

Az Európai Gazdasági és Szociális Bizottság véleménye a következő témában: „Az Európai Bizottság közleménye: Úton a nanotechnológiát támogató európai stratégia felé”

COM(2004) 338 def.

(2005/C 157/03)

2004. május 12-én az Európai Bizottság úgy határozott, hogy az Európai Közösséget létrehozó szerződés 262. cikkelye alapján kikéri az Európai Gazdasági és Szociális Bizottság véleményét a következő témában: Az Európai Bizottság közleménye: Úton a nanotechnológiát támogató európai stratégia felé.

Az „Egységes piac, termelés és fogyasztás” szekció, amelynek az volt a feladata, hogy az EGSZB munkáját előkészítse ezzel a témával kapcsolatban, 2004. november 10-én fogadta el véleményét. Előadó: **Antonello Pezzini**.

Az Európai Gazdasági és Szociális Bizottság 2004. december 15-én és 16-án megtartott 413. plenáris ülésén (december 15-i ülés) 151 szavazattal és 1 tartózkodás mellett az alábbi véleményt fogadta el:

1. Háttér

1.1 Az EGSZB tisztában van vele, hogy a vélemény témájának bizonyos részei új keletűek, szakkifejezései alig ismertek, vagy legalábbis még nemigen használatosak. Emiatt hasznosnak tartottuk, hogy ismertessünk néhány definíciót, valamint hogy részletezzük, hol is tartanak a nanotechnológiával kapcsolatos kutatások és alkalmazások az Egyesült Államokban és Ázsiában.

1.2 Tartalom

2. Definíciók

3. Bevezetés

4. Az Európai Bizottság javaslata röviden

5. Főbb fejlemények az Egyesült Államokban és Ázsiában

6. Általános megjegyzések

7. Külön megjegyzések

8. Következtetések

2. Definíciók

2.1 A **nano-** előtag az egész egymilliárdod részét jelenti. Jelen esetben, mivel kiterjedésről van szó, a méter egymilliárdod részét (egy nanométert) értjük alatta.

2.2 A **mikro-** előtag az egész egymilliomod részét jelenti. Jelen esetben a méter egymilliomod részét (egy mikrométert) értjük alatta.

2.3 **Nanotudományok** – A nanotudományok a hagyományos tudományokhoz képest (kémia, fizika, biológia, elektronika stb.) egy újfajta megközelítés, amely atomi és molekuláris szinten foglalkozik az anyagok alapszerkezetével és alapviselkedésével. Pontosabban szólva: az atomokban rejlő lehetőségeket tanulmányozzák a különféle tudományágakban ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Interjú Philippe Busquin biztossal (összefoglaló: a 2004. június 29-i IP/04/820-ben).

2.4 **Nanotechnológiák** – Ezekkel a technológiákkal, az atomok és molekulák manipulálása révén, új felületek és tárgyak előállítása válik lehetővé, amelyek különböző összetételűeknek és atomjaik új elrendeződésének köszönhetően olyan egyedi tulajdonságokkal rendelkeznek, amelyek a mindennapi életben is felhasználhatóak ⁽²⁾. Olyan technológiákról van szó, amelyek az egymilliárdod méteres (nanométeres) tartománnyal foglalkoznak.

2.5 **A fenti definíció mellett érdemes egy másik, tudományos szempontból átütőbb definíciót is adni: A nanotechnológia** fogalma alatt anyagok, szerkezetek és rendszerek előállításának olyan, több tudományágat átfogó megközelítése értendő, amely során az anyag kezelése nanométeres nagyságrendben történik.

2.6 **Nanomechanika** – Egy tárgy mérete akkor kezd fontossá válni, ha nagyságrendileg az egy és néhány tíz nanométer közötti tartományba esik (azaz maga a tárgy néhány tíz és néhány ezer közötti atomból áll), és így kell meghatározni a tulajdonságait. Ebben a mérettartományban egy száz vasatombból álló tárgy fizikai és kémiai tulajdonságai gyökeresen eltérnek egy kétszáz atomot tartalmazó másik tárgyétól, még ha ugyanazokból az atomokból állnak is. Ugyanígy egy nanorészecskéből álló szilárd test mechanikai és elektromágneses tulajdonságai is gyökeresen különbözni fognak az ugyanolyan kémiai összetételű hagyományos szilárd testétől, és e tulajdonságok azoknak az elemeknek a jellemzőit fogják tükrözni, melyekből összetevődnek.

2.7 Ez olyan alapvető tudományos és technológiai újítás, amely a tudomány és a technika minden ágában megváltoztatja az anyagok előállításának és manipulálásának megközelítési módját. Következésképpen a nanotechnológia nem új tudomány, amelyet a kémia, a fizika és a biológia mellett foglal helyet, hanem inkább a kémia, a fizika és a biológia művelésének egy új módja.

2.8 Ebből következik, hogy egy nanoszerkezetű anyag vagy rendszer nanométeres nagyságrendű egységekből épül fel (az eddig megszokott különálló atomokból álló szerkezetek itt már nem helyénvalóak), amelyek már konkrét tulajdonságokkal rendelkeznek, és ezek alkotnak összetett struktúrát. Világos tehát, hogy az azonos atomokból vagy molekulákból álló szerkezetekre épülő gyártási paradigmákat ideje helyettesíteni: olyan szemléletmódnak kell a helyükbe lépnie, amelyben a **méretet alapvető fontosságú paraméterek**.

⁽²⁾ Lásd az 1-es lábjegyzetet.

2.9 A nanotechnológia forradalmi jellegét leginkább ahhoz lehetne hasonlítani, mintha felfedeznénk az elemek egy új periódusos rendszerét, amely sokkal nagyobb és összetettebb az eddig ismertnél, és rádöbbenénk, hogy a fázisdiagramok által meghatározott (például két anyag vegyítésére vonatkozó) határokat át lehet lépni.

2.10 Alulról felfelé építkező technológiákról van tehát szó, amelyek lehetővé teszik, hogy eljussunk az egyedi funkciók dinamikájából a funkciók egészéhez. A lehetséges felhasználási módok száma egyre növekszik, különösen az egészségügy, az információtechnológia, az anyagtudományok, a gyártás, az energia, a biztonság, az űrhajózás, az optika, a hangtechnika, a vegyi anyagok, az élelmiszerek és a környezetvédelem területén.

2.11 Ezeknek az alkalmazásoknak – melyek közül sok már elérhető a lakosság számára is ⁽³⁾ – köszönhetően állíthatjuk, hogy „a nanotechnológiák révén jelentősen javulhat az élet minősége, a gyártás versenyképessége és a fenntartható fejlődés” ⁽⁴⁾.

2.12 **Mikroelektronika** – Az elektronikának az az ága, amely az egyetlen félvezető lapkára integrált, parányi méretű áramkörök fejlesztésével foglalkozik. Ma mikroelektronikai technológiákkal egytized mikrométeres (azaz 100 nanométeres) nagyságú egyedi alkatrészek előállítására van lehetőség ⁽⁵⁾.

2.13 **Nanoelektronika** – nem szilíciumalapú technológiával és anyagokból készült áramkörök tanulmányozásával és előállításával foglalkozó, a jelenlegiektől gyökeresen különböző alapelvekre épülő tudomány ⁽⁶⁾.

2.13.1 A nanoelektronika kezd a nanotechnológiák egyik sarkalatos pontjává válni, ugyanúgy, ahogy az elektronika manapság minden tudományágban és ipari folyamatban egyaránt megtalálható ⁽⁷⁾.

2.13.2 Az elektromos és elektronikus alkatrészek terén mindmáig igen gyors fejlődés tapasztalható. Pusztán néhány évtized leforgása alatt az elektroncsövek helyét átvették a félvezetők, majd a mikrochipek, most pedig a mindössze néhány száz atomból álló elemekből készült nanochipeken a sor. Egy nanochip annyi információ tárolására képes, mint az Encyclopaedia Britannica 25 kötete együttvéve ⁽⁸⁾.

⁽³⁾ Lásd a következtetések 6.1.5. pontját.

⁽⁴⁾ Lásd az 1-es lábjegyzetet.

⁽⁵⁾ Forrás: a milánói Műszaki Egyetem mikro- és nanoelektronikai központja, Alessandro Spinelli prof.

⁽⁶⁾ U.o.

⁽⁷⁾ A nanoelektronikai befektetések jelenleg 6 milliárd eurót tesznek ki az alábbi bontásban: 1/3 nano- és mikrokatásra, 1/3 diagnosztikára, 1/3 anyagokra (forrás: Európai Bizottság, Kutatási Főigazgatóság).

⁽⁸⁾ Forrás: Európai Bizottság, Kutatási Főigazgatóság – 2003.

2.13.3 A tudósok és az elektronikai alkatrészek gyártói hamar felismerték, hogy az információ áramlása annál gyorsabb, minél kisebb a chip mérete ⁽⁹⁾. A nanoelektronika ezért igen gyors információfeldolgozást tesz lehetővé rendkívül kis térben.

2.14 **Pásztázó alagútmikroszkóp (STM)** – ezt az eszközt, amelyért feltalálói Nobel-díjat kaptak, a „XXI. század lencséje” névvel is illették. Segítségével atomi méretekben „látható” az anyag. Működési elve a következő: a mikroszkóp hegye végigpásztáz egy felületet. A felület elektronjai (nem atomjai!) az alagúthatás miatt a felületről a csúcsra kerülnek. Ennek hatására elektromos áram keletkezik, amely annál erősebb, minél kisebb a csúcs és a felület közötti távolság. Ezt az áramerősséget magassággá átszámítva megkapjuk az anyag felületének nanometrikus nagyságrendű topográfiáját.

2.14.1 **Alagúthatás** – A hagyományos mechanikában egy adott energiával rendelkező részecske csak akkor kerülhet ki egy gödörből, ha ehhez elegendő az energiája. A kvantummechanikában azonban a bizonytalansági elv miatt egészen más a helyzet. Mivel a részecske az atommaghoz, mint energiagödörhöz kötött, a helyzetének bizonytalansága igen kicsi, emiatt a sebességére vonatkozó bizonytalanság igen nagy. Következésképpen megvan annak a valószínűsége, hogy a részecske elég energiával rendelkezik ahhoz, hogy kijuthasson a gödörből, annak ellenére, hogy az átlagos energiája ehhez nem lenne elegendő ⁽¹⁰⁾.

2.15 **Szén nanocsövek** – Szénatomok egy különleges elrendezése révén alkotott struktúrák. Az ilyen szerkezetű anyagokat a jelenleg ismert legellenállóbbak és legkönnyebbek között tartják számon. Hatszor könnyebbek és százszor erősebbek az acélnál. Átmérőjük néhány nanométer, hosszuk pedig a több mikrométert is meghaladhatja ⁽¹¹⁾.

2.16 **A makromolekulák önszerveződése** – A természet utánzására használt laboratóriumi eljárás a „minden élőlény önszerveződéssel jött létre” elv alapján. Az önszerveződési eljárás révén csatlakozási felület létesíthető az elektronikai áramkörök és a biológiai szövetek között, így lehetőség nyílik az informatika és a biológia összekapcsolására. A cél – amely a tudósok szerint már nincs messze – lehetővé tenni, hogy a süketek halljanak és a vakok lássanak ⁽¹²⁾.

⁽⁹⁾ Lásd a 3.3.1. pontot.

⁽¹⁰⁾ forrás: Tullio Regge: „Il vuoto dei fisici”, *L'Astronomia*, 18. szám, 1982. szeptember-október

⁽¹¹⁾ Forrás: Európai Bizottság, Kutatási Főigazgatóság – 2003.

⁽¹²⁾ Számos különféle kísérlet van előrehaladott stádiumban, és már sikerült „párbeszédet” teremteni egy csiga neuronja és egy elektronikus chip között.

2.17 **Biomimetika** ⁽¹³⁾ – a természetben létező molekuláris szerkezetek törvényszerűségeit kutató tudomány. Ezeknek a törvényeknek a megismerése révén lehetőség nyílik **mesterséges nanomotorok** készítésére a természetben létező elvek alapján ⁽¹⁴⁾.

3. Bevezetés

3.1 Az EGSZB értékeli a nanotechnológiáról készült közlemény közérthetőségét, átérzi azokat az indíttatásokat, amelyek az Európai Bizottságot arra készítették, hogy haladéktalanul érvényes javaslatokkal álljon elő e témában. Továbbá örömmel tapasztalja, hogy megannyi, szakértők és fiatalok számára egyaránt hasznos ismeretanyag látott napvilágot – köztük CD-ROM-ok is.

3.1.1 Az oktatási célú CD-k különösen hasznos kulturális segédesszközök a nanotechnológiáról szóló szükséges ismeretek elterjesztésére az olykor tapasztalatlan és nagyrészt fiatalokból álló nagyközönség körében.

3.2 Az EGSZB-nek az a véleménye, hogy erről a témáról szóló ismereteket – amelyek új és gyümölcsöző felfedezésekhez vezethetnek a mindennapi élet számos területén – a legközelebbi nyelven megfogalmazva kell terjeszteni. Ezenkívül az új termékek kutatásaiban figyelembe kell venni a fogyasztók igényeit és kívánságait, és nem szabad szem elől téveszteni a fenntartható fejlődés érdekeit sem.

3.2.1 Különleges szerep jut ebben az újságíróknak és a tömegtájékoztatási eszközöknek, főleg a szakajtónak, mivel ők adnak hírt először azoknak a kutatóknak a sikereiről, akik a valódi eredmények érdekében szembe mernek szállni a tudománnyal.

3.2.2 A nanotechnológia jelenlegi haladási mutatói négy fő tényezőre összpontosítanak: 1) publikációk ⁽¹⁵⁾; 2) szabadalmak; 3) új vállalkozások beindítása; 4) forgalom. A tudományos publikációk terén az EU áll az élen 33 %-kal, ezt követi az Egyesült Államok 28 %-kal. Kínára nézve nincsenek pontos adatok, de a publikációk száma ott is emelkedni látszik. A szabadalmakat illetően az Egyesült Államok vezeti a mezőnyt 42 %-kal, ezt követi az EU 36 %-kal. Ami az új vállalkozások beindítását illeti, minden 1 000 valóban nanotechnológiával foglalkozó cégből 600 az USA-ban kezdi meg működését, 250

⁽¹³⁾ A görög *mimesis* (a természet utánzása) szóból.

⁽¹⁴⁾ Mint például a spermiumok önálló mozgása.

⁽¹⁵⁾ Ez inkább minőségi, mintsem mennyiségi adat. Érdemes lenne mélyebbre ható értékelést végezni, például olyat, mint amelyet a brit Royal Society is javasol.

⁽¹⁶⁾ Forrás: Európai Bizottság, Kutatási Főigazgatóság

pedig az Európai Unióban. A forgalmakra vonatkozó adatok összességében pedig arra engednek következtetni, hogy a jelenlegi 50 milliárd eurós forgalom 2010-re várhatóan 350 milliárdra nő, 2015-re pedig eléri az 1 billió eurót ⁽¹⁶⁾.

3.3 A nanotechnológia és a nanotudományok nem csupán a természettudományok és a mérnöki tudományok új megközelítési módjai, hanem mindenekelőtt ezek a legígéretesebb és legfontosabb termelési rendszerek, innovatív találmányok és a társadalom különböző rétegeiben használható, nagy horderejű alkalmazások megalkotására alkalmas multidiszciplináris eszközök.

3.3.1 Nanométeres méretekben a hagyományos anyagok más tulajdonságokkal rendelkeznek, mint makroszkopikus méretű társaik, ez olyan rendszerek kialakítását teszi lehetővé, amelyek működése és lehetőségei jobbak ezeknél. A nanotechnológia radikális újítása abban a tényben rejlik, hogy egy anyag méreteinek csökkentésével megváltoznak annak fizikai és kémiai jellemzői. „Ez olyan gyártási stratégiák kidolgozását teszi lehetővé, amelyek hasonlatosak ahhoz, ahogyan a természet épít fel összetett rendszereket: az energia ésszerű felhasználásával, minimális nyersanyagszükséglettel és hulladéktermeléssel.” ⁽¹⁷⁾

3.3.2 A nanotechnológiához kapcsolódó gyártási folyamatokban tehát olyan új megközelítést kell alkalmazni, amely teljes mértékben figyelembe veszi ezeket az új tulajdonságokat, hogy az európai gazdasági és szociális rendszer a lehető legnagyobb előnyt húzza ebből.

3.4 A nanotechnológiai megközelítés minden gyártási ágazatban jelen van. Az elektronika ⁽¹⁸⁾, a vegyipar ⁽¹⁹⁾, a gyógyszeripar ⁽²⁰⁾, a gépészet ⁽²¹⁾, valamint a gépjárműipar, a repülés és űrhajózás ⁽²²⁾, a gyáripar ⁽²³⁾ és a kozmetikai ágazatok már jelenleg is alkalmazzák a nanotechnológiát bizonyos gyártási folyamatokhoz.

3.5 A nanotechnológiák nagy mértékben hozzájárulhatnak ahhoz, hogy az EU elérhesse a lisszaboni Európai Tanács által kitűzött célokat: segíthetnek a tudásalapú társadalom megvalósításában, valamint abban, hogy az Unió a világ legdinamikusabban fejlődő és legversenyképesebb hatalmává váljék, amely egyben tekintettel van a környezetre, elősegíti a kohéziót, új vállalkozásokat, magasabb képzettséget igénylő munkahelyeket és új munkaköröket teremt.

⁽¹⁷⁾ Forrás: a Milánói Egyetem Fizika Tanszéke, Nanoszerkezetű anyagok és kapcsolódási felületek interdiszciplináris központja.

⁽¹⁸⁾ Lásd: *Technology Roadmap for Nanoelectronics (Nanoelektronikai technológiai irányvonalak)* – Európai Bizottság, IST program, Jövőbeli és alakuló technológiák. Második kiadás, 2000.

⁽¹⁹⁾ Nanoszerkezetű adalékanyagok polimerekhez, festékekhez és kenőanyagokhoz.

⁽²⁰⁾ Nanoszerkezetű hordozók aktív hatóanyagokhoz, diagnosztikai rendszerek

⁽²¹⁾ Mechanikai alkatrészek felszínének megmunkálása a nagyobb tartósság és teljesítmény érdekében.

⁽²²⁾ Pneumatika, szerkezeti anyagok, vezérlő- és figyelőrendszerek

⁽²³⁾ Ipari és intelligens anyagok.

3.6 Az Európai Bizottság szerint Európa előnnyel indulhat a nanotechnológia területén, ezt a helyzeti előnyt azonban először valódi versenybeli előnnyé kell kovácsolnia az európai ipar és társadalom számára, és biztosítani kell, hogy megfelelő mértékben megtérüljön a kutatáshoz szükséges nagy összegű befektetés.

3.6.1 A legnagyobb problémát az jelenti, hogy mindenekelőtt fel kell fogni ezeknek a gazdaságot és a társadalmat széles körben érintő technológiáknak a stratégiai jelentőségét. Ugyanennyire fontos az is, hogy ki kell dolgozni egy valódi és megfelelő integrált politikát a nanotechnológiák és a nanotudományok terén, ezt a területet megfelelő erőforrásokkal kell ellátni, és biztosítani kell a magánszféra az ipari, a pénzügyi és a képzési ágazatok támogatását is.

4. Az Európai Bizottság javaslata röviden

4.1 Az Európai Bizottságnak a kérdéses közleménnyel egy intézményi szintű vita indítása volt a szándéka, amely során logikus kezdeményezések születhetnek:

- a kutatási és fejlesztési befektetések és koordinálás növelésére, miáltal jobban ki lehetne használni a nanotechnológiák lehetőségeit ipari szinten, ugyanakkor tartani lehetne a tudományos kiválóság és a verseny színvonalát;
- olyan világszinten versenyképes kutatási és fejlesztési infrastruktúrák („kiválósági központok”) létesítésére, amelyek mind az ipar, mind a kutatási helyek igényeit figyelembe veszik;
- a kutatás területén dolgozók interdiszciplináris oktatásának és képzésének ösztönzésére, nagyobb hangsúlyt fektetve a vállalkozó szellemre;
- a kutatás területén dolgozók interdiszciplináris oktatásának és képzésének ösztönzésére, nagyobb hangsúlyt fektetve a vállalkozó szellemre;
- a technológia-átvitel és az innováció számára kedvező körülmények teremtésére, hogy az európai kutatás és fejlesztés kiválósága jövedelmező termékekben és folyamatokban ölthessen testet;
- szociális megfontolásoknak a kutatási és fejlesztési folyamat egy korai szakaszába történő beépítésére;
- az esetleges közegészségügyi, környezeti és fogyasztói kockázatok problémájának nyílt kezelésére a kockázat felméréséhez szükséges adatok kiszámítása, a nanotechnológián alapuló termékek teljes élettartamának minden szakaszába a kockázatbecslés beépítése, valamint meglévő módszerek átvétele és – szükség esetén – újak kifejlesztése révén;
- a fenti intézkedések megfelelő együttműködéssel és nemzetközi szintű kezdeményezésekkel való kiegészítésére.

4.2 Az Európai Bizottság kifejezetten a következőket javasolja:

- egy Európai Kutatási Térség létrehozását a nanotechnológia terén;

- az alapkutatáshoz és az alkalmazott kutatáshoz infrastruktúra kifejlesztését, valamint a vállalatok, különösen a KKV-k számára hozzáférhető, magas színvonalú egyetemi hálózat kiépítését;
- jelentős befektetést az emberi erőforrásokba uniós és tagállami szinten;
- az ipari újítások, a szabadalmak, a metrológia és a szabványozási rendszerek, a szabályozás, valamint a baleset-, egészség- és környezetvédelem, a fogyasztók és befektetők védelmének támogatása a felelősségteljes fejlesztés érdekében;
- a bizalmon és a folyamatos nyílt párbeszédre alapuló kapcsolat megszilárdítását a tudomány és a társadalom között;
- egységes szaknyelven és etikai kódexeken, valamint a nanotechnológiai fejlődésből való kizárás elleni egyesített küzdelmen alapuló erős és strukturált nemzetközi együttműködés fenntartását és javítását;
- stratégiák és integrált politikai intézkedések közösségi szintű koordinációját, megfelelő pénzügyi és emberi erőforrásokkal való támogatás mellett.

5. Főbb fejlemények az Egyesült Államokban, Ázsiában és Óceániában

5.1 Az Amerikai Egyesült Államokban a Nemzeti Nanotechnológiai Kezdeményezés (National Nanotechnology Initiative – NNI) nevű, 2001-ben indult alapkutatási és alkalmazott kutatási program koordinálja számos, ezen a téren tevékenykedő amerikai ügynökség munkáját. A programot a 2005-ös költségvetési évre több mint 1 milliárd dollárral finanszírozták, amely az induló évi, 2001-es költségvetésének kétszerese. A kapott támogatást főleg az alapkutatásra és az alkalmazott kutatásra, a kiválósági központok és infrastruktúrák fejlesztésére, a társadalmi vonatkozások kiértékelésére és ellenőrzésére – különösen etikai, jogi, valamint egészségügyi és biztonsági szempontból –, valamint az emberi erőforrások fejlesztésére fordítják.

5.1.1 Az NNI közvetlenül 10 szövetségi ügynökséget támogat, számos másikat pedig koordinál. A Nemzeti Tudományos Alapítvány (NSF), az Energiaügyi Minisztérium (DOE) tudományos ügyekkel foglalkozó osztálya, a Védelmi Minisztérium és a Nemzeti Egészségügyi Intézetek (NIH) egyaránt emelt összegű költségvetésből gazdálkodhatnak, a többletet külön a nanotechnológiára kell fordítaniuk. Különösen a DOE fektetett be jelentős összeget öt főbb infrastruktúra kialakításába: a teljes tudóstársadalom kutatói számára hozzáférhető nanotudományos kutatóközpontokat létesített. A Védelmi Minisztérium nanotechnológiai programja pedig az évek során különféle adományoknak köszönhetően fejlődhetett, főként az USA hadserege által igényelt szolgáltatásokból eredően.

5.1.2 Ezeket a főbb fejlesztéseket az amerikai nanotechnológiai politika alapvető jogszabályának, a XXI. Századi Nanotechnológiai Kutatási és Fejlesztési Törvénynek a 2003. decemberi elfogadása tette lehetővé. Ez a törvény többek között egy Nemzeti Nanotechnológiai Koordinációs Irodát hozott létre, melynek feladatai a következők:

- az értékelés célkitűzéseinek, prioritásoknak és paramétereknek az újradefiniálása,
- az ügynökségek és más szövetségi tevékenységek koordinálása,
- befektetés kutatási és fejlesztési programokba a nanotechnológia és a kapcsolódó tudományok terén,
- pályázati alapon interdiszciplináris nanotechnológiai kutatóközpontok létesítése különféle földrajzi helyszíneken, az állami és az ipari szektor részvételére is számítva,
- az alkalmazásfejlesztés gyorsítása a magánszférában, vállalkozásindítási tevékenységeket is beleértve,
- oktatás és elismert szakképzés biztosítása, amely megteremtheti és megszilárdíthatja a nanotudományok technológiai és mérnöki kultúráját,
- az etikai, jogi és környezetvédelmi szempontok betartatása a nanotechnológiai fejlesztések során, valamint „konszenzus-konferenciák” és viták szervezése a polgárokkal és a civil társadalommal.
- a tudományos és az ipari körök, az állam, a központi kormány és a regionális önkormányzatok közötti információcsere elősegítése;

- a szövetségi programokhoz – mint például a „Small Business Innovation Research Program” (Kisvállalkozások innovációs kutatási programja) és a „Small Business Technology Transfer Research Program” (Kisvállalkozások technológia-átviteli kutatási programja) – egy használatbavételi terv kidolgozása, melynek célja a szerteágazó nanotechnológiai fejlesztés előmozdítása mindenütt a vállalkozói szférában, a kisvállalkozásokat is beleértve.

5.1.3 A fenti törvény alátámasztására a Nemzeti Szabványügyi és Technológiai Intézet (NIST) külön programot indított a nanotechnológiai ágazatban a gyártás fejlesztésére, amely a metrológiára, a megbízhatóságra és a minőségi szabványokra, a folyamatvezérlésre és a legjobb gyártási gyakorlatokra helyezi a fő hangsúlyt. A „Manufacturing Extension Partnership” (Partneri együttműködés a gyártás kiterjesztésére) kezdeményezésnek köszönhetően a program eredményeit a KKV-kra is ki lehet majd terjeszteni.

5.1.4 A fenti törvény ezenkívül egy központi információs iroda létesítését is előírja, melynek feladatai a következők:

- a nanotechnológia kereskedelmi oldalának kiépítése, valamint a technológia és az új elképzelések átültetése kereskedelmi és hadászati termékekbe,
- az egyetemeken, valamint az állami és magánlaboratóriumokban legjobban bevált gyakorlatok megkeresése abból a célból, hogy át tudják ültetni a kereskedelembe.

5.1.5 A törvény előírja továbbá egy amerikai nanotechnológiai felkészültségi központ felállítását, melynek feladata a nanotechnológia etikai, jogi, oktatási, környezetvédelmi és munkaerőpiaci hatásaival kapcsolatos tanulmányok készítése, koordinálása, összegyűjtése és terjesztése, valamint az ezzel kapcsolatos lehetséges problémák feltérképezése, az esetleges negatív következmények megelőzése végett.

5.1.6 A törvény által elrendelt szervezeti keret a nanoanyag gyártási központjának a létrehozásával válik teljessé, amelynek feladata az új gyártási technológiák kutatásának ösztönzése, levezetése és koordinálása, valamint az eredmények összegyűjtése és terjesztése, hogy azok minél egyszerűbben eljuthassanak az amerikai ipari ágazatokba.

5.1.7 A törvény ezenkívül előírja a főbb ügynökségek és szövetségi minisztériumok (többek közt az NSF, a DOE, a NASA és az NIST) 2005–2008-as időszakra vonatkozó pénzügyi támogatásainak összegét is ⁽²⁴⁾.

5.2 Az amerikai NNI bejelentése jelentős változásokat indított el az ázsiai és az óceániai tudományos kutatási és technológiai fejlesztési politikákban. Olyan döntések születtek, amelyek révén ez a térség vezető szerepet tölthet be a nanotechnológiai fejlődésben. A nanotechnológia számos ázsiai és csendes-óceáni országban a „prioritások prioritása” lett; 2003-ban összesen több mint 1,4 milliárd dollárt költöttek erre a célra. Ennek az összegnek 70 %-a Japánra vonatkozik, de Kína, Dél-Korea, Tajvan, Hongkong, India, Malajzia, Thaiföld, Vietnam és Szingapúr is jelentős befektetéseket tett, Ausztráliát és Új-Zélandot nem is említve.

⁽²⁴⁾ A 2003. december 3-i törvény által előírt többéves pénzügyi támogatások bontása a következő:

(a) **Nemzeti Tudományos Alapítvány (NSF)**

- (1) 385 000 000 USD 2005-re
- (2) 424 000 000 USD 2006-ra
- (3) 449 000 000 USD 2007-re
- (4) 476 000 000 USD 2008-ra

(b) **Energiaügyi Minisztérium (DOE)**

- (1) 317 000 000 USD a 2005-ös költségvetési évre
- (2) 347 000 000 USD a 2006-os költségvetési évre
- (3) 380 000 000 USD a 2007-es költségvetési évre
- (4) 415 000 000 USD a 2008-as költségvetési évre

(c) **Nemzeti Légügyi és Űrhajózási Igazgatóság (NASA)**

- (1) 34 100 000 USD 2005-re
- (2) 37 500 000 USD 2006-ra
- (3) 40 000 000 USD 2007-re
- (4) 42 300 000 USD 2008-ra

(d) **Nemzeti Szabványügyi és Technológiai Intézet (NIST)**

- (1) 68 200 000 USD 2005-re
- (2) 75 000 000 USD 2006-ra
- (3) 80 000 000 USD 2007-re
- (4) 84 000 000 USD 2008-ra

(e) **Környezetvédelmi Ügynökség**

- (1) 5 500 000 USD a 2005-ös költségvetési évre
- (2) 6 050 000 USD a 2006-os költségvetési évre
- (3) 6 413 000 USD a 2007-es költségvetési évre
- (4) 6 800 000 USD a 2008-as költségvetési évre

5.3 Japán az 1980-as évek közepe óta számos többéves (5–10 éves) programot indított útjára a nanotudomány és a nanotechnológia terén. 2003-ban a nanotechnológiai és anyagkutatási és -fejlesztési programokra fordított összeg 900 millió dollár volt, azonban az élettudományokkal kapcsolatos, a környezetvédelmi és az információs társadalmi programokban is szerepelnek nanotechnológiával kapcsolatos témák, így az ágazat számára elkülönített költségvetés 2003-ban összesen mintegy 1,5 milliárd dollárra rúgott, amely 2004-ben megközelítőleg 20 %-kal emelkedett. A japán magánszféra sem marad ki: két fő *trading-house* (kereskedelmi vállalat): a Mitsui & Co. és a Mitsubishi Corporation képviseli. A legfőbb japán cégek, mint például az NEC, a Hitachi, a Fujitsu, az NTT, a Toshiba, a Sony, a Sumitomo Electric, a Fuji Xerox stb. is jelentős összegeket fektettek be a nanotechnológiába.

5.3.1 A jelenlegi, 2001–2005-ös ötéves terv alatt Kína körülbelül 300 millió dollárt különített el nanotechnológiai célra. A kínai Tudomány- és Technológiaügyi Minisztérium szerint ebben az ágazatban körülbelül 50 egyetem, 20 intézet és több mint 100 vállalat végez aktív tevékenységet. Ahhoz, hogy meglegyenek a megfelelő alapok a nanotechnológia kereskedelmi oldalának kiépítéséhez, Peking és Sanghaj között egy mérnöki központot és egy nanotechnológiai ipari bázist hoztak létre. A kínai kormány ezenfelül 33 millió dollárt különített el egy nanotudományos és nanotechnológiai nemzeti kutatási központ létesítésére, melynek célja az ágazat tudományos és kutatási törekvéseinek jobb koordinálása.

5.3.2 2002-ben a Kínai Tudományos Akadémia (CAS) megalapította a Casnec (CAS Nanotechnology Engineering Centre, Nanotechnológiai Mérnöki Központ) nevű központot (6 millió dolláros összköltségvetéssel) azzal a céllal, hogy ez legyen az a fórum, amely felgyorsítja a nanotudomány és nanotechnológia kereskedelmi forgalmazását. Hongkongban a nanotechnológia két fő finanszírozási forrása a *Grant Research Council* és az *Innovation and Technology Fund*, amelyek az 1998–2002-es időszakban összesen 20,6 millió dollárt fordítottak erre a célra. 2003-ban és 2004-ben a Hkust egyetem és a Hongkongi Műszaki Egyetem közel 9 millió dollárral támogatta saját nanotechnológiai központjait.

5.3.3 Eközben Ausztráliában és Új-Zélandon az *Australia Research Council* (ARC) az utóbbi öt év alatt megduplázta a versenyképes projektek támogatásának összegét, továbbá különféle helyszíneken nyolc kiválósági központ felállítását tervezi, melyekben mélyrehatóbb kutatások folynak majd olyan témákban, mint a kvantumszámítógépes technológiák, a kvantum- atomoptika, a napelemek, a magasabb szintű fotonika és a fejlett optikai rendszerek.

5.3.4 Új-Zélandon a *MacDiarmid Institute for Advanced Materials and Nanotechnology* koordinálja nemzeti szinten az anyagtudományokkal és a nanotechnológiával kapcsolatos magas szintű kutatást és képzést, munkáját az egyetemek és különböző partnerek, mint például az *Industry Research Ltd.* (IRL) és az *Institute of Geological and Nuclear Sciences* (IGNS) közötti szoros együttműködésre alapozva.

5.3.5 A MacDiarmid intézet tevékenységét különösen az alábbi ágazatokra összpontosítja: anyagok előállítása nanotechnológiával, optoelektronika⁽²⁵⁾, szupravezetők, szén nanocsövek, könnyű anyagok és komplex folyadékok, érzékelő- és képfeldolgozó rendszerek, valamint új energiáróló anyagok.

6. Általános megjegyzések

6.1 A nanotechnológiák gyors elterjedése világszerte – Amerikában, Ázsiában és Óceániában egyaránt – azt jelzi, hogy itt az ideje, hogy Európa is megszerezett és koordinált intézkedésekkel garantálja az alapkutatásnak és az alkalmazott kutatásnak, valamint az eredmények új termékekbe, folyamatokba és szolgáltatásokba való gyors beépítésének az uniós és nemzeti szintű közös finanszírozását.

6.2 A közös európai stratégiának a következőkön kell alapulnia:

- A kutatáson és technológiafejlesztésen, valamint a tudományos és technológiai képzésekre és bemutatókra irányuló közös törekvések fellendítésén – az Európai Innovációs és Kutatási Térség létrehozásának keretén belül;
- az ipai és a tudományos körök közötti együttműködés javításán (kutatás, oktatás és magas szintű képzés);
- az ipari és több ágazatot átfogó alkalmazások, valamint az innovatív új vállalkozások és professzionális munkakörök tevékenységét érintő gazdasági és szociális, jogi, szabályozási, adó- és pénzügyi vonatkozások fejlesztésének felgyorsításán;
- az etikai, környezetvédelmi, egészségi és biztonsági érdekek védelmén a tudományos alkalmazások teljes élettartama alatt, továbbá a civil társadalommal létesített kapcsolat támogatásán, illetve a metrológiai és technikai szabványosítási kérdések szabályozásán;
- a politikák, intézkedések, struktúrák és hálózatok fokozott európai koordinációján, hogy azok fenntarthatasság és javíthatóság a tudományos és technológiai fejlesztések, valamint az alkalmazásfejlesztés jelenlegi versenyképes színvonalát;
- az új tagállamoknak a nanotudományok tanulmányozásába és alkalmazásába célzott intézkedésekkel történő közvetlen bevonásán – mégpedig az ERDF és az ESF által felkínált pénzügyi keretek⁽²⁶⁾ és a már működő akkreditált uniós kutatóközpontokkal együtt irányított közös programok révén⁽²⁷⁾.

⁽²⁵⁾ Az optoelektronika olyan eljárás, amely az optika és az elektronika elveit ötvözi. Az elektromos jelek optikai jelekké (és vissza) történő alakításának mechanizmusát kutatja (CD-lejátszók, lézerrendszerek stb.).

⁽²⁶⁾ Az ERDF (Európai Regionális Fejlesztési Alap) a Strukturális Alapok egyike, amely a IV. prioritás (helyi fejlesztési rendszerek) alá besorolva felhasználható kutatási létesítmények és felszerelések finanszírozására.

Az ESF (Európai Szociális Alap) is a Strukturális Alapok egyike, amely a III. prioritás (emberi erőforrások) alá besorolva felhasználható a kutatók képzésének és a vállalkozók tájékoztatásának finanszírozására.

⁽²⁷⁾ A CD-ROM-ok és a Kutatási Főigazgatóság nemrégiben megjelent kiadványai az európai kutatóközpontoknak és azok szakterületeinek széles panorámáját mutatják be. További információ a <http://cordis.lu/nanotechnology> honlapon olvasható.

6.3 A magas kritikus tömeg és hozzáadott érték megléte egyenesen a közös stratégia megvalósításához és kidolgozásához kell, hogy vezessen. Az ipari és szolgáltató vállalkozásoknak, különösen a kis- és középvállalkozásoknak fel kell tudniuk használni egy ilyen stratégia eredményeit saját újító- és versenyképességük fejlődéséhez, ugyanakkor hozzá is kell járulniuk ahhoz, mégpedig azáltal, hogy transzeurópai kiválósági hálózatokat alakítanak ki az egyetemekkel, az állami és magán kutatóközpontokkal és a pénzügyi szervekkel együtt.

6.4 A stratégia fejlődésének szorosan kapcsolódnia kell a társadalom fejlődéséhez. Ez azt jelenti, hogy a stratégiát erősen alá kell támasztani azzal, hogy az nemcsak az európai tudásalapú gazdaság versenyképességéhez járulhat hozzá jelentősen, hanem legfőképpen az egészségügyhöz, a környezethez, a biztonságához és az európai polgárok életminőségéhez is. Ez azt is jelenti továbbá, hogy a nanotechnológiákkal kapcsolatban a keresleti oldalon is cselekedniük kell a polgároknak, a vállalkozásoknak és a szervezeteknek, mivel legfőképpen az ő igényeikre kell konkrét válaszokat találni.

6.5 A társadalom egészét el kell kötelezni a nanotechnológia bevezetésének folyamata mellett, ehhez pedig a folyamatnak átláthatónak és biztonságosnak kell lennie az alapvető kutatásoktól kiindulva egészen az eredmények alkalmazásáig, bemutatásáig és innovatív kereskedelmi szolgáltatásokká és termékeké történő átalakításáig. A lakossággal kötött világos és közérthető megállapodásokra van továbbá szükség, amelyekben arról biztosítják őket, hogy ezek a termékek teljes élettartamuk során – beleértve a kiselejtezésüket is – folyamatos ellenőrzés és kockázatfelmérés alatt állnak.

6.6 Pozitív kapcsolatot kell teremteni a tudomány és a társadalom között ezen a területen, hogy a nanotechnológiai fejlődés előtt ne merülhessenek fel akadályok és ne is rekedhessen meg, így elkerülhető az, ami más új technológiák terjedésével nemrégiben történt.

6.7 Fontos továbbá európai infrastruktúrák és új multidiszciplináris tudományos és egyetemi munkakörök létrehozása is. Ehhez is meg kell nyerni a szponzorok és a törvényalkotók teljes bizalmát, akiknek tisztában kell lenniük a nanotechnológiai forradalomban rejlő pozitív lehetőségekkel.

6.8 A nanotechnológiák fejlesztése tehát nemcsak egy nagy-szabású szellemi és tudományos kihívás, hanem mindenekelőtt kihívás a társadalom egésze számára is. Azok a jelenségek, amelyekre már vannak makroszintű tudományos elméletek, módosulnak, kibővülnek, szűkülnek vagy megszűnnek nano-

szinten, és ennek – néha radikális – következményei lehetnek gyakorlati alkalmazásukra nézve. Új gyártási technológiák, új megközelítések, különböző szolgáltatásfajták és mindezek kezelésére új munkahelyek jönnek létre és fejlődnek ki.

6.8.1 Ez a gyors átalakulás egy olyan stratégiát kíván, amely a felső vezetői pozíciók létrehozására, illetve átszervezésére irányul, hogy a felelős vezetők képesek legyenek irányítani az átállást, új vezetési formát kialakítani a folyamat számára, új szakmai munkaköröket létrehozni és odavonzani a világ legnagyobb elméit.

6.9 A Közösség 2007–2013-as időszakra vonatkozó pénzügyi kilátásait – melyet nemrégiben adott ki az Európai Bizottság – át kell értékelni, és új formába kell önteni az új technológiai forradalom által felvetett kihívások fényében. Elég csak arra gondolni, hogy az amerikai Kongresszus több mint 700 eurós költségvetést fogadott el a nanotechnológiára csupán a 2004-es költségvetési évre. Az Egyesült Államok Nemzeti Tudományos Alapítványának (NSF) becslései alapján 2003-ban a világ különféle civil és kormánysszervezetei több mint 2,7 milliárd euró értékben fektettek be ebbe az ágazatba, mégpedig a következő elosztásban:

- az Egyesült Államok mintegy 700 millió € értékben (ezenkívül további 250 millió €-t a Védelmi Minisztérium (DoD) kezel);
- Japán 720 millió € értékben;
- Európa (Svájcot is beleértve) kevesebb mint 600 millió € értékben;
- a világ többi része megközelítőleg 720 millió € értékben.

6.10 A jövőt illetően a világ ipari termelése ebben az ágazatban becslések szerint körülbelül 1 billió euróval fog növekedni az elkövetkezendő 10–15 évben, ami azt jelenti, hogy további képzett emberi erőforrásokra lesz szükség, szám szerint több mint kétmillió dolgozóra.

6.10.1 Ez azt az elvet támasztja alá, miszerint: a nanotechnológia = előrehaladás a foglalkoztatási stratégiában⁽²⁸⁾: A tudásalapú társadalom fejlődését aszerint ítélik meg, hogy mennyire érzékenyen és okosan képes kihasználni az új foglalkozások és a haladás erőforrásai adta lehetőségeket.

6.11 Ahhoz, hogy az EU stratégiája biztosan sikeres lehessen ezen a területen, közösségi szinten kell pénzügyi és emberi erőforrásokat felhalmozni és ezeket koordinálni.

⁽²⁸⁾ Lásd a luxemburgi (1997), cardiffi (1998), kölni (1999) és lisszaboni (2000) folyamatokat a fejlődésnek a foglalkoztatás növelésére és javítására való felhasználásáról.

6.12 Ázsiában és az Egyesült Államokban az ágazat fejlődését közvetlenül vagy közvetve érintő különböző politikák integrált megközelítése nélkülözhetetlennek bizonyult ahhoz, hogy az új típusú vállalkozások, az új képzés, valamint az új szabályozási és technikai-jogi keret szükségleteit felkészülten lehessen fogadni.

6.13 Amint azt számos korábbi tanulmány is kimutatta ⁽²⁹⁾, a nanotechnológia lehetővé teszi objektumok előállítását, mozgását és áthelyezését, ugyanakkor versenyképes feldolgozási és gyártási költségekkel járó megelőző technológiai megközelítés.

6.14 Hosszú távon a tudomány képes lesz nanoobjektumok összeillesztésére szolgáló műszereket előállítani, hogy így összetett rendszereket lehessen kialakítani, amelyek olyan funkciók elvégzésére képesek, amelyekre az egyes alkotórészek külön-külön nem. Ez a végső cél, amelynek a piacon való megjelenési idejét ma még nehéz megjósolni, ám a megfelelő támogatási eszközök igénybe vételével akkor is törekedni kell rá.

6.15 Mára már számos „intelligens” anyagot ⁽³⁰⁾ sikerült előállítani, amelyek a fogyasztók számára is elérhetőek:

- nagy tartósságú anyagok a gépjármű- és a repülési iparágak számára,
- nagy hatékonyságú kenőanyagok,
- súrlódáscsökkentő nanorészecskék,
- mechanikai alkatrészek felszínének megmunkálása,
- rendkívül apró tárolóeszközök *Intelligent Stick* néven, 1 000 MB ⁽³¹⁾ tárhatalommal,
- hajlékony CD-k, amelyek több mint 20 órányi zenét képesek tárolni,
- öntisztító textil-, kerámia- és üvegfelületek ⁽³²⁾,
- elektromosan állítható átlátszóságú üveg,
- hőálló üveg, amely rendkívül magas hőmérsékletet is elvisel,
- karcolás- és rozsdamentes nanoszerkezetű fémlemez,
- diagnosztikai rendszerek,

⁽²⁹⁾ Európai Bizottság, Kutatási Főigazgatóság

⁽³⁰⁾ Ezek olyan nanoszerkezetű felületek, amelyek a hagyományos felületekhez képest különböző tulajdonságokkal rendelkeznek.

⁽³¹⁾ Rendkívül hasznos eszközök, amelyek óriási mennyiségű adat, fénykép vagy zene tárolására képesek.

⁽³²⁾ A felületek – különleges típusú atomokkal feldúsított – egyedi szerkezete úgy van kiképezve, hogy a por és piszok nem tud közvetlen kapcsolatba kerülni a textil, kerámia vagy üveg anyagával.

– különleges festékek falak és épületek védelmére,

– graffiti elleni védőbevonatok falakra, vasúti kocsikra és egyéb tárgyakra.

6.15.1 A fentiekén kívül is számos új alkalmazás van már közhasználatban, vagy már a végső simítások szakaszában, és válik hamarosan mindennapi életünk részévé. Ezek haladást, sőt, forradalmat jelentenek a „domotika” ⁽³³⁾ területén, és jelentősen hozzájárulnak a polgárok életminőségének javításához.

6.16 A biomimetikának, az elektronikai áramkörök és a biológiai szövetek összekapcsolásával foglalkozó tudományágnak köszönhetően a közeljövőben lehetségessé válik a hallásérültek hallásának és a látásérültek látásának helyreállítása.

6.16.1 Számos mikromotorfajtát ⁽³⁴⁾ sikerült már laboratóriumban előállítani. Ezek képesek eljutni egy előre meghatározott célponthoz, mint például egy fertőzött sejthez, amelyet meg kell semmisíteni, hogy más sejteket meg ne fertőzhessen. Jelenleg azonban a beteg sejteken végzett beavatkozások az egészséges sejtekre is kihatnak, így gyakran jelentős szervi károkat okoznak.

6.16.2 A technika tudományos alkalmazásai ma már számos olyan konkrét eredménnyel büszkélkedhetnek, amelyek közvetlenül alkalmazhatóak a mindennapi életben, bár ezek költségei sajnos még mindig túl magasak. Ahhoz, hogy megfizethetőek legyenek, ezekről az új lehetőségekről szóló ismereteknek mélyen gyökeret kell verniük a köztudatban, hogy felválthassák a többi megrögződött eljárást és szokást, amelyek leggyakrabban inkább csak hátráltatják és akadályozzák a változást.

6.17 A hagyományos textil-, ruha- és cipőipari ágazat uniószerre válságban van, főként az olyan országokból származó termékekkel való verseny miatt, amelyek nem tartják be az alapvető munkaügyi normákat, valamint nem veszik figyelembe sem a környezetvédelmi költségeket, sem a munkahelyi egészség- és balesetvédelmi óvintézkedéseket.

6.17.1 Az intelligens, illetve technikai textíliák, főként azok, amelyeket nanoporok segítségével terveztek, számos európai országban terjedőben vannak, és évente mintegy 30 %-os növekedést mutatnak. Különösen fontosak ezek között azok a textíliák, amelyeket a biztonság növelésére terveztek mindenféle szempontból: a közúti biztonságtól kezdve egészen a környezetszennyezés, a vegyi anyagok, az allergén termékek, a légköri anyagok stb. elleni védelemig ⁽³⁵⁾.

⁽³³⁾ A latin *domus* szóból eredő domotika az otthonfejlesztés mindenféle szempontjával foglalkozó tudomány.

⁽³⁴⁾ A Grenoble-i Egyetemen már számos típusú, kinezin alapú mikromotorral végeztek kísérletet.

⁽³⁵⁾ Lásd az EGSZB 967/2004 sz. véleményét, (HL. C 302, 2004. december 7.) valamint a genti és a bergamói egyetem által elvégzett tanulmányokat (textilipar).

6.18 A nanotechnológia a gyógyszerészetet is forradalmasítja, különösen ami a komoly daganatok és az öregkorra jellemző idegsorvadásos betegségek korai felismerését és kezelését illeti. A különlegesen kialakított nanorészecskék jelölőként szolgálhatnak a fertőző anyagok vagy az elváltozás jellegének igen hatékony megállapításában, illetve irányt mutathatnak az olyan gyógyszerek számára, amelyeket az erősen lokalizált betegségek által megtámadott területekre vagy szervekhez kell eljuttatni. Az effajta rendszereket már használják különféle kísérletekben.

7. Külön megjegyzések

7.1 Az új anyagok nanotechnológiai megközelítése új funkciók létrehozását jelenti nanoméretű alkatrészek felhasználásával. Erre jó példát jelentenek a tartós és hatékony anyagok gyártási és feldolgozási technológiái a gépjármű- és a repülési iparágakban, amely területeken Európa előnyösebb helyzetben van, mint fő versenytársai. Már meggyőző módon sikerült kimutatni, hogy a nanoszerkezetű rendszerek jelentősen csökkenthetik két érintkező felület között a súrlódást, ezáltal csökken a kopás is.

7.1.1 A nanoszerkezetű anyagoknak és felületeknek a súrlódás és a kopás csökkentése céljából való kifejlesztése csupán egy a nanotechnológia számos különféle kereskedelmi alkalmazásai közül. Ezek a rendszerek kulcsszerepet játszanak az új, nagy hatékonyságú, ugyanakkor a környezetre alacsony befolyással bíró ipari folyamatokban. A világ energiafelhasználásának megközelítőleg 25 %-a vész kárba a súrlódás miatt⁽³⁶⁾, a mechanikai alkatrészek kopása által okozott veszteségek pedig egy ipari ország GDP-jének 1,3–1,6 %-át teszik ki. A súrlódási, kopási és kenési problémákkal kapcsolatos költségek mintegy 350 milliárd euróra becsülhetők, ezek az alábbi ágazatok között a következőképpen oszlanak meg: szárazföldi közlekedés (46,6 %), ipari folyamatok (33 %), energiaszolgáltatás (6,8 %), repülés (2,8 %), háztartási fogyasztás (0,5 %), egyéb (10,3 %)⁽³⁷⁾.

7.1.2 Új technológiai fórumokat kell tehát létesíteni olyan megközelítések alapján, amelyek figyelembe veszik a nanotechnológiák egyedi jellemzőit, különösen azt a tényt, hogy a funkció és a méret szorosan összefügg, azaz ha szabályozni tudjuk a méretet, akkor szabályozni tudjuk a funkciót is. **Vegyük a kenés példáját: ha megfelelő kiterjedésű nanoméretű részecskéket építünk be egy felületbe, akkor nincs szükség többé kenésre, mivel ezt a funkciót a nanorészecskék töltik be, méreteiknek köszönhetően.**

⁽³⁶⁾ Forrás: Oakridge-i Nemzeti Laboratórium, Amerikai Egyesült Államok.

⁽³⁷⁾ U.o.

7.1.3 A nanoméretű összetevőkből álló nanoszerkezetű anyagok és bevonatok jelentősen csökkenthetik a fenti százalékarányokat. Például egy gépkocsi sebességváltójának szerkezetében a súrlódási együttható 20 %-os csökkenése 0,64–0,80 %-kal csökkentheti az energiavesztést, amely csupán a szállítói-parban évi 26 milliárd € megtakarítást jelent.

7.1.4 A felületek vezérlése és megmunkálása kulcsfontosságú technológiát jelent a fenntartható növekedés szempontjából. A brit Kereskedelmi és Ipari Minisztérium jelentést készített a felületmegmunkálási iparág helyzetéről az 1995–2005-ös időszakra és 2010-re vonatkozóan⁽³⁸⁾. A jelentés kimutatja, hogy 1995-ben a felületmódosítási folyamatok angol piaca összesen megközelítőleg 15 milliárd eurót ért – ez mintegy 150 milliárd € értékű árucikk gyártását eredményezte –, ebből 7 milliárd euró a felületek kopás elleni védelmével kapcsolatos technológiák kifejlesztésével volt összefüggésben. 2005-ös előrejelzés szerint Nagy-Britanniában ennek az ágazatnak a piaci értéke 32 milliárd € lesz, melyhez körülbelül 215 milliárd € értékű ipari folyamatok kapcsolódnak.

7.1.5 Ezeket a számadatokat az európai piacra vetítve az eredmény: 240 milliárd € értékű felületmegmunkálás, amelynek kihatása a többi gyártási ágazatra mintegy 1,6 billió eurót tesz ki.

7.2 Ahhoz, hogy hasznot lehessen húzni a nanotechnológiából⁽³⁹⁾, az ipari fejlesztéseket a hagyományos („top-down”, felülről lefelé haladó) gyártási folyamatok és technológiák, illetve az új nanoméretű összetevők már meglévő vagy új fórumokon történő előállítására, mozgatására és beépítésére képes innovatív folyamatok békés egymás mellett élésének képességre kell alapozni.

7.2.1 Az irányításon alapuló megközelítés alapvető fontosságú. A fogyasztók érdekében hozott általános kezdeményezéseken kívül, másokat is ki kell fejleszteni az iparszövetségeket, a helyi közigazgatási szerveket és a nonprofit szervezeteket célba véve, hogy ezáltal a teljes gazdasági, politikai és szociális szférát felöleljék az ilyen intézkedések. A kompetenciaközpontok ebben fontos szerepet játszhatnak⁽⁴⁰⁾: ezek adhatják az alapot a helyi és közösségi szintű kezdeményezések nagyobb koordinációjához és a nanotechnológiai innováció számára kedvező légkör biztosításához. Ebben a kontextusban a nanotechnológiák egészségügyi és környezeti hatásainak felméréséhez is intézkedésekre van szükség, összekapcsolva az uniós (fentről lefelé haladó) kezdeményezéseket más, helyileg meghatározott és támogatott (alulról felfelé haladó) kezdeményezésekkel.

⁽³⁸⁾ A. Matthews, R. Artley és P. Holiday: 2005 ismét: a brit felületmegmunkálási iparág 2010-ig. NASURF, Dera, 1998.

⁽³⁹⁾ Megjegyzés: Nem beszélhetünk nanotechnológiai ipari fejlesztésről, hanem csak a nanotechnológiából hasznot húzó fejlesztésről.

⁽⁴⁰⁾ Vö. pl. a Servitec nevű technológiai pólusban-végzett kísérletet (Dalmine, Bergamo).

7.3 Az Európai Gazdasági és Szociális Bizottság tisztában van azzal, és nem győzi eléggé hangsúlyozni, mekkora lehetőség rejlik a nanotudomány és a nanotechnológia fejlesztésében a lisszaboni stratégia végrehajtását tekintve. A tudományos alapelvek nanoméretű anyagi egységeken alapuló megközelítéssel történő egyesítése új alapokra helyezi a tudás, az innováció, a technológia és a fejlődés összeolvadását.

7.4 A hatodik keretprogram erőfeszítései ellenére az európai szintű koordináció még mindig eléggé széttöredezett. Úgy tűnik, hogy a hangsúly az erőforrások felhasználásának ésszerűsítésén van. Az alap kutatás és az új ipari folyamatok fejlesztése erős támogatást élvez ugyan, az olyan kezdeményezések mögött azonban hiányzik az irányítás és a támogatás, amelyek valódi haladást gerjeszthetnének a tömeggyártási technológiákban. Az ezen a területen megvalósítandó európai irányításra irányuló törekvések még ennél is jobban gyerekcipőben járnak.

7.5 A tagállamokban alapvető lenne a valódi koordináció, azonban ez mindeddig hiányzott, különösen a kutatási eredmények alkalmazását illetően. Számos európai országban a vállalkozásoknak, különösen a KKV-knak az alábbi nehézségekkel kell szembenézniük:

- hiányzik az alapvető nanotudományos és nanotechnológiai tudás,
- nincsenek a vállalkozások igényeinek megfelelő szakemberek,
- az új technológiák technológiai és piaci folyamatokra vetített hatásainak felbecsülésére nincs mód,
- nanoszerkezetű nyersanyagokat nehéz találni és kiértékelni,
- nem tudják a nanotechnológiai folyamatokat beilleszteni a hagyományos gyártási folyamatokba,
- nehéz a nanotermékek piacának kialakulását felbecsülni,
- kevés az egyetemekkel és innovációs központokkal fenntartott kapcsolat.

7.6 Az EGSZB úgy véli, hogy nagyon fontos a kutatást hasznos rendszerek kidolgozására fordítani a közegészségügy és a mindennapi élet terén, mindeközben nem veszítve szem elől a mimézis, azaz a természet utánzásának elvét.

7.7 Az EGSZB örömmel fogadja a „Nanoforum” hálózat létrejöttét⁽⁴¹⁾, és reméli, hogy a hálózat kiadványait lefordítják, és minden tagállamban terjesztik. Amennyire csak lehetséges, a kiadványokban használt nyelvezetnek egyszerűnek és széles körben érthetőnek kell lennie. Az egyetemeknek és a kutatóközpontoknak fel kell tudniuk használni a fórum eredményeit.

7.7.1 Az EGSZB-nek meggyőződése továbbá, hogy a magas szintű csoport⁽⁴²⁾ által javasolt „európai nanoelektronikai technológiai fórum”, még sikeresebb lehet, ha az Európai Bizottsággal szorosan együttműködve el tudja kerülni a szükségtelen és költséges kutatási átfedéseket.

7.8 Az EGSZB-nek ezenkívül az a véleménye, hogy 2008-ra az EU-nak ezekben az ágazatokban a jelenlegi évi 3 milliárd €-ről évi 8 milliárd €-ra kellene növelnie befektetéseit, az Európai Bizottságnak pedig rendszeres időközönként ellenőriznie kellene:

- a piaci kvóták emelkedését,
- a kutatásba fektetett állami és magántőkét,
- a nanotechnológiai témával foglalkozó hallgatók számának emelkedését.

8. Következtetések

8.1 Az EGSZB teljes mértékben egyetért a 2004. szeptember 24-i a versenyképességről szóló tanácsülés következtetéseivel a nanotudomány és a nanotechnológia fontos szerepét és lehetőségeit illetően. A mindmáig elért eredmények azt sugallják, hogy fontos a szaktudást csiszolni és olyan műszereket készíteni, amelyek lehetővé teszik az atomi szintű beavatkozásokat, hogy új struktúrákat lehessen létrehozni, és a meglévőknél módosítani lehessen a tulajdonságait.

8.2 Ebben a tekintetben az EGSZB **egy közös, integrált, felelős, európai szintű stratégia azonnali elindítását** javasolja, amely különösen a kutatási és technológiafejlesztési közös erőfeszítések fejlesztésére, valamint a tudományos és technológiai képzésekre és bemutatókra; az ipar és a tudományos körök közötti együttműködésre; az ipari és a több ágazatot átfogó alkalmazások gyorsított fejlesztésére; valamint a politikák, intézkedések, struktúrák és hálózatok nagyobb európai „nyílt koordinációjára” összpontosít. A stratégia részeként nemzetközi szinten is a kezdetektől fogva különleges erőfeszítésre van szükség az etikai, környezetvédelmi, egészségi és biztonsági érdekek védelme érdekében a tudományos alkalmazások teljes élettartama alatt, valamint a megfelelő technikai szabványok kialakítása érdekében.

⁽⁴¹⁾ A Nanoforum hálózat tagjai: az Institute of Nanotechnology (Nagy-Britannia), amely a koordinátor feladatát tölti be; az UDI Technologiezentrum (Németország); a CEA-LETI (Franciaország); a CMP Científica (Spanyolország); a Nordic Nanotech (Dánia); valamint a Malsch Techno Valutation (Hollandia).
<http://www.nanoforum.org>.

⁽⁴²⁾ Vö. az előző lágjegyzettel: „Vision 2020” jelentés, megjelent 2004. június 29-én.

8.3 Az EGSZB hangsúlyozza, hogy ennek a **stratégiának szervesen kapcsolódnia kell a társadalom fejlődéséhez**, és nem csupán az európai gazdaság versenyképességéhez kell pozitívan hozzájárulnia, hanem mindennekfelett az emberek egészségéhez, a környezethez és a biztonsághoz, az életminőséget már nem is említve.

8.3.1 Ebben a tekintetben az EGSZB kiemeli, mennyire fontos **kezdetől fogva** garantálni a nanotechnológia **felelős és fenntartható fejlődését**, hogy eleget lehessen tenni a civil társadalom jogos elvárásainak környezetvédelmi, egészségügyi, etikai, ipari és gazdasági szempontból.

8.3.2 Az EGSZB **az alapkutatások számára elkülönített erőforrások jelentős mértékű emelését** javasolja, minthogy a technológiai és ipari kiválóság mindig tudományos kiválóságon alapszik.

8.3.3 A Barcelonában kitűzött 3 %-os célt ⁽⁴³⁾ úgy kellene elérni, hogy a pénzeszközök megfelelő részét a nanotudományokra, azok alkalmazásainak fejlesztésére, valamint a nano-, a bio-, az információs és a tudásalapú technológiák közelítésére fordítjuk.

8.3.4 A Közösség **2007–2013-as időszakra vonatkozó pénzügyi kilátásait** – melyet nemrégiben adott ki az Európai Bizottság – át kell értékelni, és új formába kell önteni az új nanotechnológiai forradalom által felvetett kihívásoknak a fényében.

8.3.5 Az alapok várható emelésének megfelelő pénzügyi támogatásban is meg kell nyilvánulnia az elkövetkező hetedik keretprogramon belül. A számadatokat a más országokban, például az Egyesült Államokban erre a célra elkülönített összegekre hivatkozva kell megállapítani.

8.4 Az EGSZB meg van győződve arról, hogy Európának **magas szintű akciótervet kell útjára bocsátania határozott útiránnyal és menetrenddel, valamint integrált megközelítéssel**, amely konszenzust keres a civil társadalom összes résztvevőjével ahhoz, hogy **közös elképzelés** alakulhasson ki. Ennek az elképzelésnek világos és átlátható célkitűzéseket kell tartalmaznia a gazdasági és szociális haladás, a magasabb életminőség és a polgárok biztonsági és egészségügyi szükségleteinek kielégítésére.

8.5 Az EGSZB úgy véli, hogy **magas kritikus tömegű és magas európai értékűvel rendelkező technológiai platformokat** kell létrehozni, amelyek összehozzák a tudomány, az ipar, a pénzügy és a közigazgatás állami és magánrésztvevőit, akik az egyes alkalmazási területeken tevékenykednek.

8.6 Az EGSZB ismételten hangsúlyozza, hogy sürgősen szükség van **magas szintű európai infrastruktúrák létrehozására és a kompetenciaközpontok (KK-k)** megerősítésére. Ezeknek a helyét és szakterületét az európai és a helyi szervek közötti szoros együttműködés alapján határoznák meg, hogy ki

lehessen választani azokat a helyi termékekre szakosodott homogén iparterületeket, ahol már valószínűleg jó ideje jelentős kritikus tömegű kutatás és fejlesztés folyik.

8.6.1 A KK-knak képeseknek kell lenni arra, hogy nanotechnológiai alkalmazási és innovációs célú minőségi kutatómunkát végezzenek és ültessenek át a gyakorlatba, különösen a nanoelektronika, a nanobiotechnológia és a nanogyógyszerészet területén.

8.7 A kutatóknak biztosnak kell lenniük, hogy szellemi tulajdonuk védett, különösen egy ilyen érzékeny területen. Az EGSZB úgy véli, hogy a szabadalmazási kérdés világos és kielégítő módon történő megoldása elsődleges fontosságú a nanotechnológiai alkalmazott kutatás sikerének biztosítása érdekében. Késlekedés nélkül **meg kell alakítani az európai-szintű „Nano-IPR helpdesk”-et**, amely a kutatók, a vállalkozások és a kutatóközpontok igényeinek kielégítésére szolgál.

8.8 Az Európai Bizottságnak – a tagállamokkal összhangban – fokozottabb erőfeszítéseket kell tennie, és támogatnia kell a mélyreható kutatásokat az egyetemeken és a kutatóközpontokban, hogy elérje, hogy a szabadalmazási folyamat kivitelezhető legyen, magától értetődő és költségkímélő eljárásokkal, különösen egy ennyire innovatív ágazatban.

8.8.1 Ami a nemzetközi együttműködést illeti, a biztonsággal és a mérések és folyamatok szabványosításával kapcsolatos munkát fokozni kell EU-n kívüli országok bevonásával. Különös figyelmet kell szentelni Kínának, amely jelentős összegeket fektet be a nanotechnológiába. Az Egyesült Államok és Japán eközben igen agresszív politikát folytat ezen a téren (vegyük például a Kína és Kalifornia állam közötti egyezményt a biomedikai nanotechnológiák számára kifejlesztett kiválósági központokról).

8.8.2 Az EGSZB úgy véli, hogy további erőfeszítéseket kell tenni – különösen a 2003 decemberében indult **európai növekedési kezdeményezésen** keresztül – annak érdekében, hogy az EU-ban **növekedjen a nanotechnológiával foglalkozó cégek száma**. Evégett az egyetemek, a **nanotechnológiai innovációs központok** és a cégek közötti kapcsolatokat folyamatosan ösztönözni és javítani kell.

8.8.3 Szükség van a nanotechnológia-alapú ipari folyamatok (a nanotechnológiától egészen a nanogyártásig) fejlesztését célzó intézkedésekre is, kis cégek és nagyvállalatok számára egyaránt. Az Egyesült Államok a szövetségi programokhoz – mint például a „Small Business Innovation Research Program” (Kisvállalkozások innovációs kutatási programja) és a „Small Business Technology Transfer Research Program” (Kisvállalkozások technológia-átviteli kutatási programja) – egy használatba vételi tervet dolgozott ki, melynek célja a szerteágazó nanotechnológiai fejlesztés előmozdítása a vállalkozói szférában mindenütt, a kisvállalkozásokat is beleértve. Európának ebben követnie kellene Amerika példáját.

⁽⁴³⁾ Az európai GDP 3 %-át a közzféra (mind tagállami, mind közösségi szinten) és különösen az ipar, kutatásra és fejlesztésre kell, hogy fordítsa.

8.8.4 Az iparszövetségek ebben mind országos, mind pedig helyi szinten fontos szerepet játszhatnak. A Kutatási és a Vállalkozási Főigazgatóság együtt támogathatna számos **mélyreható figyelemfelkeltő kampányt a gazdasági és szociális résztvevők bevonásával** a Triesztben ⁽⁴⁴⁾ kidolgozott pozitív tapasztalatok alapján.

8.8.5 Az EGSZB szerint az európai központi információs iroda ⁽⁴⁵⁾ létrehozása nagyon fontos mechanizmust jelentene az alábbiak megkönnyítésére:

- a nanotechnológia kereskedelmi oldalának kiépítése, valamint a technológia és az új elképzelések átültetése kereskedelmi és hadászati termékekbe,
- az egyetemeken, valamint az állami és magánlaboratóriumokban legjobban bevált gyakorlatok terjesztése azzal a céllal, hogy a kereskedelembe át lehessen ültetni.

8.9 Az európai fórumok mellett és ezekkel együttműködésben számos, az ENSZ-országok számára is nyitott **világméretű fórumot** is létesíteni kell, amelyeknek az **alábbi problémákkal** kellene foglalkozniuk:

- szabadalmak,
- etikai szabályok,
- társadalmi konszenzus,
- környezeti szempontok,
- fenntartható fejlődés,
- fogyasztói biztonság.

8.10 Az **Európai Beruházási Banknak (EBB)** – különösen az Európai Beruházási Alap (EBA) konkrét támogatásával – olyan egyszerűsített hitellehetőségeket kell kialakítania a hitelintézetek, a vállalati hitelekre szakosodott regionális pénzügyi szervek, a kockázattőke-társaságok és a garanciaszövetkezetek együttes irányításával, melyeknek célja a kimondottan nanotechnológiai termékek gyártásával foglalkozó cégek alapításának és növekedésének elősegítése.

8.10.1 Az olyan, pozitív eredményeket hozó kísérletek, mint a **Növekedés és környezet program** (amely főleg a környezetvédelmi ágazatban aratott nagy sikert) nyomán hasonló kezdeményezésekkel lehetne élni a nanotechnológia-alapú ⁽⁴⁶⁾ új termékek fokozott gyártásának ösztönzésére.

8.11 A kutatást és a kutatási eredmények termékekben történő felhasználását a polgárok és a fenntartható fejlődés igényeinek megfelelő irányba kell terelni. Ebben a kontextusban a **nanotechnológiák egészségügyi és környezeti hatásainak felméréséhez** intézkedésekre van szükség, összekapcsolva az uniós (fentről lefelé haladó) kezdeményezéseket más, helyileg meghatározott és támogatott (alulról felfelé haladó) kezdeményezésekkel.

8.12 Folyamatos és tudományosan megalapozott **párbeszédet kell folytatni a lakossággal**. Az új technológiáknak, amelyek az atomok felhasználásából nőttek ki, átláthatóknak kell lenniük, és biztosítaniuk kell a lakosság számára, hogy nem tartalmaznak rejtett veszélyforrást sem az egészségre, sem a környezetre nézve. A történelem arra tanított, hogy az új termékekkel kapcsolatos félelmet és aggodalmat sokkal inkább a tudatlanság, mintsem a valóság okozza.

8.12.1 Ez az egyik oka annak, amiért az EGSZB folyamatos és szoros kapcsolatot remél a kutatási eredmények és az általánosan elismert **etikai elvek** között, amelyhez **nemzetközi párbeszédre** lesz szükség.

8.13 Minthogy a technológiai fórumok ⁽⁴⁷⁾ még kialakulófélben vannak, különös **figyelmet kell szentelni az Európai Unió új tagállamainak**: biztosítani kell, hogy megfelelő számban képviselthessék magukat, és hogy szoros kapcsolatban állhassanak az európai kiválósági központokkal.

8.14 Az EGSZB úgy véli, hogy a nanotudomány óriási területén végzett kutatás koordinálása – noha az alap kutatásnak az erre a célra megteremtendő független Európai Kutatási Tanács (European Research Council) irányítása alá kell kerülnie – továbbra is az Európai Bizottság feladata kell, hogy legyen, amely a Parlament és a Tanács egyetértésével a lehető legnagyobb hozzáadott értéket garantálhatná az európai polgárok számára, beleértve a kutatási eredmények szélesebb körű, mélyebbre ható és objektívebb felhasználását.

8.15 Az EGSZB arra szeretné kérni az Európai Bizottságot, hogy kétévenként készítsen számára jelentést a nanotechnológia fejlődéséről, hogy az elfogadott akcióterv előrehaladottságát ellenőrizni lehessen, illetve esetleges módosításokat és időszaki kiigazításokat lehessen benne elvégezni.

Brüsszel, 2004. december 15.

Az Európai Gazdasági és Szociális Bizottság

Elnöke

Anne-Marie SIGMUND

⁽⁴⁴⁾ A 2003-as trieszti Nanoforum, amelyen több mint ezren vettek részt.

⁽⁴⁵⁾ Lásd a 2003. decemberi amerikai nanotechnológiai törvényt.

⁽⁴⁶⁾ A „Növekedés és környezet” program, melyet az Európai Befektetési Alap különböző európai pénzintézetekkel közösen irányít társfinanszírozással és kedvezményes hitelekkel hozzájárult a mikro-, kis és közepes vállalkozások környezetvédelmi szempontból történő fejlesztéséhez.

⁽⁴⁷⁾ Lásd a 6.3. pontot.