

MOLNÁR LÁSZLÓ*

A nanotechnológia etikai problémáiról

MI A NANOTECHNOLÓGIA?

Korunk technikai fejlődése a nanotechnológia kialakulásával új fejlődési szakaszba jutott. Ahhoz, hogy tudjuk, milyen problémákkal kell szembenéznünk, először arra a kérdésre kell keresnünk a választ, hogy mi a nanotechnológia. Erre látszólag könnyű lenne azzal válaszolni, mert a legtöbb meghatározás a feldolgozandó, vagy felhasználandó anyagok méretét veszi alapul. Ez az 1-200 nm közti méretű tárgyakkal végzett tevékenységre utal. Az UNESCO például a következő meghatározást adja: „a nanotechnológia olyan kutatás, amelyet nano nagyságrend szintjén végeznek.”¹

Az USA 2004-ben megfogalmazott nanotechnológia stratégiájának definíciója szerint „A nanotechnológia kb. 1-100 nanométer közti nagyságú anyag megismerése és kontrollja. Egy nanométer $1/10^9$ méter; egy papírlap kb. 100,000 nanométer vastagságú. Mivel magába foglalja az ebben a dimenzióban végzett tudományos kutatást, mérnöki tevékenységet és technikát, ezért a nanotechnológiával együtt jár az ilyen nagyságú anyag leképezése, mérése és modellezése. Ezen a szinten az anyagok fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságai lényegileg és értékelhetően különböznek az egyes molekulák és atomok, vagy a makro méretű anyag (bulk matter) tulajdonságaitól. A nanotechnológiai kutatás és fejlesztés azon feljavított anyagok, eszközök és rendszerek megértésére és létrehozására irányul, amelyek kiaknázzák ezeket az új sajátosságokat.”²

Az EU definíciója egészen hasonló: „Fogalmilag, a nanotechnológia az atomok és molekulák nanométer nagyságrendjére utal, és azokra a tudományos elvekre és új tulajdonságokra, amelyeket megérthetünk és amelyeket kontrollálhatunk, ha ezen a területen tevékenykedünk. Ezután ilyen tulajdonságokat figyelhetünk meg és alkalmazhatunk mikro és makro szinten; például új funkciójú és új teljesítményekre képes anyagok és eszközök kifejlesztése számára.”³

Ha megmaradunk a pusztán mennyiségi meghatározásnál, akkor sok szakembernek, például vegyésznek jogosan lehetne olyan érzése, hogy ő mindig nanotechnológiát művelt, csak nem tudta. Valahogy úgy, mint ahogy Jourdain úr az „*Úrhatnám polgár*”-ban, akit tanára rádöbbsent, hogy ő mindig is prózában beszélt, csak eddig nem tudta.

Ez azonban koránt sincs így. Tekintetbe véve a koncepciók azonosságait és különbségeit, számomra meggyőzőnek tűnik GEORGE KHUSHF gondolatmenete, amivel a következő megállapításra jut:

„A nanotechnológia meghatározása tekintetében három általános felfogás különböztethető meg. Az egyik igen szűken csak egy nagy vízióra összpontosít. Ez Eric Drexler projektje, a molekuláris szerelésé vagy molekuláris termelésé.”⁴ Ezzel (a szerintem) a tudományos fantasztikumba vezető

* drmolnarlaszlo@gmail.com

koncepcióval nem kívánok foglalkozni, mert úgy érzem, hogy – amennyiben a realitásokhoz közelít – legjobb esetben is a távoli jövő zenéje. Vagy az sem.

„A második szélsőségesen tágra értelmezi a nanotechnológiát, ez nem vízió. Eszerint a nanotechnológia egy olyan kategória, mint a kucséberkosár, amely mindent magába foglal, ami a nanoskálán van; nem tartalmaz jellegzetes, integráló eszmét.”⁵ Ezzel kapcsolatban azt szeretném megjegyezni, hogy ez egyrészt egyszerűsége, mennyiségi felfogása miatt népszerű. Másrészt ebben szerepe van annak is, hogy egy olyan ernyőfogalomként használható, amelynek segítségével így olyan kutatásokhoz is lehet támogatást szerezni, amelyek tulajdonképpen nem tartoznak a nanotechnológiához. A népszerűség e fajtájának okát a következő táblázat adatai is alátámasztják:

1. táblázat.

A nanotechnológia állami támogatása 2003-ban, €-ban (becsült érték) (1€ = 1 \$)					
Európa: 1150 mő		Japán: 810 mő	USA: 1070 mő		Egyéb országok 511 mő
EU tagok és társult országok 800 mő	Egyéb európai országok 350 mő		Szövetségi 770 mő	Tagállamok 300 mő	

Forrás: Towards a European strategy...24

Végezetül KHUSHF említi, hogy van egy „harmadik koncepció, amelyet a Nemzeti Nanotechnológiai Kezdeményezés (NNI) dolgozott ki, egy harmadik utat választott: Azon tényezők csoportjára összpontosít, amelyek a nano méret dimenziójával együtt járnak és a kialakuló és integrálódó (emerging science and technology) tudomány és technika által kínált lehetőségekre koncentrálnak.” Ezzel a koncepcióval egyetért.⁶ Számomra is ez tűnik elfogadhatónak.

Ugyanis a nanotechnológia fejlesztése során a technikai és társadalmi aspektusok integrációját kell megvalósítani: „A Nemzeti Nanotechnológiai Kezdeményezés (NNI) öt széleskörű tevékenység között egyensúlyozott: alapkutatás; a nagy kihívások: kiválósági központok és hálózatok; kutatási infrastruktúra; és a társadalmi/ munkaerőre gyakorolt hatások. Ezen utolsó tevékenység a nanotechnológia társadalmi hatásának keretében fogja tanulmányozni a rá való jogi, etikai, társadalmi, gazdasági előkészületeket és a munkaerő felkészítését, hogy segítse azonosítani a lehetséges problémákat és azokat a módokat, ahogyan kezeljük azokat. Az NNI megvalósítása ritka alkalmat kínál arra, hogy a társadalomtudományokat és a társadalmi párbeszédet kezdettől fogva az NNI beruházási stratégia alapvető részeként integráljuk.”⁷

Egy későbbi workshopon ROCO és BAINBRIDGE a következőképpen részletezi koncepcióját: „A társadalomtudósok, etikusok, humanisták és mások bevonása a nanotechnológia felelős fejlesztésének korai szakaszába szükségzerű, de viszonylag új jelenség. És a társadalomtudósokat nem korlátozzák annak a kommentátornak szerepére, aki megfigyeli, hogy miként halad előre a technikai fejlődés. Inkább felkérjük őket, hogy értékelhetően járuljanak hozzá a fejlesztéshez, és nyújtsanak olyan perspektívát, amely a releváns tudományos közösségeket vezérli annak garantálására irányuló törekvések során, hogy kutatásaik az emberiség számára maximális hasznot (maximum of benefit) hajtsanak. Valamint azon törekvésükben, hogy ezzel egyidejűleg korlátozzák a potenciális kockázatokat.”⁸

Ez pedig felveti az innováció hatékonyságának kérdését, ami megfelelő elméletet és modelleket igényel. Azonban a helyzet szerintük az, hogy ezekkel nem rendelkezünk.⁹

Ennek a komplex folyamatnak a menedzselése szükségessé teszi, hogy túllépjünk a tudományos-technikai közösség horizontján: „Az innováció folyamat racionális menedzselésének be kell vonnia ebbe a tudományos közösségen kívüli érintettek (stakeholders) számos típusát, beleértve a közösség (general public) képviselőit is. A társadalmi érdekek széles spektruma érték alapú (value-based) hozzájárulással szolgál, ami felhasználható arra, hogy a gazdasági fejlődés szükségleteit kiegyensúlyozzuk az ember egészségének, a környezetnek és még szélesebben az életminőségnek az érdekével. A jól tájékozott közvélemény (public) és a nemzetközi együttműködés visszajelzése a haladás lényegi kellékévé vált. Több párbeszédre van szükség a tudósok, közgazdászok és a közösség (public) között, hogy meghatározzuk és megvalósítsuk az előnyök és kockázatok közti azon tartós egyensúlyt, amely az innovatív technológiákra – beleértve a nanotechnológiát is – érvényes.”¹⁰

Ennek a megközelítési módnak egy másik változata az EU már idézett koncepciója, amely a társadalmi dimenzióknak a nanotechnológia kutatásába és fejlesztésébe történő integrálását a következőkben foglalja össze: „A közérdeket fejezi ki a proaktív hozzáállás magunkévá tétele, valamint a társadalmi vonatkozások teljes integrálása a K+F folyamatába, feltárva előnyeit, kockázatait és mélyrehatóbb következményeit a társadalom számára. Amint azt már korábban megfogalmazták, ezt a lehető legkorábban el kell végezni és nem szabad egyszerűen arra várni, hogy a kész tényeket utólag elfogadják. Ebben a tekintetben a nanotechnológia komplex és érzékelhetetlen jellege kihívást jelent a tudományos és a kockázat-kommunikáció számára.”¹¹

Ebben a felfogásban a technikai fejlődés nem valamilyen autonóm folyamat, ami az érintett társadalmaktól mintegy függetlenül zajlik és a fejlesztés kizárólag a szakemberek dolga. Inkább arról van szó, hogy a technika társadalmi konstrukció, melynek előnyeit és hátrányait a társadalom érdekében fel kell mérni már a tervezési koncepció megfogalmazásától kezdve. Továbbá be kell vonni a folyamatba az érintett laikusokat. Más szóval semmiképpen nem fogadható el a társadalom számára a kész tények politikája, különösen ilyen esetben, amikor igen jelentős a bizonytalanság, valamint a jelentős előnyök mellett a nagy társadalmi költségek, kockázatok fellépése. Más szóval a kockázatértékelés és -kezelés módja az érintetteket is bevonja ezekbe a folyamatokba. Ennek során viszont alapvető morális és jogi értékeket kell érvényesíteni.

Természetesen Európában az itt érvényes jogrendhez kell kapcsolódnia. Vagyis ezeket az értékeket az állam úgy tudja érvényesíteni, ha beépíti az innovációs folyamat szabályozásába. Eszerint a nanotechnológia felelős fejlesztése számára a következő ajánlás fogalmazódik e dokumentumban: „Az etikai elveket tiszteletben kell tartani, és ahol helyénvaló, a szabályozás által érvényre kell juttatni. Ezek az elvek testesülnek meg az Alapvető Jogok Európai Kartájában és más európai, valamint nemzetközi dokumentumokban. Az Európai Etikai Csoport (EGC) véleményét – amely a nanotechnológia orvosi alkalmazásával kapcsolatos etikai vonatkozásokat vizsgálja – szintén figyelembe kell venni.”¹²

Itt tulajdonképpen annak az emberjogi felfogásnak az érvényesítéséről van szó, amely a fent említett dokumentumokban fejeződik ki. Vagyis az alapvető emberi és állampolgári jogok morális alapját is érvényesítjük a technikai fejlesztés során, amennyiben ezeket a jogokat tiszteletben tartjuk és érvényesítjük. Ezek a jogok morális értékeken alapulnak: ezek a közjót kifejező értékek alapozzák meg és legitimálják az emberi és állampolgári jogokat.

Melyek ezek az értékek? A dokumentum nem habozik ezek megadásával: „Az alapvető etikai értékek közül néhány: az (emberi) méltóság tiszteletének, az individuális autonómiának, az igazságosságnak és a jó megvalósítására irányuló cselekvésnek (beneficence), továbbá a kutatás szabadságának, és az arányosságnak az elve. Meg kell értetni az ilyen elvek relevanciáját a nanotechnológia emberekre és nem-emberi dolgokra való alkalmazása körében. Ezen kívül bizonyos alkalmazások, például miniaturizált szenzorok, specifikus hatással vannak a privacy és a személyes adatok védelmére.”¹³

Ahhoz, hogy értelmezni tudjuk az etikai vonatkozásokat, az e tekintetben releváns, meglévő ismereteinkből kiindulva kell megítélnünk a nanotechnológiát. Értékeléséhez szükség van a vele

járó előnyök és hátrányok felvázolására, a kockázatok elemzésére. Ezért az első kérdés, amelyre válaszolni kell, arra vonatkozik, hogy milyen várakozások vannak vele szemben, azaz milyen előnyökkel jár, illetve járhat.

A NANOTECHNOLÓGIÁVAL JÁRÓ ELŐNYÖKRŐL

Mindenekelőtt meg kell jegyezni, hogy a nanotechnológia lényegében a technika minden területét képes áthatni.¹⁴

A nanotechnológia főbb innovációs területei a következők:

1. *Orvosi alkalmazások.* Ilyen például miniatürizált diagnosztikai eszközök, új rendszerek kidolgozása, amelyek a gyógyítószereket célzottan szállítják a megfelelő daganatos sejtekhez, stb.
2. *Az információs technológiák.* Például olyan adattárolók kifejlesztése, amelyeknek igen nagy a tárolási kapacitása, új kijelző technikák. Hosszú távon pedig például a molekuláris nanoelektronika megteremtése, vagy a kvantum computer megalkotása.
3. *Az energetika területén:* új üzemanyag cellák, amelyek hatékony hidrogén tárolásra képesek stb.
4. *Az anyagtudomány területén:* gyakorlatilag mindenütt alkalmazható. A felületkezelés eredményeként tiszta, steril, karcolásmentes stb. anyagok alakíthatók ki.
5. *A műszerezettség megváltozása,* amely mind a fejlesztés, mind a gyártás, mind a kutatás számára döntő jelentőségű. A pásztázó alagútmikroszkóp (STM) megalkotása mérföldkő volt a nanotechnológia kialakulásában. („A device that uses a moving needle and the tunnel effect to generate a maplike image of the atomic surface structure of matter, thereby achieving even greater magnification than the scanning electron microscope”)
6. *Az élelmiszer, víz- és környezetkutatás nano-eszközök*et fejleszthet ki mikroorganizmusok, vagy peszticidek kimutatására. A talaj és víz szennyezettségét is meg lehet szüntetni a felhasználásukkal.
7. *Biztonsági technikák* kifejlesztése; mindenfajta védelmi rendszer teljesítményének fokozása.¹⁵

De már ma is sok minden készül a nanotechnológia felhasználásával. Ebből ad izelítőt a következő táblázat:

2. táblázat. A nanotechnológia és a nanotechnológiai anyagok felhasználásának példái

Egészség és fitness	Elektronika és számítógépek	Otthon és kert	Étel és ital	Egyebek
Sebkötözők	Számítógép kijelzők	Festékek	Ragadásmentes bevonatokkal ellátott edények	Bevonatok
Terhességi teszt	Játékok	Mikrobáknak ellenálló párnák	Mikrobáknak ellenálló hűtőgép	Kenőanyagok
Fogkrém	Számítógép hardver	Szennyezésnek ellenálló párnák	Repceolaj	
Golfütő				

Egészség és fitness	Elektronika és számítógépek	Otthon és kert	Étel és ital	Egyebek
Teniszütő				
Sílécek				
Antibakteriális zoknik				
Kopásálló és szennyeződésnek ellenálló nadrág				
Kozmetikai szerek				
Levegőszűrő				
Fényvédő krémek				

Forrás: EPA Nanotechnology White Paper, U.S. Environmental Protection Agency Washington D.C., 2007, 11.

Most pedig, azt hiszem itt az idő, hogy az érem másik oldalát is szemügyre vegyük.

A NANOTECHNOLÓGIÁK KOCKÁZATAIRÓL

A technológiai kockázatok elemzése és kezelése igen fontos, még makro méretű dolgok esetén is. Azonban ezen a területen is bőven vannak hiányosságok. Így például a toxikus anyagok kontrolljának hiányosságai indították az EU-t arra, hogy eddigi gyakorlatát felülvizsgálja és új, a korábbinál jobb szabályozást vezessen be (REACH). Az információs és kommunikációs technológiák területén sem beszélhetünk arról, hogy a kockázatok kezelése problémamentes lenne. Így például a nyitott kommunikációs hálózatok - és ide tartozik az Internet is - a társadalom által csak részben kontrollálhatók. Ugyanis nem lehet kiszámítani, hogy egy akciónak egy nyitott hálózatban milyen hatása lesz, ami egy megfelelő szabályozás alapja lenne.

Másrészt a magánszféra védelme is mindig új és újabb nehézségekkel küszködik. Nem tekinthető megoldottnak a biztonsági kamerákkal kapcsolatos kockázatok kezelése sem. Nem beszélve arról, hogy a rendszerek biztonságának jogi és technikai védelme rendszeresen elmarad a technikai fejlődés és a krackerek miatt szükséges követelményektől.

Az új technológia részben vagy teljesen új kockázatokat is jelent, nemcsak előnyöket. Lássuk, hogy az EU milyen, a nanotechnológiához kapcsolódó kockázatokat tart jelentősnek.

1. Veszélyesek lehetnek az általunk gyártott nano-anyagok és -termékek, valamint nanocsövek.
2. Veszélyt jelentenek a nem szándékosan létrehozott nanoméretű részecskék, amelyek például a fosszilis üzemanyagok elégetésekor jönnek létre.
3. Ugyancsak káros hatása lehet néhány szabadon mozgó (általunk gyártott) nano-részecskének is. Ezek méretük miatt bejuthatnak az emberi szervezetbe belégzéssel, lenyelés által, de a bőrünkre jutva, azon áthatolva is. Ennek során szabadon vándorolva testünkben, igen nagy bajokat okozhatnak. Patkányokkal lélegeztettek be polimer gázokat. 60 ng komoly tüdőkárosodást okozott náluk és e patkányok túlnyomó többségét néhány óra alatt elpusztította. A C60 szén, a fullerén kiválóan alkalmas toxikus anyagok hosszú távú hordozására. Így be tudja szennyezni a vízhordozó földrétegeket.¹⁶
4. Ehhez jönnek hozzá még az információ- és kommunikációs technológiák kockázata, melyek a nanotechnológiák felhasználásával megnőnek. Mennyivel könnyebb lehallgatni valakinek a beszélgetéseit, ha igen kisméretű eszközöket használnak.

Vagyis a nanotechnológiák előnyeinek, kockázatainak és e kockázatoknak feltérképezésével meg kell teremteni az alapot e kockázatok kezeléséhez, vagyis egy megfelelő szakpolitikát kell kidolgozni, a nanotechnológia-politikát.

A NANOTECHNOLÓGIA-POLITIKA LEHETSÉGES MODELLJEIRŐL

A már idézett EU dokumentum 5 lehetséges modellt vizsgált meg, melyeket a már idézett dokumentum alapján ismertettek.¹⁷ Ezek a következők.

1. Egy „laissez-faire” felfogáson alapuló politika.

A szakértők szerint ennek a választása nem bölcs dolog, mert annak ellenére, hogy a kockázatelemzés többnyire még nincs befejezve: Azaz hiányoznak a kockázatelemzés (risk assessment) további lépései; a kitétség elemzés, a dózis-válasz elemzés, és a kockázat jellemzés. Csak az első lépés van meg, a veszély azonosítása.

Ennek ellenére a tudományos kutatás által nyújtott (nem tökéletes) információk a kockázatkezelés számára alapot jelentenek. Ez azért van így, mert az elővigyázatosság elvét kell alkalmazni. Eszerint jelentős és/vagy irreverzibilis veszélyekre utaló adatok (bizonyítékok) esetén a teljes tudományos bizonyosság hiánya nem ok arra, hogy elhalasszuk a kockázat megelőzésére, és/vagy csökkentésére szolgáló intézkedéseket. Ugyanis az EU fontos célja az emberi élet, valamint emberek, állatok és növények egészségének és a környezetnek (ökoszisztémáknak) magas szintű védelme.

Más szóval az elővigyázatosság elve – amelyet nagyfokú bizonytalanság, illetve információhiány esetén alkalmazunk – a kötelesség-etikára alapozható. Eszerint az előbbiek olyan értéket képviselnek, melyek védelmében azt a kockázatot is vállalnia kell a döntéshozóknak, hogy a feltételezett veszély esetleg nem is létezik, vagy olyan kicsi és valószínűtlen, hogy elhanyagolható. Vagyis a hamis pozitív hibát, a hamis hipotézis elfogadásának hibáját is megkockáztatja. Ezt előnyben részesíti annak a hibának az elkövetésével, amely a hipotézis vizsgálata során elsősorban a hamis hipotézis elfogadásától tart. Ez az igaz hipotézis elvetésének hibája, hamis negatív hiba. Ha a kockázat kiszámítható, akkor az előbb említett kötelesség-etika megfontolásai kiegészülnek a haszonelvű etikáival.

2. A nanotechnológia kutatások és/vagy az e területen folytatott kereskedelem ideiglenes leállítása (*moratórium*).

Ez – a szakértői csoport véleménye szerint – nem lehet általános, csak egyes konkrét esetekben lehetséges és realiztikus. (A nanotechnológia termékei már bent vannak a piacon.) Ez csak akkor lenne elfogadható, ha DREXLER hipotézise beigazolódna, miszerint önmagukat sokszorosítani képes kicsiny robotok jönnének létre és működésük kontrollja kikerülne az ember kezéből. Ez fenyegetné az emberiséget, ezért ekkor az általános moratórium jogosnak tűnne.

Ennek a moratóriumnak az etikája túlzottan szigorú kötelesség-etika, amely a jelen körülmények között megalapozatlan hipotézist, DREXLER hipotézisét bizonyítottnak veszi. Ez lejáratja az elővigyázatosság elvét – annak ellenére, hogy nem azonos vele – valamint a szakpolitikát, a realiztikus kockázatkezelést és az etika alkalmazását is. Következésképpen lehet az, hogy a hatékony kockázatkezelés ellehetetlenül és e tekintetben a társadalom védtelen lesz a kezelhető kockázatokkal szemben is.

3. Önkéntes szabályokkal történő szabályozásra való hagyatkozás.

Ez az elképzelés ál-naivitást fejez ki, azt, hogy az erkölcsi értékek – megalapozott környezetpolitika elvek gazdasági elvekkel összeütközve – automatikusan érvényesülnek. Például a „szennyező fizet” elve automatizmusként érvényesül, azaz az érintettek önként és dalolva fizetnek.

4. *Átfogó, alapos, részletes és specifikus szabályozási folyamat kezdeményezése.*

Hiányoznak ennek a komplex szabályozásnak az előfeltételei. Az egyes országok szabályozását kellene nemzetközileg összehangolni, ami jelenleg irreális.

5. *A már meglévő szabályozásokhoz kapcsolódó, azokat felhasználó szabályozás kezdeményezése.*

Ez a szakértők szerint a következők létrehozását segíti:

- A. A megelőzhető veszélyek és kockázatok elkerülését.
- B. Egy olyan szabályozási keret megteremtését, amelyben a tudósok, a gazdaság képviselői és az érintett polgárok érdekelteként (as stakeholders) részt tudnak venni a nanotechnológia alakításának folyamatában, és így a nanotechnológiák biztonságosan fejlődnek.
- C. A nanotechnológia fejlesztésének/fejlődésének monitorizálását.

Az előbbieket figyelembe véve az etikának a nanotechnológia tekintetében meglévő relevanciáját a következőkben összegzem:

1. Az etikai megfontolások közvetlenül a kockázatkezelés gyakorlatán keresztül érvényesülnek a nanotechnológia esetében (is).
2. A kockázatkezelés gyakorlati célja az emberi élet és egészség, valamint az ökoszisztémák védelme. Ez azt jelenti, hogy döntéseinek a közérdeket, illetve a közjót kell kifejezniük a fenti értékek védelmével.
3. A kockázatkezelés során a döntéshozóknak lényeges döntéseket kell hozniuk a bizonytalanság feltételei között, ezért az elővigyázatosság elvének – amely a kötelesség-etikával alapozható meg – tevékenységük során kiemelt fontossága van.
4. Más esetekben a haszonelvű és a kötelesség-elvű etikának kompromisszumot kell kötnie. Például a biztonság értékének érvényesítése során, amennyiben szabványok értékét kell meghatározni, el kell dönteni, hogy milyen mértékű kockázatot/biztonságot kívánunk megvalósítani. Abszolút biztonság nincs, ezért a társadalom által elfogadható biztonság lehet a cél. Tehát az adott technikai megoldás előnyeinek és hátrányainak elemzését kell elvégeznünk. A mérlegük azt mutatja, hogy a társadalom adott esetben a technológia kínálta előny fejében mekkora kockázatot hajlandó vállalni. Például, amíg a társadalom elfogadja a városi forgalom számára maximális 50 km/órás sebességkorlátozást, addig az ezzel járó előnyök fejében a hozzájuk kapcsolódó baleseteket is elfogadja.

Végezetül még egy megjegyzést: amennyiben az érdekeltek nem rendelkeznek a közösen elfogadott szabályok betartását elősegítő erényekkel, akkor sem a szakpolitika, sem a szabályaiban megtestesülő erkölcsi értékek nem érvényesülnek.

Felhasznált irodalom

- 1 The Ethics and Politics of Nanotechnology, UNESCO, Paris, 2006, 5.
- 2 National Nanotechnology Initiative-Strategic Plan, National Science and Technology Council, Arlington/VA, 2004, iii
- 3 Commission of the European Communities, Towards a European strategy for nanotechnology, Brüsszel, 2004, COM (2004) 338 final, 4
- 4 *George Khushf*: The Ethics of Nanotechnology: Vision and Values for a New Generation of Science and Engineering in: Emerging Technologies and Ethical Issues in Engineering: Papers from a Workshop, October 14-15, 2003, The National Academies Press, Washington, D. C. 2004, 30
- 5 Lásd: 4. lj.

- 6 Lásd 4. lj.
- 7 Mihail C. Roco / William S. Bainbridge (szerk.): Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology, NSET Workshop report, Arlington/Virginia, 2001, 2, in: <http://www.wtec.org/loyola/nano/NSET.Societal.Implications/nanosi.pdf>
- 8 Mihail C. Roco és William S. Brainbridge {szerk.}: Nanotechnology: Societal Implications – Maximizing Benefit for Humanity, Report of the National Nanotechnology Workshop December 3-5, 2003, Arlington, VA, 1. in: http://nsf.gov/crssprgm/nano/reports/nni05_si_societal_implications_2005.pdf
- 9 I.m. 2
- 10 I.m. 2-3
- 11 Towards a European strategy...19
- 12 Uo.
- 13 Uo.
- 14 Towards a European strategy...4
- 15 I. m. 4-5
- 16 European Commission. Health and Consumer Protection Directorat General, Nanotechnologies: A Preliminary Risk Analysis, European Commission, Brussels 2004, 18-19 in: http://europa.eu.int/comm/health/ph_risk/events_risk_en.htm
- 17 I.m. 2-24.