tehát egyrészt jogos. Van rá számos példa, a vegyi fegyverek kutatása is ezt mutatja, hogy még a civilizált világban is van egy súlyos aggodalom.

F. Gy.: Záró kérdésem: számomra több témánál is kihallatszódott a válaszokból, a beszélgetésből, hogy a tudománynak, a fejlesztésnek, az alkalmazásnak és a társadalmi környezetnek, a laikusoknak, ha úgy tetszik a civileknek a viszonya, a kettő közötti mediálás – ezt a médiára is értem szó szerint – mindenképpen ennek az egész genetika alkalmazási problémának olyan pontja, ami nem megnyugtatóan kialakult. Hogyan látjátok, van-e arra kellő nyitottság a kutatókban, tudósokban, alkalmazókban, szakemberekben, és kellő hajlam a felkészülésre az érdemi vitához a civilekben, laikusokban, hogy ez a párbeszéd, az egymással való egyeztetés elinduljon, jobb legyen, mint ma; illetve milyen ennek az intézményrendszeri háttere, akár a médiában, akár civil szervezetekben, szakmai szervezetekben?

O. G.: Az egyházak a nyugati világban ebben talán az élen járnak, az Egyesült Államokban, Németországban, Angliában rengeteg olyan egyházi állásfoglalást, nyilatkozatot lehet találni, amelyek ezekkel a kérdésekkel foglalkoznak. Amint megjelenik egy új tudományos lehetőség, ott rövid időn belül az egyházak – a katolikus és a protestáns egyházak is – nyilatkoznak azzal a szándékkal, hogy ezeket a kérdéseket átláthatóvá tegyék egy civil ember számára is, aki nem olyan járatos ezekben a kérdésekben, mégis döntést tudjon hozni a saját és a környezete számára, állást tudjon foglalni ebben a kérdésben. Olyan grémiumok foglalkoznak meg az állásfoglalásokkal, amelyekben nyilván nem csak teológusok vannak, hanem szakemberek, genetikusok, adott esetben jogászok – általában a szakma színe-java. Ezek elég jól működnek, erre a parlamentek is odafigyelnek,

figyelembe veszik az állásfoglalásukat. Nálunk annyira nem működik ez jól, de törekvés van erre.

J. Cs.: Tudományos szempontból a kommunikáció egy bonyolult dolog, egyik oldalról a tudomány függ rengeteg szempontból az ipartól, mivel az iparon belül zajlik a tudomány egy része; másrészt pedig a tudományos eredményeket az ipar veszi meg, és így anyagi függőség is van. Felmerül tehát, hogy valamilyen módon a tudomány véleménye egyfajta módon befolyásolt a pénz által, a gazdaság által. Hogy említsek azért jó példát is: a humán papilloma vírus vakcinára visszautalva, Diana Harper – aki nagyon elismert tagja a humán papilloma vírus vakcinológusoknak – és mikor részt vett a vakcina kifejlesztésében az egyik cégnél, és eljött az idő, mikor úgy látta, hogy a cégek kommunikációja szerinte eltér a tudományos alapoktól, amikor is a cégek azt propagálják, hogy akár 9 éves korban is oltsák a lányokat, ő azt gondolta, hogy ez korai időpont. Nem félt publikusan megjeleníteni ezzel a véleményével, és elmondani, hogy neki a cégek általános állításával szemben az a véleménye tudományos alapon, hogy későbbiekben kellene a vakcinát alkalmazni. Azt hiszem, ez igazán jól mutatja, hogy a tudománynak milyen lehetőségei vannak, és azt gondolom, hogy nyilván néha ilyen módon felmerül a nem objektív véleményalkotás, de a példa mutatja, hogy bőven van objektív véleményalkotás is. A média feladata az ilyeneket kiválogatni, és bemutatni, hogy melyik tekinthető objektívnek és nem objektívnek, megmutatni a két oldalt egymással szemben. Azt gondolom, hogy mindenképpen van a tudomány képviselőinek felelőssége abban, hogy ilyen kommunikációt vállaljanak, elsősorban azért, mert ők értenek az adott kérdéshez. A tudomány annyira felszabdaldódott résztudományokra, hogy néhány ember ért csak a világon egy konkrét kérdéshez, és ha ők nem mondják el a véleményüket, akkor nem fogjuk meg tudni az igazságot. Ezért a dolog felelősség-oldalát hangsúlyozni kell.

Sz. I.: A bioetika részben arról szól, hogy mennyire torz a tudomány kommunikációja, a tudományos megismerést mennyire befolyásolják adott esetben az anyagi motivációk. Beszéltünk a gyógyszerkutatásról is – Csaba, a te példád nagyon szépen hangzik, de nem mondhatnám, hogy általános lenne. Én rögtön több tucat olyan példát tudok mondani, akit azért hurcoltak meg, mert elmondta a véleményét és adott esetben egy ipari érdek ezt nagyon megsínylette. De csak bátorítani tudom főleg azok részéről, akik közpénzből finanszírozzódnak. A nem ezzel a kérdéssel foglalkozó, durván laikusnak nevezett embertömegek – nem szép szó, de ebből a szempontból talán hasznos – érdeklődése azt gondolom, hogy felkelthető és ezt talán a Mindentudás Egyetemének a sikere mutatja a legjobban. Általában a kutatás céljainak meghatározásában, hogy mit kutas-

sunk – ami megint csak értékválasztás nagyon sok esetben – a laikus kontroll és véleményalkotás messze nem olyan erős, mint amilyen lehetne, vagy kellene lennie annak érdekében, hogy az alkalmazott kutatás terén olyan kutatásokat végezzenek, amelyek a páciensek szükségleteinek, és nem az ipari érdekeknek megfelelőek.

F. Gy.: Ezzel a beszélgetéssel igyekeztünk hozzájárulni, hogy a kommunikáció erősödjön. Valljuk, hogy a tudomány a mi ügyünk. Köszönöm, hogy ki-ki a maga szakterületéről megfogalmazta tudását, ismereteit, bizonytalanságait és azt hiszem, ez mindannyiunk hasznára válik. Ha nem is csökkentek a bizonytalanságaink, de jobban meg tudjuk fogalmazni a kérdéseinket és előrevisz annak a 100 évnek a során – hogy belekapaszkodjak ebbe az időtávba –, amikor formálódik a humán genomika, a kutatások orvosi és egyéb alkalmazása.

Genetika a mindennapokban, civil keretek között

Interjú Nagy Zsolt orvosgenetikussal, Az Egészségért Egyesület elnökével

Kérdező: Először is ha a kutatási területéről beszélne egy pár szót.

N.Zs.: Azt kell tudni, hogy amikor létrehoztuk az egyesületet, akkor egy olyan szakértői kör állította össze az egyesület programját, akik az ismeretterjesztés mellett fontos eszköznek tekintették, hogy a genetikával a mindennapokban is foglalkozzanak. Nem csupán a kutatási vonatkozásokkal, hanem a géndiagnosztikai, az alkalmazhatósági részével is; hogy a kutatások legyenek emberi kutatások, legyenek ipariak is, tehát megfelelő információt tudjanak szolgáltatni szélesebb körben a mindennapi emberek számára. Maga a kutatás néhány szempontból fontos az egyesület számára, többek között azért, hogy benne legyünk a kutatásban, ezáltal érdemi információkat tudjunk adni.

K.: Milyen kutatással foglalkoznak?

N.Zs.: Nagyon sok mindennel foglalkozunk, csaknéhányat említenék ezek közül. Végzünk emberi, azaz embereket érintő kutatásokat, emellett egy másik csoport az állati kutatások és egy harmadik nagy csoport, amit úgy hívnak, hogy ipari alkalmazások. Tehát foglalkozunk akár táplálék-kiegészítőtől kezdve, olyan anyagok gyártásával, vagy gyártásának elősegítésével, amelyeknek valamilyen egyéb felhasználási területe van.

Visszatérve az emberi kutatásokra, az összejtudatást különböző egészségügyi intézetekkel együtt végezzük, megfelelő genetikai engedéllyel, döntően olyan kutatásokat végzünk, amelyek valamilyen szempontból – molekuláris részében, sejten belüli működésük tekintetében – elősegítik egy-egy problémakörnek az ismeretét. Van úgynevezett alapkutatás, amikor olyan információkat vizsgálunk, amelyek segítik a betegség mechanizmusának a megértését; és végzünk olyan kutatásokat is, amelyek már terápiás célzata van, tehát

azt vizsgáljuk, hogy a gyakorlatban a meglévő tudásunk hogyan alkalmazható ahhoz, hogy valamilyen úton-módon a tüneteken enyhíteni lehessen. Végzünk továbbá magzati, a magzatvízben lévő őssejtekkel kapcsolatos a kutatásokat, emellett különböző szülészeti és nőgyógyászati kutatásokat, tehát nőket érintő betegség típusokkal is foglalkozunk: a dagatatos megbetegedésektől kezdve az egyéb elváltozásokig. Ezek azok a kutatások, amelyek döntően az emberi kutatásainkat teszik ki, másrészt vizsgálunk allergiás tüneteket, illetve akár az emésztőrendszeri, bélrendszeri problémát érintő betegségeknek is a molekuláris hátterét. Erre genetikai tesztek is vannak. Ha valakinek lisztérzékenység van, vagy valami miatt ez felmerül, akkor erről azt egyrészt pontosan meg kell határozni, a megfelelő orvosi területeken elvégezni a szűrővizsgálatokat, mivel sokszor nem egyértelműek a tünetek. A genetikai vizsgálat segíteni tud egyrészt a diagnózis megerősítésében, másrészt családi halmozódásra is fel tudja hívni a figyelmet: azokra a családtagokra, akiknél megvan a kockázata, hogy előjőjön, és megfelelő módon, odafigyeléssel meg lehet előzni a tünetek kialakulását. Tehát gyakorlatilag ez a fő kutatási irányvonal, de természetesen számos más kutatás is folyik.

KORLÁTOK ÉS HATÁRTALAN LEHETŐSÉGEK A GENETIKÁBAN

K.: Köztudomású, hogy jelenleg a genetikában korlátlan lehetőségek vannak, ha lehet ezt így mondani, de azért biztos, hogy vannak korlátok is. Melyek ezek?

N.Zs.: Kicsit máshonnan közelíteném meg ez a problémát. Itt három fő érvet kell felhozni arra vonatkozóan, hogy mi a tudomány jelenlegi állása. Ez arra a kérdésre adja meg a választ, hogy mit lehet megvalósítani. Azt lehet megvalósítani, amit a tudomány mai állása szerint, ismereteink alapján megvalósítható. Maga a genetikai állományt érintő terület valóban viszonylag korlátlan lehetőségeket nyújt módszertanilag. Azt kell tudnia, hogy több tízezer tudományos publikáció jelenik meg havonta. Ezért most már abszolút beigazolódott az elmúlt tíz évben, hogy ez a leggyorsabban fejlődő tudományterület és még egy jó darabig dinamikusan fejlődni fog. Nem csodaszer, hanem egy fontos eleme az orvostudománynak, ami gyakorlatilag, majdnem minden területhez kapcsolódik valamilyen szinten, ami az örökítő anyagot vizsgálja. Tehát ez a *lehet* kérdésre a válasz. A következő lépés az az, hogy van egy adott területre vonatkozó jogi szabályzat, ez mondja meg, hogy mit szabad, tehát a *szabad* kérdése az nem a genetikától függ, hanem az adott jogállamtól.



Mondok néhány példát: említettem már az összejtutatót. Vannak az Európai Unióban belül olyan területek, ahol az adott országnak a törvényei lehetővé teszik, valamilyen szinten szabályozott körülmények között ezeknek a kísérleteknek a végzését; vannak olyanok, ahol ezt a törvényi szabályozás szigorúbban veszi, vagy egyenesen tiltja. Tehát ezek az újfajta módszerek, amelyek előremutató eredményt jelentenek egy-egy betegség területén, ahol mondjuk ilyen összejtutató lehetséges, azokban az országokban elérhetőek, ahol lehetőséget nyújtanak rá – tehát a jog megengedi. Nagyon lényeges, hogy a szigorúság fontos szempont, oda kell figyelni, de nem mindegy hogy mennyire, mert gátat nem lehet szabni kísérleteknek, a gyógyászati alkalmazásoknak, mivel lemarad az, aki valamilyen úton-módon nem támogatja.

K.: Hogy látja, hogy a magyar szabályozás mennyire szigorú, mondjuk az uniós országokéhoz képest?

N.Zs.: Szigorú. Mondok egy példát: az Egyesült Királyságban már voltak gén-terápiás módszerekkel klinikailag kedvező eredmények szembetegség kapcsán és más területeken is; valamint összejtutatók is. Tehát ott már ilyen módon ez jobban elérhető – bár nem széles körben, de jobban elérhető, mint mondjuk hazánkban. Tehát ez mindenképpen technikai fejlődési különbséget fog eredményezni nagyon rövid időn belül; vagy már eredményezett vagy ez jobban ki fog szélesedni erre vonatkozóan.

K.: A kutatást nem korlátozza ez a szigorú jogi szabályozás?

N.Zs.: Ez megfelelő módon szabályozva van, de úgy gondolom, hogy ez abszolút helytálló és szükséges. A molekuláris szintű kutatásokat, amiket végzünk, nem veti vissza. Az összejtutatóknak vannak olyan szintjei, ahol a törvényi szabályozás, egy adott államban jobban befolyásol. Az alapkutatás szintjén, a molekuláris mechanizmusok kutatása elvégezhető. A klinikai alkalmazásoknál átmenetileg van már egy- egy szigorú szabályozás és ilyen módon ez befolyásolja, az alapkutatási szinten nem.

K.: Beszéljünk az egyesületről. Mi a tevékenysége? Kik vesznek ebben részt?

N.Zs.: Az egyesületben kicsit más megfontolásból jött létre, amiről még nem beszéltünk, ez pedig az ismeretterjesztés. Azt vettük észre, illetve a visszajelzések is igazolták, hogy a genetikáról nmindennap hallunk, de igazából mégse tudunk róla semmit. Ez az egyik nagyon fontos dolog. A másik, hogy sajnálatosan a genetika sok esetben pejoratív értelmet kapott. Végeztünk egy



nem reprezentatív felmérést, és a saját tapasztalataink is azt igazolták, hogy általában valami negítv dolog, klónozás, génmódosítás kerül előtérbe és nem azok a genetikai tesztek, amelyek ma már elérhetők egy mindennapi átlag magyar ember számára, és nagyon sok esetben tudja segíteni az életet. Azt is megjegyezném, hogy sok ezer közülük már tíz- tizenöt éve elérhető, diagnosztikai pontosságú és mi még mindig azt hisszük, hogy nem tudunk róla semmit, miközben nem mostani újdonságról van szó, hanem tíz- tizenöt éve elérhető géntesztekről. Egy olyan alapvető probléma, mint a trombózis, ami szélesebb körben minden családot valamilyen szinten érint, ennek a genetikai háttere géntesztel igazolható. Tehát a mindennapi tájékoztatás volt az elsődleges szempontja az egyesület létrehozásának: különböző csatornákon, mind az elektronikus sajtó, mind az írott sajtó, mind pedig a tévén, rádión keresztül szolgáltatást nyújt. A tudományos ismeretterjesztés – és ez valamilyen szinten ugye átmegy az oktatásba – lehet egy közérthető módon megfogalmazott cikk, egy előadás, és ilyen előadásokat is tartunk. Ez zömmel egyelőre főleg a középiskolásokat érinti, ott egy kicsit más aspektusból, akár a továbbtanulást is segítjük azzal, hogy körvonalazódnak ezek az ismeretek. Most júniusban a tagjaink számára különböző témakörökben meghirdetett előadásokat szervezünk, amelyek ingyenesek. Ezek genetikai érdekességektől, kezeléseken át, olyan dolgokról szólnak, hogy mitől nő egy nő és mitől férfi egy férfi – ezeket próbálja szélesebb körben elérhetővé tenni.

K.: Ezen kívül úgy láttam, hogy egészen gyakorlati kísérleteket is bemutatnak.

N.Zs.: Igen, tehát az egyik, hogy nem csak elméleti oktatást tartok, hanem egyre sikeresebb az, hogy elvisszük ezt a laboratóriumba. Ennek a célja az, hogy azt a futurisztikusságot, elérhetetlenséget, misztikusságot, ezt lehozzuk a hétköznapi szintre, és akár egy olyan egyszerű példával, mint a mobiltelefon – mit jelentett egy mobiltelefon tizenöt-húszévvvel ezelőtt és mit jelent ma egy mobiltelefon – ennek a példáján keresztül próbáljuk közelebb hozni. Például a génszűrés, klónozás, amelyekhez sok téves információ kapcsolódik, visszahozzuk arra a szintre, hogy milyen dolgokra használják, és a mindennapokban találkozhatunk velük.

A CIVIL RÉSZVÉTEL TÁRSADALMI HASZNOSULÁSA

K.: Mi lehet ennek az ismeretterjesztő tevékenységnek társadalmi hasznosulása?

N.Zs.: Elég sokrétű, pontosan azért, mert a genetika sok mindenhez bekapcsolódik. Hogyha nézzük magát az emberi területet, akkor a társadalmi hasznosulás – és ez a legfontosabb Magyarországon – az egészségmegőrzés. Ma már a genetika egészségügyben való használata, amit mi géndiagnosztikának hívunk, nemcsak a betegség feltérképezésével, a diagnózis megerősítésével és személyre szabott terápiával foglalkozik, hanem a megelőzésben van fontos szerepe. Egyre többet hallunk a prevencióról, a megelőzésről és nem mindegy, hogy kinek mire van lehetősége, kinek mire van kockázata. Ugyanis ha ezt tudjuk, ez nem végítélet. Tanácsot lehet adni, hogy mire figyeljen oda, mit vegyen be, mit ne, milyen szűrővizsgálatok kellenek, akár egy TB-támogatott rendszerben. Azt az információt tudjuk biztosítani, amit fel tud használni az ember az egészsége megőrzésére. Ha nem használja fel, nem használja fel, ezt mindenki maga dönti el, de azt nem mondhatja, hogy az információ nem állt rendelkezésére.

Egyrészt ez a társadalmi hasznosulása, másrészt, hogy bizonyos kérdésekről – beszéljünk mondjuk a klónozásról vagy a génmódosításról – legyen ismerete az embereknek és ezek alapján szabad véleményalkotása. Mi nem mondjuk meg, hogy mit tegyen, egyik előadás anyagában sem. Annak ellenére, hogy a tudomány melyik területéről jövünk, nem az a cél, hogy megmondjuk hogyan kell gondolkozni, hanem azt mondjuk, hogy hogyan elérhetőek azok az információk, pro- és kontra, ahol utána lehet nézni. Hogy ne egy felemás cikkből vonjunk le messzemenő következtetéseket, hanem halljunk ellenérveket és természetesen érveket, és ezek alapján egy tudatos, ha nem is fogyasztói, de tudatos társadalom, generáció nevelődjön ki arra vonatkozóan, hogy ő tudja eldönteni mi a jó neki és mi nem. Hiszen a hétköznapiakban a szépségipartól kezdve a gyógyszeriparon át számos olyan terület van, ami abszolút genetikai alapokon nyugszik és ilyen módon nem mindegy, hogy ezekről mit tudunk meg.

K.: Erre is szerettem volna rákérdezni, hogy állást foglalnak-e ezekben a társadalmi jogi, etikai kérdésekben, de eszerint nem tekintik feldatuknak az állásfoglalást...

N.Zs.: De, véleményt alkotunk. Tehát egy tudományos álláspontot pontosan bemutatunk, amivel természetesen befolyásoljuk a hallgatót, hiszen elmondjuk neki ezt. Megpróbáljuk felhívni a figyelmét arra is, hogyha van ellenérv, akkor az mire épül, annak hol lehet utána nézni, van-e alapja. Vélemény tehát alko-

tunk természetesen, segítjük a hallgatóságot, csak nem egyoldalú tájékoztatást adunk. Minden esetben biztosítjuk azt az információt, hogy hol lehet az ellenérveknek utánaolvasni, és ilyen módon bízunk a hallgatóra, a hallgatóságra, hogy egy szabad véleményt tudjon formálni.

K.: Milyen területeken van a legnagyobb ellenállás vagy kétkedés?

N.Zs.: A génmódosítás területén. De ez nem meglepő, ma ez inkább egy emocionális kérdés, mint tudományos meggyőződés. Valamint, a magzati genetikai vizsgálatok, beavatkozások. Ez a két terület, ami úgy tűnik az elmúlt három év tapasztalatában, számtalan cikk megírása és előadástartás után, ami messze-menően érzelmeket, akár szélsőséges indulatokat vált ki az emberekből. Ez két fontos terület, tehát természetesen lehet erről beszélni, ugyanakkor sok esetben közöny van olyan egészségmegőrző vagy gyermekvállalással kapcsolatos témák iránt, amelyek, úgy gondolom, sokkal jobban befolyásolhatnak minden egyes családot, akik a hétköznapiakban találkoznak vele.

K.: Konkrét példákat említene?

N.Zs.: Nagyon sokfajta genetikai vizsgálat van. Például rengeteg édesanya vagy gyermekvállaló nő találkozik a vetélés problémájával. Vagy hallott róla, vagy sok esetben közvetlenül is érinti őket. Ha azt mondom, hogy a spontán vetéléseknek közel 30%-áért olyan genetikai hibák felelősek, mint a trombózis, ami véralvadási problémára vezethető vissza, és hogy ha ez tisztázott, előre lehet tudni, akkor a szülész-nőgyógyász egy egyszerű vizsgálattal ellenőrizni tudja a terhességet, akkor ez lehet egy mehökkentő információ, miközben ezeknek a genetikai háttere már a 90-es években feltérképezésre került Magyarországon.

Megint csak a 90-es évek vége óta ismerjük a folsav-anyagcserében szerepet játszó enzimnek a változatait – ezt mint folsav, vagy a magzatvédő vitamin részeként halljuk – azt azonban kevesebben tudják, hogy ez a B11-es vitamin és minden embernek szüksége van rá. Magyarországon körülbelül tíz emberből négy hordoz egy olyan változatot, hogy nem tudja annyira jól hasznosítani a folsavat. Ilyen módon, ha mi kutatók megfigyeljük, hogy akik folsavat visznek be a szervezetükbe, azok a szív- és érrendszeri betegségek megelőzésében részt tudnak venni, ami megint csak az egyik vezető betegség ma Magyarországon.

K.: Ez hogy működik a gyakorlatban? Elmegy valaki az Önök előadására, megtudja, hogy ilyen van és utána elmegy a háziorvosához és kér egy vérvételt?



N.Zs.: Természetesen hallani kell róla. Ebben a mai világban, amiben élünk az információnak el kell jutnia az emberhez. Ez egy fontos probléma, mert az információs csatornákból túlkínálat van, ezért ma már nem működnek olyan hatékonyan. Személyes véleményem – bár én még fiatal vagyok –, hogy a tudományos világból jövők, kutatással, diagnosztikával foglalkozók közül valamilyen szinten ki kell emelni azokat, akik ezt érhetően, közérthetően képesek elmondani, és veszik a fáradságot, hogy ezt elmondják, sulykolják. Mert többször kell elmondani és nem utolsósorban közérthetőnek kell lennie, ez egy nagyon fontos kérdés. Nem szabad túl sok információt átadni. Ennek, akár leterheltség révén, akár adottságok híján egyre kevesebben felelnek meg. Ezért úgy gondolom, hogy minden magára adó szakembernek is ez a felelőssége, hogy tájékoztatni kell. Minél több olyan szakemberre van szükség, akinek van energiája, ideje arra, hogy különböző csatornákon információkat juttasson el az emberekhez. Visszatérve arra, hogyan találunk rá az információra: általában ezt lehetővé teszi az internet gazdagsága is; nagyjából az, hogy egyszerűen utánaérdeklődnek, kisebb részben az, hogy akár meddősségi centrumban vagy háziorvosnál. Bár itt megjegyezném, hogy a fogamzásgátló tabletta felírásakor egy ilyen vizsgálat szükséges, és ha mondjuk pozitív, nem szedhet fogamzásgátlót. Tehát ezek a hétköznapihoz abszolút kötődő dolgok. Arra döntő többségében inkább ismeretterjesztés révén; kevésbé a szakorvosi területen azután nyílik lehetőség, hogy az illető felvegye a kapcsolatot azzal az intézettel, vagy magánklinikával, egészségügyi szolgáltatóval, aki ezt a vizsgálatot végzi és utána megindulhat a vizsgálat, ha kéri a páciens.

K.: Információátadásról beszéltünk. Tájékoztatás vagy párbeszéd? Mire van inkább szükség? Bevonható-e a laikus közönség, az ő véleményük, kérdéseik, igényeik?

N.Zs.: Ez a kettő elválaszthatatlan. Szükség van a tájékoztatásra, párbeszéd pedig a tájékoztatás alapján keletkezik: tehát, ha meglévő információk állnak az emberek rendelkezésére, akkor természetesen jogos, hogy kérdések merülnek fel, ilyen módon generálja egymást – az újabb kérdéseket, újabb válaszokat szülnék. Nálunk is úgy működik, hogy a visszajelzésekből tudjuk, hogy pontosan a genetikán belül mi az, ami leginkább a különböző korosztályokat érdekli, azokat hogyan kell megfogalmazni, hogyan gondolkozik egy mindennapi ember, aki mondjuk az élet más területén, a genetikától távoli területen dolgozik, hogy az számára tényleg érthető legyen. Talán könnyűnek hangzik, de az, hogy egy bonyolultabb folyamatot egyszerűen és érthetően elmagyarázzon valaki, az igazán nehézséget jelent. Hiszen ha valaki mindennap ezzel foglalkozik, akkor gyakran hajlamos elfelejteni, hogy milyen volt, amikor még nem rendelkezett ezekkel az ismeretek-



kel, és akár az ő fejében jobban összeállnak a gondolatmenetek, de ez nem biztos, hogy egy laikus ember számára érthető. Ezt az összhangot kell a visszajelzések alapján megtalálni, ami csak úgy lehetséges, ha a párbeszéd útján tudja a szakértő is, hogy hová fejlődjön tovább a kommunikáció.

FÉLELMEK ÉS TÁRSADALMI ELLENÁLLÁS GENETIKAI KÉRDÉSEKBEN

K.: Ön írt egy cikket nemrégiben a GM-élelmiszerekről, Együk vagy ne együk címmel. Mi az álláspontja ezzel kapcsolatosan?

N.Zs.: Felkérésre írtam ezt a cikket, majd írtam még egyet a hozzászólások kapcsán, mivel szükségesnek tűnt a kérdések megválaszolása. Ma már az interneten hozzá lehet szólni mindehez, név nélkül, ami egy új jelenséget hozott: el lehet olvasni a hozzászólásokat is, amelyek egy cikk kapcsán érkeznek. Visszatérve a cikkre: ez esetben nem az állásfoglalás volt a célja, bár természetesen valamilyen szinten egy szakértő nem tud pártatlan maradni, inkább az lett volna fő üzenete, hogy gondolkodjunk el erről a fontos információról, amely emocionális területe a tudománynak. Egyrészt tehát gondolkodjunk, másrészt pedig a meglévő információk alapján döntsünk. Hogy ez mit jelent: a kérdés, hogy együnk, ne együnk a GM-termékeket, ez mindenkinek a saját joga, döntése – valójában mindenki eszi, még akkor is ha ez hihetetlenül hangzik, hosszú évek óta esszük ezeket a dolgokat, még ha nem is tudunk róla. Tehát ilyen módon a jogunk, hogy döntsünk, nem érvényesül, mivel a hétköznapiakban igazából nem tudunk dönteni. Ezért én, amikor erről tartunk előadást, inkább a technológiai részéről szoktam beszélni. Meg szoktam kérdezni, hogy ki nézi meg minden esetben, ha levesz a polcról egy élelmiszert, hogy az mit is tartalmaz, ki tanulmányozza át a teljes bevásárlókocsi tartalmát – és valljuk be, nem akad olyan ember ezeken az előadásokon, aki bizony minden egyes élelmiszert végigtanulmányoz, mielőtt megenné... Tehát itt egy kettősség áll fenn: bár van, akinek ellenérzése van, de azért mégsem olvassa el élelmiszerek összetevőit. Visszatérve arra, hogy együnk, ne együnk... Ez esetben a génmódosított szó egy általános fogalom, amiről azonban sokan elfeledkeznek az az, hogy nem mindegy, hogy mit módosítunk. El szoktam mondani, hogy ha mondjuk az alma terméséből kiveszünk egy gént, és azt bevisszük mondjuk a búza magjába, akkor maga a búza növény génmódosított ugyan, és ilyen módon mindkettőt esszük, de óriási probléma nem lehet. Ennek ellenére, ha génmódosított búzáról beszélünk, az rögtön elutasítást vált ki. (Ezek most nagyon triviális, leegyszerűsített példák.) Ha azonban olyan génmódosítás történik, ahol egy

kártevő ellen termelődik egy méreg, például ami megrágja a termést, és ezáltal a termésben kárt okoz és ennek gazdasági vonatkozásai vannak, az is egy másfajta génmódosítás, aminek felmerülhet egyfajta egészségkárosító hatása, de vannak erre megfelelő szervek, hogy ezt ellenőrizzék.

Gyakorlatilag, ha megnézzük a világ szójatermesztésnek az adatait, akkor lehet tudni, az Egyesült Államokban, Dél–Amerikában, amelyek piacvezetők ezen a területen, ott a génmódosítás jellemző. Ezt tehát esszük. Ezt eszik az állatok is, és az állatokon keresztül mi is. Ezért azok a riogatások, hogy óriási egészségkárosodásról beszélhetünk, az azért nem igaz, minden esetben elmondtuk, hogy folyamatos ellenőrzés van. Maga a technológia azonban jelen van, és akár az Egyesült Államokat, akár Dél–Amerikát tekintjük, meglehetősen nagy populációról van szó. Valójában azonban igazolható, visszavezethető adat nincsen. A legfőbb veszélyt a pontatlan, csúsztatásokat tartalmazó információk jelentik. A szakértőnek az is a felelőssége, hogy pontos információkat közöljön.

Általánosságokat nehéz levonni ezen a területen, minden esetet egyedileg kell megvizsgálni, hogy milyen típusú módosítás történt, és ez alapján tudunk dönteni. A 80-as években már génmódosítással kezdték el gyártani tömegesen az inzulint, ami mindenki számára elérhető. Ma 2010-et írunk... Azért is említem ezt, mert nem arról van szó, hogy 1999-ben, vagy 2002-ben történt valami misztikus dolog a laborokban, hanem ezek már a 80-as években jelen voltak, és itt érzem a csúsztatásnak a problémáját, hogy nagyon sok ember hiszi, hogy ez egy *most* aktuális probléma, miközben már régóta jelen van az életünkben. Természetesen minden évben újabb növényeket fejlesztenek.

K.: Nem lehetséges, hogy ennek az az oka, hogy most érhetőek el széles körben ezek az információk az internet révén?

N.Zs.: A 90-es években is megvolt az ellenállás, az én véleményem szerint Európa és Egyesült Államok harca abból fakadt, hogy az egyik engedélyezte a transzgénikus növénytermesztést, a másik meg nem... A 90-es években gazdasági előnyt szerzett az, aki hagyta, vagyis az Egyesült Államok. Ekkor tehát eldőlt a harc a technológiai fejlettség tekintetében.

Visszatérve az összejtudatásra: ez egy nagyon fontos ügy, a szabályozást nehéz meghozni, nagyon előrelátónak kell lenni, és itt döntően egy gazdasági versenyről beszélünk. Innen származnak a pro és kontra érvek is. Az már eldőlt, hogy azok a – döntően nem európai – cégek vannak versenyelőnyben, akik a transzgénikus növényeket birtokolják. Azt nem szabad elfelejteni, hogy nagyon sok pénzbe kerül, amíg ezeket létrehozzák és megfelelő kísérletekkel

ellenőrzik: egyrészt a transzgénikusságot, másrészt ezeknek az élettani hatásait. Ezt pedig ugye nem önzetlenségből végzik a cégek, hanem valamilyen gazdasági előnyt remélnek tőle. Ez a gazdasági verseny eldőlt, aminek most még vannak a társadalmban forró pontjai, de ennek a háttérében főleg gazdasági, és nem egészségkárosító kérdések állnak.

K.: Ez vonatkozik a GMO-ra, de beszéltünk itt az összejtudatásról, ott azért inkább az etikai vonatkozások a jellemzőek. Itt is tapasztalható azonban egy óriási társadalmi ellenállás.

N.Zs.: Valóban. Az összejtnél ugye az a fő akadály, hogy jelenleg döntően a kísérletekhez szükséges összejteket, emberiókból nyerjük, és itt felmerül egy olyan probléma, hogy a megtermékenyített petesejtet – amely néhány osztódáson túl van, vagyis néhány sejtes állapotban – szabad-e kutatásra használni, tehát elpusztítani. Itt minden esetben azt kell figyelembe venni, hogy honnan számítjuk az életet. Ez különböző megítélés alá esik, akár vallások, akár különböző államok másképp tekintik. Magyarországon a 24. hétnél van a határ, amikor még indokolt esetben meg lehet szakítani a terhességet. Az, hogy mitől számítjuk az életet, az nézőpont kérdése természetesen. A megtermékenyített petesejt él, önálló örökítőanyaggal rendelkezik és egy genetikai program elindul benne. Azt megemlíteném, hogy hogy egy felnőtt egészséges emberben is vannak összejtek, de nem tudnak a kutatók annyi összejthez hozzájutni, amennyire a kutatáshoz szükség van. Tehát valóban van itt egy etikai kérdés. Viszont azért azt is látni kell, hogy ezeknek a kutatásoknak egészségmegőrző, terápiás szerepe van. A megítélés bizony attól is függ, hogy ki melyik oldalon áll, mert hogy ha valaki vagy a gyermeke súlyos betegségben szenved, akkor ő értelemszerűen másképp áll ezekhez a dolgokhoz, mint egy olyan egészséges ember, akinek szerencséje van, és ilyen módon akár a családtagjai, akár az ismerettsége sem kerül ezzel kapcsolatba.

Tehát azért itt is megoszlanak a vélemények, ezért kell minél többet beszélni róla és kialakítani a közös álláspontot.

Úgy gondolom, hogy a szakértők akkor tudnak ezekben a kérdésekben pontos állásfoglalást adni, ha a különböző szakértők együtt alkotnak egy közös álláspontot. Ez nagyon fontos. Tehát legyen akár biológus, orvos, jogász, akár vallási szervezeteknek képviselői – kifelé egy egységes álláspontot kell képviselni. Ez valóban nehéz, a különféle szervezeteknek ez is a feladata, hogy megfelelő egyeztetés után egységes álláspontot képviseljenek.

K.: Ehhez van megfelelő platform, hogy ez létrejöjjön?

N.Zs.: Úgy gondolom, hogy ez szervezés kérdése. Valóban nehéz itt az érdekeket összeegyeztetni, de egy országon belül, egy jogállamon belül ezek olyan fontos kérdések, hogy valamilyen szinten a nemzet érdekében, a nemzet egészsége érdekében egy közös álláspontot ki kell alakítani az adott területen. Ez egyértelműen egyrészt a szakmának a felelőssége, de nem szabad elfelejteni a civil szervezetek felelősségét sem, mert nem mindegy, hogy egy civil szervezet szakmai alapon bírál egy kérdést, vagy emocionális alapon. Úgy gondolom, hogy nem csak szakmailag kell felelősséget vállalni, hanem felelős civil szervezetekre is van szükség. Olyanokra, akik a lehető legjobb tudásukat nyújtják az álláspontjuk kialakításában, és akár a megfelelő döntéshozó szervek ezeket figyelembe véve, akár hosszútávon tudnak egy egészségpolitikát kialakítani. Nem véletlen, hogy például az Egyesült Államokban is, ahol húsz évre állítanak össze egészségügyi programokat, szakértők ülnek. Amíg nincsen közös álláspont, addig elég nehéz előre jutni, akár a tájékoztatásban akár a későbbi, távolabbi szegmenseiben a kérdésnek. Sok olyan betegség van, ami minket Magyarországon érint. Természetesen nem csak genetikai betegségek, ez egy komplexebb kör. Kizárólag genetikailag nem is lehet magyarázni, nincs is semmilyen tudományos alapja, de minket magyarokat érintenek bizonyos betegségek, amelyekben a genetika segíteni tudja az orvostudomány más területeit ennek a megelőzésében, kezelésében, ezért nem mindegy hogy milyen álláspontot fogadnak el.

K.: Köszönöm az interjút.





A bioetika jogi szabályozottsága a hazai és a nemzetközi szintén

Interjú Sándor Judittal, a Közép-Európai Egyetem tanárával

NEMZETKÖZI TESTÜLETEK, ELJÁRÁSOK

FVÁ: Beszéljünk először is a bioetika nemzetközi testületeiről, az ott folyó egyeztetési eljárásokról és arról, hogy miként ültethetők át ezek a tapasztalatok nálunk?

S.J.: A kutatói és tanári pálya mellett sokat tanultam egy-egy nemzetközi testületben a bioetikai kérdések nemzetközi, összehasonlító megtárgyalásából. Az egyik nehézség, hogy ezeket az értékelési, elemzési és vitamódszereket miként lehet átültetni a hazai viszonyokra. Talán sokaknak furcsán hangzik, de ennek a tevékenységnek elég komoly infrastrukturális, képzési, személyi és tárgyi feltételei vannak. Az UNESCO-ban a 2005-ben elfogadott a *Bioetika és emberi jogok egyetemes nyilatkozatának* előkészítése, megvitatása hatalmas költségvetést emésztett fel. Nálunk a természettudományos kérdések, az új technológiák társadalmi hatásainak felmérése, az etikai, jogi szociológiai, antropológiai reflexió még olyannyira új, hogy diákjaimmal rendszeresen előfordul, hogyha a disszertációjukhoz anyagot gyűjtenek, interjúznak, ezt sokan félreértik, azt hiszik kezelésre jöttek, újságcikk vagy peranyag készül s nem pedig kutatás. Nem csoda hisz a társadalom többi tagja sem szokott genetikáról, vagy épp nanotechnológiáról vitatkozni. Sem a médiában, sem a nyilvános társadalmi vitákban nem kapott még méltó teret az etikai megközelítés vagy annak a felismerése, hogy az új technikáknak igenis vannak társadalmi, jogi, etikai aspektusai is. Ha valaki látogatást tesz egy klinikán, gyakran az orvosi eszközöket mutatják meg neki, semmint hogy magáról a szakmai tevékenység dilemmáiról a *mit kell és mit lehet, mi a jó és mi nem* kérdéséről beszélnének. Tehát ezen a területen Magyarországon nagyon erősen pragmatikus szemlélet uralkodik: azaz a probléma a „biztonságos vagy sem” kérdésére korlátozódik és itt be is fejeződik az etikai analízis. Lehetséges, hogy azért is ódzkodunk ettől, mert tudjuk, hogy



az etikai vita mélyebb kérdéseket hozhat felszínre, világnézeti, vallási diszciplináris és egyéb különbségek is előtérbe kerülhetnek, mert ez a dolog természete. Sokat gondolkoztam már azon, hogy miért is kerüljük, hártjuk ezeket a vitákat, vagy miért nincs ennek hazai tere.

Az etikai diskurzus és szélesebb szakmai viták híján elmondható, hogy az új technológiai kérdések és a jogalkotás között óriási szakadék tátong. Ebben az üres térben nehéz jó törvényeket alkotni, hiszen a komolyabb elvi kérdések helyét a napi politika foglalhatja el. Másutt nem így alkotnak ezen a területen törvényeket. A közvélekedéssel ellentétben nem is a jogászok szokták kezdeményezni egy-egy orvosbiológiai kérdés szabályozását, hanem maga az érintett tudós társadalom. De, hogy vajon megérett-e erre az adott tudományos kérdés, vagy egyáltalán kell-e szabályozni, ez egy nagyon bonyolult jogpolitikai, jogalkotási kérdés, aminek egyik eleme csupán az etikai oldal – de nem csak etikai véleményezésből áll. Az új eljárásoknak – például a szintetikus biológia terén, a nanotechnológia alkalmazása során a diagnosztikában, az intelligens implantátumok használatakor, a genetikai tesztek egy-egy új fajtájának alkalmazáskor, vagy annak szabadalomban való részesítése esetén számos olyan kérdés vetődik fel, ami nem pusztán természettudományos, hanem komoly társadalmi, jogi, etikai aspektusokkal is bír. Esetleg másképp érintik a társadalom egyes tagjait vagy csoportjait. Ezeket kell megvizsgálni mielőtt beleugrunk a jogi szabályozásba. Egy rossz, elhamarkodott szabályozás komolyabb károkat okozhat, mint a jogalkotással való késlekedés.

Van egy mondat, ami mantraként elhangzik minden tudományos tanácskozáson, és véleményem szerint gyakran félre is viszi a vitákat. Szinte minden ilyen fórumon, konferencián, ha valaki belefog a bioetika kérdéseinek taglalásába, szinte kötelező jelleggel ezzel a mondattal kezdi: "a jog a természettudományos fejlődés mögött kullog". Ebből a mondatból azt a következtetést vonják le sokan, hogy amint megjelenik egy új eljárás, azonnal szabályozni kell. Szerintem ez egy nagyon rossz paradigma, és több szempontból is téves. Az egyik legkézenfekvőbb érvelési hiba abból fakad, hogy nem veszi figyelembe azt a tényt, hogy a ma felreppent tudományos eredményt holnap megcáfolhatják. Márpedig a jognak kiszámíthatónak és megismerhetőnek kell lenni, nem változtathatjuk naponta. Lehet, hogy egy új eljárás bár első ránézésre úgy tűnhet, mintha átírná azokat a szabályokat, amelyekben egy társadalom megegyezett, de lehet, hogy mégsem így van. Nem minden új technika és tudományos újdon-ság jelent egyúttal új társadalmi, jogi, etikai kihívást. Lehetséges olyan, nem teljesen új eljárás, ami számos etikai aspektussal rendelkezik – mondok egy példát erre: Amikor a genomikai kutatások után megjelent a proteomika, nagyon sok genetikus jelezte, hogy most már nem is elégséges a genetikai adatok szabályo-

zása, hanem a proteomikai adatok szabályozására is szükség volna. Holott a proteomika nem jelent nagyobb etikai, jogi kihívást, mást, mint a genetikai adatok. Sőt, inkább még kevesebb jogi kérdés merül fel, mert ez alapján kevésbé azonosítható be az adott személy. A jog pedig minden esetben akkor reagál, amikor egy emberi jogi vagy más szabályozandó kérdés merül fel. Nem biztos tehát, hogy egy új módszer a laboratóriumban egyúttal jogi kérdés is. Ugyanakkor például, amikor lehetőség nyílt arra, hogy a mestreséges reprodukciós eljárásokat úgy alkalmazzák, hogy ne a genetikai anya méhébe ültessék vissza az embriót, azaz a béranyaság (vagy ha úgy tetszik, a dajkaterhesség) lehetőségét vetették fel, akkor, bár ez technikailag nem különbözik az embriótranszfertől, mégis számos etikai, jogi vonatkozása van. Ennek megítélése jelenti az igazi nehézséget – és ehhez valamilyen fajta érzékenység kell – amit nagyon nehéz tanítani, és nem is hiszem, hogy ki lehet jelölni egy meghatározott kulcsdiszciplínát, amire rámutathatunk és azt mondhatjuk, hogy ehhez az kell, hogy valaki jogi diplomával rendelkezzen, vagy ehhez az kell, hogy valaki hátrányos helyzetű csoportokkal foglalkozzék, vagy szociális munkás legyen, vagy antropológus, vagy szociológus – egy bizonyos fajta társadalmi érzékenység kell ehhez, hogy az etikai, jogi kérdéseket megszűrjük. A szabályozási kapkodás jogi tévedések sorozatához vezethet. Így például amikor beleugrott a jogi szabályozás abba, hogy az embriót vagy a preembriót meghatározza, akkor később kiderült, hogy a klónozás esetében ez a definíció nem működik, mert nem két ivarsejt megtermékenyüléséről van szó. Természetesen kitaláltak erre módszereket, mivel vannak már olyan jogalkotási technikák, amelyek igyekeznek az efféle tévedés lehetőségét csökkenteni, például, azzal, hogy széles társadalmi konzultáción alapul egy törvény. De persze így is felvetődhet olyan körülmény, ami utóbb átírja ezeket a szabályokat; ezért rendszeresen vissza kell térni a szabályozásban ezekre a kérdésekre. Ha egy új eljárás bukkant fel, ez azért szokott szabályozási igényt felvetni, mert általában az orvoskutatók bizonytalanok abban, hogy mi az amit lehet, és az amit nem.

FVÁ: Nem lehetséges, hogy a kutatók szeretnék azonnal átültetni a gyakorlatba a felfedezéseiket, és minél szélesebb körben használni, de a társadalmi, illetve a jogi keretek erre nem mindig adnak lehetőséget?

S.J.: Az elsődleges természetesen az, hogy biztonságos-e az eljárás, ennek a bevizsgálását nem lehet megspórolni, amíg bevett eljárássá alakul egy új tudományos felfedezés. Tehát annak, hogy a laboratóriumból a betegség mellé kerüljön egy-egy eljárás, vannak kidolgozott jogi protokolljai, amelyeken kötelezően át kell menni. Sajnos nem lehet begyorsítani ezt a folyamatot, hiszen ebből órási

problémák adódhatnak. Például egy olyan esetben, amikor egy biotechnológiai cég rájön arra, hogy közvetlen partnere lehet egy adott fogyasztói csoport, mondjuk ritka betegségben szenvedők, akik már ténylegesen évek óta várják, hogy az adott új eljárás megjelenjen, és a cég velük lép kapcsolatba. Ez azonban nagyon kiszolgáltatott helyzeteket eredményezhet. A jogi szabályozásnak az is az előnye – a jó jogi szabályozásnak, azért ezt hozzáteszem –, hogy az információt centralizálja. Amit az egyes ember egyedül esetleg nem tud összegyűjteni, nem tud megszűrni – még akkor sem, ha nagyon alaposan utánanéz az interneten, vagy esetleg más forrásokból tájékozódik – egy regisztrációs folyamatnak, vagy egy etikai ellenőrzésen átment új technológiának megvan a lehetősége arra, hogy minden lehetséges szempontot figyelembe vegyen, és elkerülje azt, hogy veszélyes, nagy kockázatú beavatkozások kerüljenek a betegágy mellé.

A MAGYAR BIOTECHNOLÓGIA SZABÁLYOZOTTSÁGA

FVÁ: Úgy tudom, hogy magyar biotechnológiai szabályozás kifejezetten szigorúnak számít az unióban. Igaz ez?

S.J.: Általánosságban ez nem igaz, és nagymértékben függ az adott területtől is. Inkább a hazai szabályozás egyik visszatérő hibája, hogy csupán egyszer foglalkozunk egy kérdéssel, akkor is rendszerint lakonikus, de többszörösen visszautaló szabályok születnek, és mindez egyrészt nem kielégítő etikai vitán alapul, másrészt pedig, nem gyűjtjük szisztematikusan azt, hogy mely jogi megoldások voltak eredményesek és melyek nem. Egy törvény önmagában nem szólal meg a törvénykönyvből, hanem a végrehajtás mikéntje és elfogadottsága hozza meg egy törvény igazi sikerét. Azt hiszem, a genetikai törvény esetében 2003-ban kezdődött el a különböző szövegtervezetek megvitatása, tehát egy törvénykoncepció már 2003-ban megvolt. Ehhez képest csak 2008-ban fogadta el az országgyűlés a törvényt, így egy viszonylag hosszú folyamat előzte meg ennek a törvénynek a meghozatalát, viszont még a törvénykoncepcióhoz képest is jelentősen tömörebb szövegű lett a törvény. Nem tudom pontosan, hogy a magyar jogalkotásnak miért sajátossága a számos visszautaló paragrafus – összehasonlítva más országok szabályozásával, jóval fogyasztathatóbbak a törvények, tehát többet dolgoznak a szövegszerűségeken. A jogalkotás művészete bonyolult logikai és szövegezési készséget feltételez. A szüntelen visszautalások dzsungelében elvesző tartalom, amikor nem rendezni kívánnak egy szabályozandó életviszonyt,

csupán elmondani, hogy van már rá szabály, visszatérő hiba. A saláta-törvények jellegtelen címmel nem szolgálják a jog alapvető kiszámíthatósági követelményeit. A jogalkotás nagyfokú politikai kultúrát feltételez, és nem árt az adott területtel való szoros kapcsolat, a szabályozandó terület problémáira való nyitottság. Mindezen csapdák ellenére a jogalkotás lehet mégis izgalmas, intellektuális politikai folyamat.

Az sem biztos, hogy jó hagyomány, hogy mi ki szoktuk húzni a konfliktusos kérdéseket az eredeti tervezet szövegéből. Ha viszont egy amúgy bonyolult kérdésnek csak a lecsupaszított gerince marad, akkor lehet, hogy a kutatók a mindennapi gyakorlatban mégsem tudnak eligazodni. Úgy vélem, hogy a mi törvényeink lakonikusak. Persze, az is lehet, hogy egy adott kérdésről 2003-2004 táján nem tudtunk még annyit, és a biobankok is csak később alakultak ki. A törvényben egyébként eredetileg benne volt még a genetikai diszkrimináció tilalma, genetikai adatoknak egy széles, több szektoron keresztül ívelő védelme; vagyis egy jóval komplexebb törvény volt, ami később leegyszerűsödött.

A viták során többször úgy ítélték meg, hogy ez nagyon bonyolult kérdés, inkább vegyünk le belőle, ugyanakkor hozzákerültek olyan rendelkezések, amelyek 2005-től egyre markánsabban jelentkező igényt jelentettek, hogy biobankokban tárolhassanak genetikai mintát. Ez viszont hozzácsapódott a törvényhez, és ez a pár passzus véleményem szerint nem elégséges ahhoz, hogy biobankokat lehessen működtetni.

A szabályok – mivel az európai adatvédelmi direktívát kell figyelembe venni ezekben a kérdésekben – nem lehet azt mondani, hogy szigorúbbak lennének más szabályokhoz képest, hiszen más európai országokban is ugyanez szolgál a szabályozás alapjául. Ami a mindennapi gyakorlat terén a zavart okozhatja, az az, hogy úgy vélem, részletesebben kéne kimunkálni a szabályokat. Nálunk pont az attól való félelem miatt, hogy nagyon megosztott lesz a parlamenti szavazás, egy eleve defenzív jellegű megközelítés uralkodik. Pedig a kényes kérdéseket is szabályozni kell. Lehetséges, hogyha még hosszabb időt szánánk a vitára, és tényleg megvitatnánk előtte, akkor egy olyan komplexebb törvény születne, amelynek többféle aspektusa, és az is belekerülne a törvénybe, ami kutatókat a mindennapokban izgatja, és nem pedig egy lakonikus szöveg, ami kétségtelenül széles értelmezési tartománnyal bír. Én abban látom inkább a problémát. Ha valaki megnézi, hogy olyan bonyolult kérdésekben, mint a mesterséges reprodukció, Magyarország 1997-ben mekkorát lépett előre, vagy akár említhetném a biotechnológiát, ezen belül elsősorban a humán genetikát, a mesterséges reprodukciós eljárások szabályozását. Ez az időszak talán azért volt kedvező, mert az Európa Tanács is akkortól dolgozott az úgynevezett Ovedioi konvención, és szinte párhuzamosan zajlott ez a folyamat. Ennek köszönhető,

hogyan akkor az a pár passzus, ami a genetikai kutatásokból bekerült az egészségügyi törvénybe, illetőleg az embrión végzett kutatások szabályairól és magáról a mesterséges reprodukció kérdéséről, a klónozás tilalmáról, akkor a magyar törvénykezés európai-, ha nem világszínvonalú volt olyan értelemben, hogy talán legelsőként reagáltunk ezekre a kérdésekre. Attól kezdve azonban – és ebben nyilván szerepe van a politikai megosztottságnak és sok minden másnak –, mint a forró kását, úgy kerültük a biotechnológiai kérdéseket. Így elmaradt az összejtekén végzett kutatás, az összejtterápia megfelelő szabályozása, elmaradt a preimplantációs genetikai eljárások szabályozása; és számos más kérdés is. Ha csupán egy-egy mondatból, szófordulatból próbáljuk értelmezni ezeket a kérdéseket – márpedig ezeknél a kérdéseknél másra nem hagyatkozhatunk, mint az egészségtörvény egyébként eredetileg másra vonatkozó passzusának értelmezésére –, akkor valóban baj van. Talán úgy tűnik, hogy válságba került az egészségügyi jogalkotás. Az egészségügyi biztosítás vonta el a figyelmet és a tudomány kérdései kevésbé foglalkoztatták a közvéleményt. A peres ügyek természetesen érdeklik a közvéleményt, erről kell is beszélni, de azt hiszem, hogy nagyobb elvi kérdésekről is értekezni kell ahhoz, hogy a szabályozás sikeres legyen. A genetika terén egyébként, mielőtt a 2008. évi törvényt vitattuk volna, akkor annak ellenére, hogy Magyarországon nem volt ennek gyakorlata, hivatkoztam a Ovideói Konvenciónak azon passzusára, amely az új technológiai kérdésekben előírja a nyilvános konzultációt a törvényhozás előtt, és ezzel érveltem, hogy legyen egyfajta nyilvános megvitatása egy-egy koncepciónak a törvényhozás előtt.

A TÁRSADALMI KONZULTÁCIÓ SZÜKSÉGESSÉGE

FVÁ: Ez létrejött?

S.J.: Nagyon szűk keretek között, többfordulós viták voltak, és a minisztérium a honlapján felhívta a társadalmi szervezetek figyelmét is arra, hogy reagáljanak. Én át is néztem egyébként a beérkezett javaslatokat, nagyon sok hasznos volt közöttük – főképpen adatvédelmi oldalról érkeztek javaslatok, például a TASZ is számos javaslatot juttatott el, de nagyon aktív volt az adatvédelmi ombudsman hivatala is. De a résztvevők rendszerint jogászok voltak, és ez igen-csak leredukálja a vitát. Az orvosprofesszorok, genetikusok, vagy például a terepen dolgozó kutatók megszokták, hogy belső szakmai fórumokon vitatkoznak és nem mennek ki a nyilvánosság elé konstruktív javaslatokkal: hogy szerintük ha egy adott kérdést így szabályoznak, akkor ez esetleg ez ehhez vezet.

FVÁ: Legalábbis nagyon kevesen teszik ezt...

S.J.: Sajnos ennek csak akkor lesz eredménye, ha a vita interdiszciplináris. Ez mindenkinek nehéz és veszélyeket is rejt, mert a közös nyelv kialakítása mindig problémás: hiszen a jogásznak el kell tudni magyarázni közérthető nyelven, hogy mit jelent az adatvédelem adott esetben igen száraz és technikai aspektusa. A kutatónak pedig el kell mondania, hogy milyen módon tárol genetikai mintákat és ezeket milyen célra használja fel. Ha úgy tetszik, nyíltan fel kell fedni a kártyákat. A törvénykoncepció kialakításában egyébként a hazai genetika két prominens személyisége, Prof. Falus András és Prof. Kosztolányi György vett részt nagy odaadással. Én a vita elején próbáltam még több természettudóst megszólítani, hogy őszintén mondják el melyek a genetikai kutatások legnagyobb kihívásai, mert abból kell kiindulni, hogy nekik a mindennapi gyakorlatban mi az ami problémát, fejtörést okoz. Ez rendkívül nehéz folyamat, mert le kell fordítani a jogi nyelvre a tudományos vagy logisztikai kérdéseket. Sajnos nálunk máig létező tradíció a transzparencia hiánya. Nehéz kérdés ez, mert esetleg kiderülhet, hogy teljesen különböző célból gyűjtött minták, vagy archívumból gyűjtött anyagok olyan módon keverednek a mostani biobankokkal, ahogy nem lehetne; vagy hogy nem volt előzetes hozzájárulás a mintagyűjtéshez, vagy engedély nélkül kerültek a minták egy másik kutatásba, stb. Mivel a kutatók nem mertek beszélni ezekről a problémákról, ezért erre nehéz a szabályozásnak megfelelően reagálnia. Talán attól is félhettek a kutatók, ha a mindennapi problémák kiderülnek, akkor a mozgásterük beszűkül. De ez egy nagyon régi, talán a rendszerváltás előtti korszakból hagyományozódik, amikor a szabályozással szemben mindig is nagy volt az ellenállás. Ezt kellene valahogyan átalakítani: hogy a törvény a mi törvényünk, nem pedig valakik csinálják messze, távol tőlünk, hanem ebben mindenkinek részt kellene venni.

FVÁ: Mennyire működik nemzetközi szinten ez a fajta gondolkodás?

S.J.: Példamutatónak tartom a bioetika szabályozását Franciaországban, ahol összegyűjtik az érintett szakmák és területek kiválóságainak vallomásait, amelyet adott esetben több kötetben hozzáférhető módon publikálnak. A törvény előkészítése kapcsán így utána lehet nézni, hogy mit gondol egy gyermekgyógyász, szülész, genetikus, kutató, szociológus, antropológus, jogász, alkotmánybíró, adatvédő, mert ezeket az egyes témák köré csoportosítva kiadják. Ez áttekinthető, és utána végzik el azt a nemzetközi analízist, hogy az adott területen milyen szabályok léteznek például Európában. Elsősorban még mindig a nyugat-európai országokra koncentrálnak, keveset lehet tudni a mi régióink

országainak a szabályozásáról, de mindenesetre olyan komoly munkán alapul, amit igazából nem lehet megspórolni. A nemzetközi kitekintést egyébként mi is elvégezzük. Emiatt aztán van is néhány progresszív szabályunk is, mint például az embrió beültetése az Evans-esethez hasonló körülmények esetén. Az emberjogi bíróság idézte is Magyarországot.

EVANS-ÜGY, AZ EMBERJOGI DIMENZIÓ

FVÁ: Mi volt az Evans-ügy lényege?

S.J.: Ebben az esetben a kérelmező azért fordult a strasbourgi bírósághoz, mert a brit jog lehetőséget adott arra, hogy korábbi partnere megtiltsa a közösen elhelyezett embriók további tárolását és felhasználását. A panaszos álláspontja szerint ez sértette az Emberi Jogok Európai egyezményének 2., 8. és 14. cikkét. Az ügy röviden a következő. A kérelmezőnél azért került sor a petesejtek leszívására, mert kétoldali petefészekrák diagnózisa miatt a petefészek műtéti eltávolítása előtt még lehetőség volt a petesejtek leszívására. 2000-ben a pár tanácsadáson vett részt, amelynek során a későbbi kérelmező megkérdezte, hogy van-e lehetőség a petesejtek fagyasztva tárolására. Miután a tanácsadó elmondta, hogy erre még csak igen csekély esély van, és ha sikerül is a fagyasztás, a későbbi sikeres beültetés lehetősége is jóval kisebb, a pár az *in vitro* fertilizáció mellett döntött, s így az embriók lefagyasztását kérték. Mindkét fél aláírta a beleegyező nyilatkozatokat, majd 11 petesejt leszívására került sor, amelynek révén hat embrióot hoztak létre sikeresen. 2002-ben azonban a pár szétvált. A férfi írásban értesítette erről a klinikát, és arról is, hogy az a kívánsága, hogy semmisítsék meg az embriókat. A klinika tolmácsolta a férfi ezen kívánságát a panaszosnak, és azt is, hogy a törvény alapján a férfi ezen nyilatkozata miatt meg kell, hogy semmisítsék az embriókat. Ezek után a kérelmező bíróság előtt támadta meg ezt a határozatot. A kérelmező szerint az angol jog azon kitétele, hogy engedi a férfi nyilatkozatának visszavonását, s ezáltal az embriók megsemmisítését, az emberi jogi konvenció több cikkét is sérti, így az élethez, a magánélethez és a családi élethez való jogot is. Anglia szerint azonban az emberi jogi konvenció 8. cikkének megsértése lenne a kikényszerített apaság, mert ez a magánéletbe való beavatkozás tényállását vetné fel. A bíróság végül nem állapította meg a kérelmező nő javára a jogsértést, de a döntést azóta is élénk vita kíséri. A magyar szabályozást épp ezért világszerte pozitív példaként idézik, mert nálunk ilyen esetekben sem pusztítják el az embriókat és a nő kérheti az eljárás folytatását. Természetesen a partnert, mielőtt ez az egész eljárás elkezdődne, fel kell világó-



sítani, erre van egy speciális tájékoztatási klauzula, amit a törvény alapján el kell mondani a párnak, hogy ez a magyar jog álláspontja és hogyha ezt nem kívánja a férj, akkor erről előzetesen kell nyilatkoznia. E tekintetben, vagy például az egyedülálló nők helyzetét tekintve Magyarország szintén elébe ment számos nyugat-európai ország gyakorlatának, tehát sok esetben éppenséggel megengedőbb a magyar szabályozás. Tehát bizonyos tekintetben, legalábbis az 1997 körüli szabályok emberi jogokon alapultak, döntően tudománybarát felfogással és zömmel megengedő szabályokkal. A probléma inkább az, hogy megállt az élet ezeknél a szabályoknál, nem fejlesztettük tovább, apróbb korrekciók vagy javítások, módosítások történtek csupán.

A genetika terén viszont látszólag szigorúak a szabályok, például az adatvédelmi normák, de a gyakorlati megvalósításukról viszonylag keveset hallunk és alig volt vita a biobankká váló átalakulás jogi feltételeiről.

FVÁ: Miért, másutt milyen viták folynak ezekről a kérdésekről?

S.J.: Egy példával érzékeltetném ezt. 2000 májusában egy holland kisváros tűzijátékokat árusító üzletének raktárában robbanás történt, amely húsz ember életébe került. Közülük néhányan olyan súlyosan összeégtek, hogy csak DNS vizsgálattal lehetett személyazonosságukat megállapítani, úgy, hogy az áldozatok DNS mintáit összevetették a minden holland újszülött vérmintáit tartalmazó ún. Guthrie card gyűjteménnyel. A közvélemény számára csak ekkor vált nyilvánvalóvá, hogy a közhiedelemmel ellentétben nem semmisítik meg a kártyákat, hanem azokat megőrzik. A Holland Adatvédelmi Hivatal is megvizsgálta az ügyet és megállapította, hogy a Guthrie card-ok gyűjtése és tárolása még ha nem is végeztek genetikai vizsgálatokat az összegyűjtött mintákon, sérti az adatvédelmi normákat és a tárolt adatokat meg kell semmisíteni. Az ügy kezelésére létrejött bizottság ezért úgy döntött, hogy az öt évnél régebbi Guthrie card-okat hatósági ellenőrzés mellett meg kell semmisíteni. Mi nem tartunk itt, hogy ilyen komoly módon figyeljünk az adatvédelemre, bár annak idején ennek publicitása volt, nagyon nagy viták voltak erről a kérdésről. Én azt hiszem, hogy nálunk a probléma az, hogy legfeljebb egy törvényhozás kapcsán keletkezik etikai vita, ami nagyon korlátozott; és mivel nem volt tradíciója annak, hogy hogyan kell etikáról vitatkozni, azt kell mondjam, hogy a genetikai törvény kapcsán az volt a szerencsés, hogy ez tanulási folyamatot indított be. Most csak egy példát mondok: a média többször is jelen volt ezeken a vitákon – két vagy három esetben a genetikai adatok kezeléséről, tárolásáról beszéltünk, arról hogy egyéb területen hogyan lehet használni ezeket az adatokat, mit lehet csinálni az archivált mintákkal, hogyan lehet biobankban tárolni a genetikai mintákat



– és úgy jelent meg az újságban a cikk, hogy a klóntörvényről vitatkoztak. Több esetben azonosították a klónozással, amihez semmi köze nincsen. Tehát azért is nehéz terület talán ez, mert feltételez bizonyos fajta természettudományos alapokat, és a másik oldalnak is nem csak jogi műveltséget kell fejleszteni, hanem minimális erőfeszítést kell tenni azért, hogy tudjuk, miről vitatkozunk. Nem szégyen tanulni ebből. Annak azért örülök, hogy a végén nem úgy mutatták be ezt a törvényt, hogy elkészült a “klóntörvény”, hanem akkora már genetikai törvényként, vagy biobank-törvényként emlegették.

Ez a jogalkotási folyamat egyúttal tanulási folyamat is volt, ez az öt év erre kellett. Csak hát szaggatott volt ez a vita, így sajnos néha elhalt, néha feléledt a vita. Mivel az adatvédők voltak túlsúlyban a vitánál, úgy tűnt, hogy az adatvédelmi aspektusokat próbálták többször is szigorítani. Azt, hogy a törvény előkészítési folyamata milyen fontos tanulási folyamat lehet, bizonyítja, hogy például kicsiszolódott az az álláspont, ami korábban nem került felszínre: hogy az orvoskutatók és a jogászok mást értenek anonim minta alatt. A kezdet kezdetén még előfordult, hogy egy kutató beszámolt arról, hogy nálunk mindenfajta mintagyűjtés teljesen anonim, tehát nem kell félni jogi problémától, hiszen kódolják a mintát, és csak egy kód feltörése révén lehet a személyazonosítóhoz jutni. Ez az adatvédelmi normák szerint azonban nem tekinthető anonimnak, hanem kódolt mintának, hiszen egy kód feltörésével beazonosítható az a természetese személy, akitől ez a minta származik. Ebből is látszik, hosszú folyamat vezet addig, hogy egy nyelvet beszéljünk. A kutatók is rácsodálkoztak, hogy amiről azt hitték evidens, valójában nem az, mert a saját szakmai köreikben másképp emlegettek egy adott kifejezést. Ez a jogi vitának egy sajátossága, mi ma már nem latinul beszélünk, de a köznyelvben is érthető fogalmakat lehet hogy egy sajátos jelentéstartammal használunk. Egyébként ez majdnem minden diszciplínára jellemző. Míg legtöbb biobank kódolt vagy anonimizált adatokkal dolgozik, sokan ma már illúzióknak tekintik az adatok titkosságának biztosíthatóságát. Mint jogász nem értek egyet az adatok kezelésének nyílttá tételével, de az igaz, hogy az etikai szakirodalom tekintélyes része, és az orvosi szakirodalom szinte egyöntetűen az individuális beleegyezési jogok feladását, de legalábbis enyhítését követeli, mondván, hogy a biobankon alapuló kutatások jövőbeni, előre nem pontosan tudható kutatási célokra irányulnak, ezért nem tartható fenn a teljes adatvédelmi önrendelkezési jog, általános kutatási felhatalmazást és adatok feletti rendelkezési jog részbeni csökkentését kellene a kutatási szabadság érdekében megvalósítani.

A médiának hatalmas szerepe van e diszciplináris sokszínűség megjelenítésében, a nagy nyilvánosságot valójában az adja, hogyha egy-egy ilyen kérdés a médiában is megjelenik.

BIOETIKA A MÉDIÁBAN

FVÁ: Mennyire jelennek meg a médiában ezek kérdések?

S.J.: Nekem most nyugat-európai, angol, német nyelvű lapok jutottak eszembe, ahol, ha megjelenik egy új tudományos szenzáció, például, hogy a mitokondrium más anyától származik, mint az embrió sejtmagja, akkor ez a tudományos hír nemcsak nyers hírként lép fel, nemcsak tényanyagként szerepel a médiában, hanem azonnal körbejárák különböző szempontokból. Ez néha egy teljes oldalra rúg. Az ember kinyitja a lapot, és a második oldalon teológus nyilatkozik erről, jogász, antropológus, szociológus, és körüljárák ezt a kérdést. Ez egy tanulási folyamat azoknak is, akik részt vesznek a vitában és azoknak is, akik csak tájékozódni szeretnének belőle.

Egyébként én is sokat tanultam a törvényhozásból és annak módszeréből. Egyszer például terveztünk egy (egyébként soha meg nem valósuló) európai genetikai fórumot az Európa Tanácson belül, valamint az Eurobarometer 2005-ös, tehát az első technikai kutatásának öt fős módszertani csoportjában is részt vehettem. Ezeket mind nagyon fontos munkának tartom.

Források hiányában mi főként nemzetközi kutatásokra hagyatkozunk az etikai kérdések terén. A hazai kutatók egyelőre még nem is alkalmazzák azt módszert, hogy a kutatási projektből az ELSI-aspektusokra, azaz etikai, jogi és társadalmi aspektusokra különítenek el forrásokat. Ha az Európai Unió rájuk kényszeríti, akkor természetesen van egy etikai munkadosszié, vagy egy "workpackage" – így hívják –, de ha csak hazai kutatásról van szó, csak akkor fordulnak jogászhoz, ha probléma van. Olyan szerencsés országokban, mint például Hollandia, ahol a Rathenau Intézet rendszeresen szervez ilyen vitákat, ennek komoly infrastruktúrája van. Persze a speciális Eurobarometer-kutatásokra is támaszkodhatunk, ami egyre több esetben tesz fel ilyen kérdéseket. Például ebből a 2005-ös felmérésből sokat tanultunk – ez viszonylag nagy, országoként háromezres mintán vizsgálja ezeket a kérdéseket –, mert kiderült, hogy amint ez már lehetett sejteni, a magyar társadalom pragmatikus. Egy új eljárásnak elsősorban a biztonsága érdekli, kevésbé ennek az etikai aspektusai, és alapvetően tudománybarát másokhoz képest. A magyar társadalom sokkal kevésbé kritikus a tudománnyal szemben, mint sok más ország, például Svájc vagy a Skandináv országok. Vagyis inkább tudománybarát, e tekintetben talán csak az élelmiszerek vagy genetikailag módosított szervezetek terén vagyunk sokkal inkább az új technológiák ellen, mint mások. Az orvostechológiával vagy biotechnológiával szemben úgy tűnik, hogy nyitott a társadalom, de ezt kétféleképpen lehet értelmezni: nem csak azt jelenti, hogy nagyon szeretjük a tudományt, és persze büszkéek vagyunk, és mindig elmondjuk

hogy hány Nobel- díjasunk van, hanem azt is jelentheti, hogy nem gondolkozott el ez a társadalom, nem volt gyakorlata, hogy etikáról beszéljen. Ha megjelent egy új tudományos lehetőség, akkor az az egyetlen kérdés, hogy milyen hamar lehet ehhez hozzájutni – és semmilyen más dolog nem vetődik fel, egész addig, amíg valamilyen botrány vagy jogi eset kapcsán derül ki, hogy itt mégis voltak olyan aspektusok, amikről kellett volna vitázni.

FVÁ: Valószínűleg nincs meg nálunk ennek a hagyománya...

S.J.: A vita pusztán pejoratív értelmű szó nálunk. A média gyakran nem is vitát, mintsem egy kontradiktórius eljárást igyekszik kialakítani, tehát gyakran a kérdés megfogalmazásakor is az ellentétes álláspontok kialakítása a cél. Pedig nem csak úgy kell megvizsgálni egy eljárást, hogy akarjuk-e vagy sem, hanem hogy milyen feltételek között kívánjuk alkalmazni azt. Legtöbbször egyébként pont ezek a kérdések a érdekesebbek: kik számára, mikor, milyen körben, hogyan lehet védeni azokat, akik esetleg érzékeny helyzetűek, fogyatékosok, vagy más okból sérülékenyebbek az adott eljárás kapcsán. Esetleg ők szenvedhetnek el hátrányos megkülönböztetést, amennyiben egy eljárás hozzáférhető lesz. Ezeket a kérdéseket érdemes megbeszélni. Nálunk sokszor úgy alakul, hogy csak az igen-nem körül bontakozik ki a vita, és ahogy megvan a többség, attól kezdve nem is érdekes már a vita.

FVÁ: Azt vettem ki abból amit mondott – és azt tudjuk, hogy a genetika pillanatnyilag robbanásszerűen fejlődik napi szinten is –, hogy azért ez a hazai döntéshozói folyamat, folyamat korántsem zárult le. Mennyire lehet átültetni ezt a fajta vitakultúrát? Van-e erre bármiféle lehetőség? Kinek kellene nyitnia? A tudósoknak vagy a közönségnek, esetleg a civil szférának?

S.J.: A Mindentudás Egyeteme nálunk egy nagyon jó kísérlet volt erre szerintem, én azt vettem észre, hogy nagyon sikeres volt, nagyon nagy érdeklődés kísérte. Vannak ilyen viták, amit érdemes lefolytatni. Én kedvelem az interdiszciplináris vitákat. A legtöbb konferenciának, tudományos rendezvénynek az a sajátja, hogy mindenki a szakma szűkebb körén belül vitatkozik a saját terminológiailag beágyazott világában és mindenki fél ebből kilépni. Természetesen vannak olyan rizikók, hogy az ember nem tudja magas színvonalon elmondani, vagy úgy érzi, hogy támadható amit mond. Az is félelemmel töltheti el azokat, akik részt vesznek ebben, és az is egy nehézséget jelenthet, hogy el kell tudni választani mondjuk egy aktuálpolitikai vitától. Egyébként Magyarországon nagyon fontos lenne, hogy az embereket érdekelje más is. Szerintem egy rendkívül fontos pontján



vagyunk a civilizáció történetének, amikor az ember nem csak a környezetére, hanem magára is hathat. Ez egy rendkívül izgalmas kérdés és a gyerekektől az aggastyánokig mindenkit érint, emberi mivoltunk új meghatározásáról, keretéről van szó. Így például a kiméra-embrió kutatások révén maga az emberfogalom határai is újradefiniálódnak. Számos olyan technika jött létre – például a testi tökéletesítés és ennek számos válfaja –, amelyek nagyon izgalmas etikai kérdéseket vetnek fel. A művészetek is sokat segíthetnek ennek befogadásában és értékelésében, mivel érzékennyé teszik az embereket, megnyitják az esetleges gátlásokat, vagy segítik a megértést. Az etika oktatásában én is szoktam filmeket, vagy más művészeti inspirációt igénybe venni, ezeket a diákokkal kölcsönösen megbeszélni, mert nagyon sokat segít abban, hogy egy olyan vita alakuljon ki, ami nem mindig ugyanazokat az érveket ismételgeti. Ilyen szempontból egyébként való igaz, hogy egy plurális társadalomban sokkal nehezebb etikai vitákat folytatni, de ezeket meg kell tanulni, ennek is megvan természetesen a módja. Meg kell tanulni azt is, hogy a vita az nem egy összecsapást jelent.

Egyébként is akkor lehet hatékony egy vita, ha van előzménye. Ha mindig éppen akkor szembesülünk valamivel, és nincsenek olyan dolgok, amire lehetne már hagyatkozni, akkor természetesen nem tud olyan nagyívű vitában kibontakozni. Szerintem a nemzetközi összehasonlítás szintén sokat segít, rengeteget lehet tanulni más jogi szabályozás hibáiból. 1997-ben sok kérdés szabályozásában előrejártunk, és ez nemcsak az ovideói konvenciónak köszönhető, hanem annak is, hogy összevetettük például a reprodukciós szabályozás tekintetében az 1994-es francia és az 1990-es brit szabályozást is. Tudtuk azt is, hogy milyen esetekben nem működött ez: például tele volt özvegyek kérelmével a bíróság, akik azt kérték, hogy hozzájuthassanak az embrióhoz, vagy a lefagyasztott spermiumhoz, és nem kapták meg ezt az engedélyt. Tehát igenis lehet tanulni mások nehézségeiből. Nagyon jó összehasonlítás a médiavita: például az, hogy az akadémiában kiérlelt gondolatokat a nyilvánosság nyelvére lefordítjuk. Egyébként néha olyanoktól kaphat az ember inspirációt, akiktől nem is várja, teljesen más területen jártas emberek, friss szemmel ránéznek egy-egy kérdésre, és tudnak olyasmit mondani, ami fontos. Ott térül meg ez a befektett idő, amikor az emberek már rendelkeznek a szükséges tudással, és akkor a vitában is és a törvény végrehajtásában is partnerek lesznek. Ha például tudnák, hogy mi az, hogy biobank és hogy miért van erre szükség, miért folyik kutatás, akkor nem fordulhatna elő az, hogy egy biobank-konferencián páran felálltak a résztvevők közül, mert kiderült, hogy ők a bankszférában tartott konferenciára gondoltak.

FVÁ. Hogyan működhet mindez? Kinek a felelőssége a tájékoztatás? Egyrészt nyilván a tudós társadalomé, de valóban kevesen vannak, akik közérthetően képesek ismereteket közvetíteni...



S.J.: Én igazságos szeretnék lenni: vannak olyanok, akik ezt rendszeresen vállalják a közszereplést, ezért néha megbélyegzi őket a tudományos társadalom. Szakmailag semmiféle előnyt nem jelent, ha valaki a médiában is szerepel. Szerintem nem is jó, ha mindig ugyanazok szólalnak meg, de ők nagyon sokat tesznek azért, hogy tudományos kérdések megjelenjenek a közvéleményben, hogy tájékoztassák az embereket. Ez egy nagyon tiszteletreméltó munka, de nem csak pár szereplőn kell, hogy múljon ez a feladat. Különböző is a nyilvános vita fogalmát szerintem nem elégíti ki, ha az a pár ember, aki vállalja, a média előtt is beszél a saját kutatási területéről.

Visszatérve például az Európai Genetikai Fórumra, ami végülis nem valósult meg: ott azt terveztük, hogy az ideális modell lehetne, hogy azok az emberek, akik ebben részt vesznek, megválaszthatják, hogy miről vitatkoznak és hogyan akarnak tájékozódni. Azért ez a másik oldal, mert csak arról beszéltünk, hogy a média, a jogalkotó, a társadalomtudomány és a természettudomány képviselői hogyan viszonyulnak ezekhez a kérdésekhez – de a társadalom nem csak belőlük áll természetesen, és ők néha azért nem vesznek részt a vitában, mert nem érzik úgy, hogy a sajátjuk. Nem azért, mert nem érdekli őket, hanem azért, mert nehéz megtalálni a nyelvet, hogy hogyan kérdezzenek meg valamit. Annak érdekében, hogy tényleg egy hasznos vita alakuljon ki, segíteni kell őket abban, hogy ha valóban érdekli őket a téma, akkor különböző eszközök révén tudjanak vitatkozni. Az adott programban lehetett választani, hogy valakinek elküldenek előzetesen interneten kérdéseket – ha valaki otthon a szobájában szeretne válaszolni, nem kimutatva, hogy milyen szintről kezdi ő a genetikával való foglalkozást, így a legalapvetőbbtől a legmagassabb szintig tudnak ismereteket közölni. Ha azt szeretné látni – mert nagyon sokan interakcióból tanulnak –, hogy mondjuk egy genetikus és egy jogász hogyan vitakozik például arról, hogy mennyire kell védeni a személyiségi jogokat, vagy mennyiben jelentenek a genetikai minták adatvédelmi kihívásokat, van rá lehetősége. Ha ebből tanul, akkor ezt is választhassa. Így az emberek, felvértezve ezzel a tudásukkal, aktív résztvevőivé válhatnak a nyilvános vitának.

FVÁ: Miért nem valósult ez meg?

S.J.: Ambíciózus kísérlet volt ez a részvételi demokrácián alapuló modell, olyan, aminek például Svájcban nagyon komoly hagyományai vannak. Talán a többnyelvű országokban rá is vannak kényszerítve, hogy ilyen vitákat folytassanak. Nálunk most inkább az a helyzet, hogy befagyott a biotechnológia egyes kérdéseiről folytatott vita. Félő, hogy esetleg a már megszerzett konszenzust is elveszíthetjük. Mi most a demokrácia magasabb szintjét tanuljuk meg: hogyan kell jogról és tudományról kommunikálni. Nem biztos, hogy mindenki egyetért a kérdésekben, részletproblémák is előjönnek. Azért is fontos ez, mert a tudo-

mánynak a koncepciója is megváltozott. Robert K. Merton 1968-ban írt és máig komoly hatású munkájában a társadalomelméletről és társadalmi struktúráról a tudományos kutatás ethoszát négy alapvető normában látta: közösségi, univerzális, érdekektől mentes, és folyamatosan fenntartott kételkedésre épül. Ma azonban már jelentősen eltávolodtunk ettől az ideális képtől, a kutatások finanszírozása, és azok a szellemi alkotások, amelyek a kutatás révén születnek gyakran nem közösségi célokat szolgálnak, pedig elvileg a kutatás a köz javát kellene, hogy szolgálja minden esetben. De sokat változott a tudomány a tekintetben is, hogy kevésbé tud nagy, átfogó kérdéseket egyetlen diszciplína keretében kezelni, így gyakran az univerzalitás elve is sérül. Érdekmentes kutatás is gyakran illúzió.

Tehát a tudomány már nem az a teljesen izolált, társadalomtól független, tiszta, érdekektől mentes szegmense a társadalomnak, hanem – az emberek jó, ha tudják – komoly üzleti, szakmai harcok terepe is. Ebből az következik, hogy sokkal aktívabban kell adott esetben a kutatásban résztvevőknek is kontrollálniuk azt, hogy mi történik. Ennek persze vannak előnyei, például hogy sokkal aktívabb az a résztvevői kör a kutatásban, mint korábban, akik gyakorlatilag passzív tárgyai voltak a megfigyelésnek. Szerintem nézzük ennek a tudásnak az előnyeit is: van olyan, hogy maga az érintett betegcsoport hoz egy fontos információt, vagy tesz hasznos megfigyelést, vagy akár egy kész adatbázissal jelentkezik. Például a Canavan-betegségben szenvedő gyerekek szülei nemcsak megszervezték a mintagyűjtést, hanem még anyagilag is támogatták a kutatásokat. Ez a fajta aktivizmus a résztvevők részéről szintén olyasvalami, amit lehet pozitív módon is felhasználni. A jognak van egy olyan szerepe, ami szerintem nálunk még nem annyira bontakozott ki, pedig sok energiát, félreértést, bajt lehet megspórolni, ha a játékszabályok tiszták. Akkor tudom a törvényt tiszteltben tartani, ha részt is vehettem ennek a kialakításában. Tehát nem jó az a hozzáállás, hogy a törvény az, amit *mások* alkotnak, és az embereket ez csak oly mértékben érdekli, hogy miként lehet ezt flexibilisen értelmezni. Ha a törvényt minden pontját megvitattuk, akkor ennek a betartása is sokkal könnyebb, mert a *mi* törvényünk lett. Párizsban a Porte Clignancourt-nál vettem meg Montesquieu "A törvények szelleméről" (De l'esprit des lois) című aranygerinces, három kötetes 1748-ban írt művét, amely egyik legbecsesebb kincseim közé tartozik. Számomra nemcsak kedves városomból származó fontos emlék ez, de ha csak a címre pillantok, mindig figyelmeztet arra, amit a jog művelésénél a legtöbbre tartok: a törvény több a paragrafusba rendezett szónál.

FVÁ: Szerintem ez remek konklúziója ennek a beszélgetésnek. Köszönöm az interjút.



Közreműködők

Bíró László Péter, mérnökfizikus, az MTA doktora, az MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézetében a Nanoszerkeszetek Kutatási Osztályának vezetője. Fő érdeklődési területe: ún. bioinspirált nanoarchitektúrák, és az egyetlen atom réteg vastag grafit, a grafén.

Demény Enikő, a Közép-Európai Egyetem etikai és jogi kutatója. Érdeklődési területe többek között az új technológiák etikai, társadalmi és politikai hatásai, úgymint biotechnológia, nanotechnológia, információs technológia és kognitív tudományok, valamint társadalomtudományok és bioetika.

Fábri György, egyetemi docens, ELTE PPK. Fő érdeklődési és működési területe a tudománykommunikáció.

Ferbert-Vadász Ágnes, programkoordinátor, Tudástársadalom Alapítvány.

Jeney Csaba, orvos-mikrobiológus, a Semmelweis Egyetem Orvosi Mikrobiológiai Intézetének adjunktusa. A Genoid molekuláris mikrobiológiai és genetikai diagnosztikai laboratórium egyik alapítója, a cég kutatás-fejlesztési igazgatója.

Kurkó Noémi, programvezető, Tudástársadalom Alapítvány.

Nagy Zsolt, 2002-ben szerzett biológus diplomát az Eötvös Lóránd Tudományegyetem Természettudományi Karán. Diplomamunkájáért elnyerte a Fialtal Biotechnológusok Nívódíját a Magyar Biokémiai Egyesülettől. 2005 és 2008 között az Országos Reumatológiai és Fizioterápiás Intézet Molekuláris Biológiai Laboratóriumában dolgozott, ahol genetikai diagnosztikával és autoimmun- és metabolikus csontbetegségek kutatásával foglalkozott. 2007-től a NAGY GÉN

Diagnosztikai és Kutatási Kft. ügyvezetője, valamint a genetikai tanácsadással és genetikai diagnosztikával foglalkozó szakembere. Az Egészségért Egyesület alapító tagja és megválasztott elnöke.

Nagyné Naszályi Livia, tudományos munkatárs, kutató, MTA Kémiai Kutatóközpont Nanokémiai és Katalízis Intézete. Kutatási területe: Szervetlen és szerves nanorészecskék előállítása, felületmódosítása és funkcionálizálása orvosbiológiai felhasználás céljára.

Orosz Gábor Viktor, lutheránus lelkész, az Evangélikus Hittudományi Egyetem egyetemi docense. Kiemelt érdeklődési területe a genetika etikai-morális alkalmazása.

Sándor Judit, a Közép-Európai Egyetem tanára, de emellett számos területen aktív. Az UNESCO Nemzetközi Bioetikai Tanácsának meghívott megfigyelője. Két évig működött az Európa Tanács mellett ideiglenes létrehozott Humán Genetikai Fórum ötfős tanácsadó testületében, az Európa Tanács Bioetikai Bizottságának Biotechnológiai Munkacsoportjában is dolgozik. Tagja az Európai Unió úgy nevezett „Magas szintű egészségügyi szakértői csoportjának”. Magyarországon az Egészségügyi Tudományos Tanácsnak 1995 óta készít jogi és etikai véleményeket. Megbízatásokat kapott a Tudományos és Kutásetikai Bizottságban, illetve a Humán Reprodukciós Bizottságban.

Szebik Imre, orvos-bioetikus, a Semmelweis Egyetem Magatartástudományi Intézetének tudományos munkatársa. Érdeklődési területe többek között az őssejtkutatás etikai kérdésköre.

Szépvolgyi János, az MTA doktora, egyetemi tanár, az MTA Kémiai Kutatóközpont Anyag- és Környezatkémiai Intézetének igazgatója. Kutatási területe: plazmakémiai kutatások, nanodiszperz porok szintézise termikus plazmákban, veszélyes anyagok átalakítása termikus plazmákban, környezatkémiai kutatások.



