

A globális környezet középtávú gazdasági előrejelzése

*A technológiai fejlődés fő területei és gazdasági-társadalmi-politikai
következményei*

Vitaanyag

2007. január

Az információtechnológiai forradalom beköszöntével, a technológia fejlődése és elterjedése, továbbá az ennek hatására bekövetkező gazdasági, társadalmi változások olyannyira felgyorsultak, hogy lassanként a társadalomtudomány is „kísérletező tudománnyá” válik, vagyis már nem csak arra vállalkozhat, hogy több évtized múltán felismerjen, leírjon és elemezzen folyamatokat, útmutatást próbálva adni ezzel lehetséges hasonló kimenetelű jövőbeni fejlemények kezeléséhez.

A változások felgyorsulása ahhoz vezet, hogy azok következményei, továbbá a hozzájuk történő alkalmazkodás elmaradásának következményei is beláthatóbbak. Tanulmányunkban felvázoljuk, hogy a jelen és a közeljövő technológiai trendjei, lehetséges fejlődési irányai milyen alkalmazkodási lépéseket tesznek szükségessé a világgazdaság centrumán kívüli, de ahhoz szorosan kötődő és felzárkózását ilyen módon felgyorsítani próbáló országok számára, továbbá, hogy milyen gazdasági, társadalmi következményekkel jár ezen alkalmazkodási lépések elmulasztása.

Semmiképpen sem szakkérdéseket tartalmazó tudományos kiskátét, vagyis nem néhány oldalas népszerűsítő ismeretterjesztő produktumot akarunk előállítani, sorra véve a különböző jövőorientált technológiákat, az egyes tudományterületek közelmúltbeli eredményeit. Ehelyett, társadalmi, gazdasági változásokat elemzünk, gazdaságpolitikai javaslatokat fogalmazunk meg a technológia fejlődésével összefüggésben. Az egyetlen kivétel a Világ 2006-ban¹ kiadványban és a 21. század technológiáit elemző összes kiadványban kiemelt nanotechnológia, amelynek e tanulmányban külön fejezetet szentelünk, főként azért, mert a biotechnológiával ellentétben erről az interdiszciplináris tudományterületről Magyarországon ma még kevés írásos információ áll rendelkezésre.

Elöljáróban, címszavakban sorra vesszük a technológiai fejlődés külpolitikai összefüggéseit. Másodikként megvizsgálunk egy-két olyan trendet, amelyek szorosan kötődnek a technológia fejlődéséhez, illetve az alkalmazkodás részét képezik. Ezt követi a nanotechnológia gazdasági-társadalmi hatásaival foglalkozó fejezet. Az utolsó fejezet elvi és gyakorlati ajánlásokat tartalmaz.

A technológiai fejlődés külpolitikai összefüggései

„Ha a világot a technológia fejlődése változtatja meg, a tudomány pozíciójának javítása és a tudományos-technológiai kérdések külpolitikai kulcsterületként történő kezelése” elengedhetetlen ahhoz, hogy diplomáciai tevékenységünk sikeres legyen.” – állapította meg egy, az Egyesült Államok Külügyminisztériumában 2000-ben készült jelentés, amely előírta, hogy a Külügyminisztérium létesítsen egy „tudomány- és technológiapolitikai tanácsadó”-i posztot, illetve hozzon létre egy tudomány-és technológiapolitikai főosztályt a minisztériumon belül.² A Külügyminisztérium tudomány- és technológiapolitikai tanácsadójának feladata (1) a szakértői kapcsolatrendszer megszervezése, és a tudomány-és technológiapolitikai külügyi stratégia kidolgozása (2) a tárcaközi együttműködés szervezése és koordinációja ezen a területen, továbbá, hogy (3) belföldi és nemzetközi szemináriumokat, műhelymegbeszéléseket szervezzen az egyes technológiai területek külpolitikai vonatkozásairól, és (4) figyelemmel kísérje ezeken a rendezvényeken elhangzott

¹ State of the World 2006. The Worldwatch Institute

² <http://secretary.state.gov/www/statements/2000/000512b.html>

javaslatok utóéletét; (5) jelentéseket készítsen a folyamatos monitoring munka eredményeiről, (6) javaslatokat tegyen nemzetközi együttműködésekkel kapcsolatban, (7) kutatási pályázatokat írjon ki, (8) megszervezze a Külügyminisztérium alkalmazottainak képzését, továbbképzését a technológiai fejlődés külpolitikai vonatkozásainak témájában.

A külpolitika és a technológia összefonódása valóban egyre szorosabb. Vegyünk sorra néhány területet!

1. A globális problémák, mint a klímaváltozás, az ózonréteg vékonyodása, a globálisan terjedő fertőző betegségek (madárinfluenza, AIDS, stb.), az új technológiákkal megvalósított fegyverkezés, a terrorizmus (és e két utóbbival kapcsolatban a technológia elterjedésének szabályozása), a fenntartható fejlődés és a környezetvédelem, stb. mind nemzetközi külpolitikai–tudományos-technológiai együttműködést igényelnek.

2. Nemzetközi külpolitikai – szabályozási – tudományos – technológiai együttműködést igényel a technológiai fejlődés negatív mellékhatásainak és a fejlődésből fakadó instabilitásnak a kivédése. A technológiai fejlődés ugyanis nemzetközi szinten is instabilitást okoz.³ A fejlődéshez történő alkalmazkodás sebessége eltér, ami általában tovább fokozza az országok közötti (és országokon belüli) egyenlőtlenségeket.

3. Nemzetközi külpolitikai–tudományos-technológiai együttműködési kezdeményezések születnek (részben kormányok, részben nemzetközi szervezetek (pl. Világbank) részben civil szervezetek kezdeményezésére, annak érdekében, hogy napjaink új feltörekvő technológiái (információtechnológia, nanotechnológia, biotechnológia stb.), pontosabban az új technológiai vívmányok valamilyen mértékben a legszegényebb országok elmaradottságának mérséklését is elősegítsék.⁴

4. A Triád (USA, EU, Japán) technológiai versenye és az Európai Unió technológiai felzárkózási törekvései nemzetközi együttműködést tesznek szükségessé egyrészt a fejlődés figyelemmel kísérése, másrészt a különböző EU-szintű technológiai programokban való részvétel vonatkozásaiban.

5. A technológiai fejlődés számos gazdasági következménye is diplomáciai segítséget, párbeszédet igényel. Ide tartoznak egyebek mellett a technológiai fejlődés versenypolitikai vonatkozásai, vagy az a tény, hogy a fejlődés következtében felgyorsul bizonyos gazdasági tevékenységek kitelepülése, ami bilaterális feszültségeket okozhat.

³ Gondoljunk bele, hogy milyen mértékű világgazdasági és -politikai változásokat indít el, ha megvalósul az olcsón, jó hatásfokkal működő alternatív energiaforrásokra építő autóipar! A piaci kereslet átalakulása, a kőolajbányászat és –finomítás, a kőolajexport és a benzinforgalmazás visszaesése beláthatatlan politikai következményekkel jár. A világpolitikai válság elsősorban olyan, olajban gazdag fejlődő országokból indul ki, amelyekben eddig az olajkitermelés és –export a teljes GDP, export és költségvetési bevételek magas hányadát képezték, de az olajexport-bevételek kiesése a fejlett országokban (Norvégia, Nagy-Britannia) is gazdasági sokkhatásként jelentkezik. Az autóipar átállása csupán az első csapás az olajkitermelőkre és –exportőrökre. A nanotechnológia a tüzelőanyagcellák és napcellák hatásfokának javításával, és árának várható erőteljes csökkentésével felgyorsítja a teljes energiatermelés és –fogyasztás megújuló energiaforrásokra való átállását.

⁴ Lásd például: Global Dialogue on Nanotechnology and the Poor <http://www.meridian-nano.org/gdnp/GDNP%20SG%20Meeting%20Summary%20051019FINAL.pdf>

Technológiai trendek és alkalmazkodási lépések a fejlett országokban és Magyarországon

1. Mind input, mind output oldali mutatókat tekintve *egyértelmű és növekvő tendenciájú az Egyesült Államok tudományos és technológiai fölénye* versenytársaival szemben. Mialatt néhány ország mind a K+F-ráfordítások (és a kutatók, kutatóhelyek számának), mind a szabadalmak, jegyzett publikációk és hivatkozások tekintetében látványos felzárkózást mutat (főként a délkelet-ázsiai országok: Dél-Korea, Malajzia, Tajvan és Kína) – az Európai Unió, számos hangzatos technológiai felzárkózási programja ellenére is egyre jobban lemarad. Ezt a tendenciát még néhány kiemelkedő K+F-eredményekkel rendelkező EU-tagország (Finnország, Svédország, Németország) sem tudja érdemben lelassítani.

2. A világ nagy technológiai trendjei közül az egyik leginkább szembetűnő *a kutatás-fejlesztés nemzetköziesedése*. A K+F egyes elemeinek kihelyezése egyre intenzívebbé válik, a nemzetközi technológiai szövetségekötések száma egyre nő. Az előbbi tendencia Magyarország számára nagy lehetőség a „feljebb lépésre” egyrészt a helyi hozzáadott érték növelése értelmében, másrészt abban az értelemben, hogy a magyarországi cégek a globális hozzáadott vállalati hálózatokon belül ne a hierarchia legalján, a kapacitás-pufferként használt termelő leányvállalatok sorában foglaljanak helyet, hanem feljebb, olyan pozíciót betöltve, ahol a kooperáció és a partneri viszony már nagyobb szerepet játszik, mint a termelő leányvállalatok esetében. A stratégiaiilag legfontosabb: a K+F-tevékenységet kihelyezni leginkább hajlandó országok, ahol a gazdaságdiplomáciai támogatás leginkább sikerre vezethet: a kis- és közepes, nyitott EU-tagországok, mint Belgium, Hollandia, Dánia, Finnország és egy-két nagyobb EU-tagország, amelyek cégei már elég hosszú hagyományokkal rendelkeznek Magyarországon, hogy a K+F-kihelyezését is fontolóra vegyék, mint például Németország.

Az utóbbi tendencia, a nemzetközi technológiai szövetségekötések számának emelkedése Magyarország számára ma még leginkább a technológiailag ígéretes vállalkozások felvásárlásának formájában jelentkezik. Mindez azonban nem szabad, hogy elriassza a gazdaságpolitikai döntéshozókat az innovatív kezdő vállalkozások támogatásától, hiszen egyrészt az ország innovációs potenciáljának erősítését jelenti a támogatás (ami akkor is megtörténik, ha később külföldi befektető vásárolja fel az adott vállalkozást), másrészt a tulajdonjog-átruházás ellenére még számos csatornán keresztül termelődik további jövedelem az adott cég tevékenysége révén.

3. *Új országok jelennek meg a technológia-exportőrök világtérképén*. Magyarország számára ez a technológia-import diverzifikálásának lehetőségét veti fel. Fel kell mérni, hogy az új technológia-exportőrök (Írország, Izrael, India, Tajvan, sőt Kína! stb.) nem kínálnak-e jobb feltételeket, mint a hagyományos kapcsolataink. A feltételeket nem csupán az „alacsonyabb ár” értelmében érdemes nagyító alá tenni, hanem a „könnyebb hozzáférés” és a fejlesztési és adaptációs együttműködések értelmében is.

4. A K+F nem csupán nemzetköziesedik, hanem – legalábbis az EU-n belül⁵ – *erősen koncentrálódik* is: az elektronikai iparban és az elektromos gépgyártásban az EU öt legnagyobb vállalata felelős az összes EU-n belüli K+F-ráfordítás 88 %-áért. Az autóiparban a megfelelő mutató 70 %; a gyógyszeriparban és biotechnológiában 74 %; az

⁵ Az EU-n kívül a K+F koncentrációja jóval alacsonyabb az alább felsorolt iparágakban.

információtechnológiai hardverfejlesztések területén 86 %; a szoftverfejlesztésben pedig az 53 %.⁶ Mindebből Magyarország számára az következik, hogy a legtöbb kutatást végző cégeknek az országba vonzása (illetve a már jelen lévők megtartása, helyi K+F-elkötelezettségük erősítése) stratégiai érdek. Célzott befektetésösztönzőkkel érdemes e cégeket rávenni arra, hogy K+F-tevékenységük egy részét Magyarországon végezzék.

5. Napjaink egyik legnagyobb figyelemmel követett technológiai fejlődési iránya a *technológiai konvergencia*. Ez azt jelenti, hogy fejlődési pályájuk egy pontján meghatározott technológiák más technológiákkal olvadnak össze, önálló pályájuk megszűnik, vagy az összeolvadásból a korábbi önálló pályák mellett újak is keletkeznek (például biokémia, bioinformatika,⁷ mechatronika,⁸ stb.). Az egyik legnagyobb várakozással elemzett technológiai konvergencia-folyamat az ún. NBIC, a nano-bio-info-cogno technológiák (nanotechnológia, biotechnológia, információtechnológia és a kognitív tudomány /a gondolkodási és tanulási mechanizmust segítő intelligens rendszerek technológiája/) összeolvadása, pontosabban az abból keletkező új technológiai területek.

2003. decemberében az Európai Unió felállított egy 25 fős szakértői csoportot, amely előrejelzést készített a technológiai konvergencia folyamatáról és ajánlásokat fogalmazott meg azzal kapcsolatban, hogy milyen kutatási prioritásokat határozzanak meg. A kezdeményezés betűjele „CTEKS” (Converging Technologies for the European Knowledge Society). A kezdeményezés értelmében konferenciákat rendeznek és szakértői kiadványok készülnek egyrészt természettudományos technológiai témákban, másrészt az EU súlyt helyez arra is, hogy megfelelő társadalomtudományi kutatás kapcsolódjon a technológiai konvergencia témájához, ami mind a folyamatok gazdasági, társadalmi hatásainak feltérképezését, mind a kommunikációját elősegíti.⁹

6. Sok szó esik a digitális szakadékról,¹⁰ ami az EU-tagság ellenére is – a regionális különbségekhez hasonlóan – nem, vagy csak nagyon lassan csökken. Ritkán hangzik el azonban, hogy *a digitális szakadékhoz hasonlóan egyéb technológiai területeken is szakadékok alakultak ki és növekednek*, amelyek mindegyike veszélyezteti az eddigi versenyképesség-javítási eredményeinket, továbbá gátolja, hogy a figyelembe veendő tudáspotenciállal rendelkező országok (tudásgazdaságok) klubjába befogadjanak. *A technológiai szakadék leginkább a kormányzat által elhanyagolt nanotechnológia területén nő* (lásd később), de a lemaradás egyre erősödik az új anyagok termelésben történő alkalmazása területén is, vagyis *a technológiát felhasználó iparágakban*. Az új technológiai vívmányokat megtestesítő termelő berendezések megvásárlását csak a külföldi érdekeltségű cégek képesek finanszírozni, ami a technológiai dualizmus

⁶ Forrás: Frank [2006]

⁷ Számítógépes módszerek kidolgozása és alkalmazása biológiai információk kezelésére, elemzésére.

⁸ A gépészet, az elektronika és az intelligens számítógépes irányítás egymás hatását erősítő integrációja a gyártmányok és folyamatok tervezésében és létrehozásában.

⁹ Lásd például: Nordmann [2004]

¹⁰ Az Eurostat adatai szerint, 2004-ben a háztartások Internet hozzáférése Magyarországon az EU25-átlagnak 32,5 %-a volt csupán, és még az Internet-hozzáféréssel rendelkező, 10 foglalkoztatottnál nagyobb cégek aránya is csak az EU25 átlagának a 87,6 %-a volt. Az EU 15-ökkel történő összehasonlítás ennél jóval rosszabb eredményt ad. Forrás: Demunter [2005]

fokozódását jelzi előre. Hasonló lemaradás figyelhető meg a környezeti technológiák felhasználása, az új vívmányok alkalmazása területén is. Ezen a téren azonban az EU-tagság változást hozhat, hiszen környezetvédelmi célú technológiai fejlesztésre az EU jelentős összegeket hajlandó áldozni. Nem szükségszerű, hogy a technológia fejlesztése kizárólag importból valósuljon meg, célszerű lenne a hazai környezetvédelmi cégek K+F-erőfeszítéseit EU-forrásokból, természetesen magyar társfinanszírozással támogatni.

7. Ha Magyarország szép sikereket is ér el néhány technológiai területen, *a pusztán K+F-eredmények nem elegendőek a versenyképesség javításához*. A fejlett országok – különösen az Egyesült Államok – nem csupán ígéretes innovációs programokra áldoznak, hanem komoly és egyre növekvő költségvetési összegeket szánnak az innovációk üzleti sikerre való konvertálásának elősegítésére, továbbá intézményrendszerük is alkalmasabb a *kommerzialisáció* elősegítésére. Az innovációs folyamat egyik fő gyengesége Magyarországon a kommerzialisáció (amellett, hogy nincs megfelelő ipari háttér sem, amely a tényleges eredményeket hasznosítani tudná).

8. Hosszú ideje tartja magát az a közvélekedés, hogy az EU jóval gyengébb teljesítményt mutat a találmányok kommerzialisációjának terén az Egyesült Államoknál. Nem véletlen az ún. „*európai paradoxon*” szóösszetétel gyors meghonosodása a szaksajtóban, sőt a népszerűbb orgánumban is. A kifejezés arra utal, hogy míg az Unió K+F-potenciálja és eredményei világszínvonalúak, az eredmények kommerzialisációja területén jelentős a lemaradás. *Dosi és szerzőtársai* [2006] ugyanakkor számos adattal cáfolják ezt az általuk mítosznak tartott vélekedést. Bemutatják, hogy valójában *nem a tudomány és az ipar kapcsolata gyenge, hanem a két végpont: több erőforrást kellene szentelni valóban világszínvonalú tudományos eredmények létrehozásának támogatására, és erősíteni kellene az ipari bázis kockázatviselő, finanszírozási és alkalmazkodási képességét*. Ez azt jelenti, vonják le a következtetést a szerzők, hogy az eddigi tudomány- és technológiapolitika prioritásrendszer elhibázott volt, váltani kell! A közelmúlt hírvészai (a hálózatosodás, a kapcsolatépítés) szinte kizárólagosságot nyertek mind az EU, mind a nemzetállamok tudományfinanszírozásában: nem magát a kutatást, hanem a hálózatosodást támogatták. Vissza kell térni a hagyományos finanszírozási prioritásokhoz, hiszen azok a jelenlegiekénél jobban elősegítik a tudomány- és technológiapolitikai célok megvalósulását.

9. A fejlett országok *nemzeti innovációs rendszerei (intézményei és ösztönzési rendszerei)* *igyekeznek rugalmasan követni a technológiai változásokat*. Ennek része, hogy a felsőoktatás alkalmazkodni próbál mind a technológiai konvergenciához (interdiszciplináris szemléletű tananyag-kialakítással, az egyes tudományágak szigorú különválasztásának oldásával), mind a munkaerő-keresletet változásaihoz.¹¹ Magyarországon hiába valósítottuk meg viszonylag rövid idő alatt a felsőoktatás tömegesítését, és értünk el a fejlett országokéhoz hasonló képzettség-arányokat (lásd a táblázat 1. oszlopát) a diplomás munkanélküliség rátájának növekedése ráébreszthet mindenkit arra, hogy a diplomás kínálat nem alkalmazkodik a kereslethez. A táblázat adatai jól mutatják, hogy a felsőoktatás szerkezete – a műszaki képzettségűek aránya még meglehetősen elmarad a jelenleg korszerűnek mondható szerkezettől.

A felsőoktatásban résztvevők aránya és szerkezete nemzetközi összehasonlításban (2002, %)

¹¹ Lásd erről például: Børing [2006]

Ország	1	2	3	Ország	1	2	3
Ausztria	2,0	10,0	18,0	Hollandia	4,3	5,4	10,4
Belgium	5,6	8,3	10,5	Lengyelország	7,8	3,6	7,2
Cseh Köztársaság	2,6	11,3	11,9	Portugália	4,0	5,4	12,9
Dánia	5,6	9,1	13,0	Szlovákia	3,1	8,6	16,6
Finnország	5,9	7,3	22,2	Spanyolország	4,5	10,7	16,5
Franciaország	7,1	13,3	16,5	Svédország	4,2	10,0	21,9
Németország	3,3	9,2	16,9	Egyesült Királyság	7,7	16,8	10,0
Magyarország	4,0	3,1	9,3	USA	n.a.	9,4	8,0
Írország	6,7	18,4	10,6	Japán	n.a.	2,8	19,4

Forrás: Eurostat

1 = A diplomások aránya a 20-29-éves lakosság körében

2 = A természettudományos, matematikai és informatikai képzettségűek aránya az összes diplomáson belül

3 = A műszaki és feldolgozóipari technikus felsőfokú szakképesítést szerettek aránya az összes diplomáson belül

10. Mivel az információtechnológiai forradalom nem csupán megkönnyítette az információ megosztását, minimálisra csökkentette az átadás költségeit és felgyorsította a K+F-tevékenység hálózatosodásának korábban megkezdődött tendenciáját, *még a korábbiaknál is fontosabbá vált a szellemi tulajdonjogok (IPR) kifogástalan védelme, és a részvétel ezen a területen nemzetközi szabályozási és monitoring együttműködésekben.* Magyarország csakis akkor számíthat arra, hogy K+F-együttműködésekben komolyan veendő partnerként kezelik, továbbá akkor számíthat a technológiatranszfer folyamatosságának fennmaradására, ha IPR-szabályozása, és, főként annak végrehajtása, kikényszerítése területén semmivel sem marad el az EU-normáktól.

Nanotechnológia

Az érési szakaszba került információtechnológiával szemben a nanotechnológia¹² még csupán fejlődésének pre-kompetitív fázisában tart. A technológia előrettekintő programok elemzői és a technológiai fejlődés gazdaságtanával foglalkozó szakirodalom egybehangzó véleménye szerint, a 21. század elejének új technológiai paradigmáját a nanotechnológia fogja meghatározni, ez lesz a következő domináns technológia.

¹² A 100 nanométer alatti, vagyis a molekuláris mérettartományban megváltoznak a részecskék fizikai, kémiai, optikai, mechanikai, elektromos és mágneses tulajdonságai. A nanotechnológia, vagyis atomokból és molekulákból történő építkezés, anyagszintézis az 1 és 100 nanométer /10⁻⁹ méter/ mérettartományban új tulajdonságokkal, funkciókkal rendelkező anyagokat és nanoszerkezeteket hoz létre.

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 fémalapanyag-gyártás 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, úgynevezett általános célú technológia – csakúgy, mint az információtechnológia. További hasonlóság, hogy a nanotechnológia szintén schumpeteri értelemben vett „romboló”, vagyis a korábbi technológiai irányvonalat, iparági életciklusokat radikálisan átalakító technológiának tekinthető, sőt, *a jövő technológiája által érintett és fenyegetett számos iparágat ma még jövőiparágnak tekintenek!*

Az Egyesült Államokban nem csupán az információtechnológiai forradalom korai éveire hasonló tőzsdei várakozások és vállalkozás-alapítási láz tanúi lehetünk, de már fél évtizeddel ezelőtt is akadémiai intézetek, az ipar és a kormányzati szervek képviselőinek bevonásával intenzív tájékoztatási és lobbitevékenység folyt a döntéshozók figyelmének felkeltése érdekében. Az első Nemzeti Nanotechnológiai Kezdeményezés (NNI) címet viselő kormányprogram a Clinton-kormány 2001-es költségvetési tervében szerepelt.¹³ Emellett, tanulmányok készültek a nanotechnológia társadalmi hatásairól, továbbá kommunikációs anyagok amelyek segítségével a közvéleményt tájékoztatták az új technológiai irányzatokról és azok várható hatásairól. Időközben növekvő számú kormányzati szervet állítottak fel, amelyek mind a nanotechnológia meghatározott aspektusaival foglalkoztak, illetve e kormányzati szervek munkáját koordináló szervezetet. 2003. decemberében Bush elnök aláírta a „21. Század Nanotechnológiai Kutatás-Fejlesztéséről” szóló törvényt, amelyben immár törvénybe iktatták, hogy a nanotechnológia a 21. Század legnagyobb kihívását jelentő tudományág és technológiai irányzat. Törvényben mondták ki, hogy ösztönözni kell a nanotechnológiával kapcsolatos kutatásokat, fejleszteni a kockázati tőkefinanszírozást és az oktatást. Az első NNI megjelenése óta már 40 országban készült az amerikaihoz hasonló kormányzati szintű nanotechnológiai stratégia.

A fejlett országok körében az Egyesült Államok gyakorlata és eredményei jelentik az automatikusan adódó összehasonlítási alapot. A nanotechnológiai programok megjelenése az USA demonstrációs hatására vezethető vissza: ha egy ország nyilvánvalóan fontosnak tart egy technológiai területet és jelentős anyagi forrásokat szán a fejlesztésükre, versenytársai követik példáját. (A demonstrációs hatás és az „aki kimarad, lemarad feeling” nem csupán Japán, Németország, vagy az Európai Unió szintjén érhető tetten, de egyértelmű jelei mutatkoznak Oroszországban és a fejlett délkelet-ázsiai országokban, illetve számos kevésbé fejlett országban is – például Romániában!).

¹³ Azóta is, a Nemzeti Nanotechnológiai Kezdeményezések rendre az adott év költségvetési törvényének mellékletét képezik. A 2005-os költségvetési évben az amerikai szövetségi kormányzat több mint egymilliárd dollárt költött nanotechnológiai kutatásokra, vállalkozásfejlesztésre, oktatásra, kommunikációra. (www.nano.gov)

A magyarországi tudomány- és technológiapolitika, gazdaságpolitika és iparstratégia ezzel szemben minimális figyelmet fordít a jövő ipari forradalmát meghatározó technológiára. Magyarországon nem dolgoztak ki nemzeti nanotechnológiai programot és tudomásom szerint ez nincs is még folyamatban.

Elvi és gyakorlati ajánlások a technológiai fejlődés külpolitikai vonatkozásainak jobb érvényesítésével kapcsolatban

1. Magyarország is hozzon létre a Külügyminisztérium alkalmazásában tudomány- és technológiapolitikai tanácsadó"-i posztot. A tanácsadó feladatköre megegyezhet az első fejezetben felsoroltakkal.

2. Aktívabb részvételre van szükség a tudomány- és technológiapolitikai vonatkozású nemzetközi együttműködésekben. Magyarországon gyakran az is finanszírozási problémákba ütközik, hogy az egyes hazai szakmai (tudományos) szervezetek nemzetközi szervezetek tagjai lehessenek. Nem csupán létre kellene hozni egy keretösszeget erre a célra, de minisztériumi szinten is figyelemmel kell kísérni az ilyen típusú nemzetközi kezdeményezéseket, ezekbe tagokat, megfigyelőket delegálni. Fontos lenne, hogy Magyarország is kezdeményezzen nemzetközi tudományos technológiai együttműködések meghatározott területeken: ennek költsége viszonylag csekély, ugyanakkor jelentős presztízzsel jár a kezdeményező ország számára, illetve pozitív gazdasági és tudományos kapcsolatépítési hatásai is vannak.

3. Magyarország nem engedheti meg magának, hogy feltörekvő technológiai területeket elhanyagoljon, más országok demonstrációs hatását figyelmen kívül hagyja. Sürgős szükség lenne hazai nanotechnológiai stratégiára, illetve vízió megfogalmazására és kommunikációjára az összes feltörekvő tudományterületen.

4. Gazdaságdiplomáciai szinten stratégiai prioritásként kell kezelni a K+F nemzetköziesedéséből fakadó lehetőségek kihasználását. Diplomáciai eszközökkel is intenzíven kellene támogatni, hogy Magyarország legyen a K+F-tevékenységek kihelyezésének egyik fontos célországa.

5. Diplomáciai eszközökkel elő kell segíteni a technológiaiimport és a nemzetközi technológiai együttműködések diverzifikálását, új országok bekapcsolását a partneri körbe.

6. Nemzetközi tapasztalatcserére van szükség a nemzeti innovációs rendszerek változásainak (az intézmény-, prioritás- és ösztönzési rendszerek módosulásának) feltérképezéséhez.

7. Tárcaközi együttműködés kezdeményezésére van szükség a nemzetközi tapasztalatok hazai átültetésének elősegítése érdekében. A hazai tudomány- és technológiapolitikai vízió kidolgozása és megvalósítása nem szabad, hogy csupán a GKM és az Oktatási Minisztérium illetékességi körébe tartozzon, a Külügyminisztérium aktív szerepet kell játsszon ebben.