



KOMISJA WSPÓLNOT EUROPEJSKICH

Bruksela, dnia 12.5.2004
COM(2004) 338 końcowy

KOMUNIKAT KOMISJI

Ku europejskiej strategii dla nanotechnologii

SPIS TREŚCI

Streszczenie	3
1. Wstęp.....	4
1.1. Co to jest nanotechnologia?	4
1.2. Dlaczego nanotechnologia jest tak ważna?	4
1.3. Jakie podejście zagwarantuje bezpieczeństwo nanotechnologii?	6
2. Ogólnoświatowe finansowanie i działalność w zakresie R&D w nanotechnologii	7
2.1. R&D w nanotechnologii w krajach trzecich	7
2.2. R&D w nanotechnologii w Europie	8
3. Na drodze ku nieskończonej małej: Pięć czynników dynamiki stymulujących postęp	10
3.1. Prace badawczo-rozwojowe: nabieranie impetu	10
3.2. Infrastruktura: Europejskie “Bieguny doskonałości”	14
3.3. Inwestycje w kadry	16
3.4. Innowacje przemysłowe, od wiedzy do technologii	18
3.5. Integracja wymiaru społecznego	22
4. Zdrowie publiczne, bezpieczeństwo, ochrona konsumentów i środowiska naturalnego	24
5. Następny krok: współpraca międzynarodowa	25
Załącznik: Szacunki nakładów publicznych na nanotechnologię	27

STRESZCZENIE

Nanonauki i nanotechnologie to nowa perspektywa badawczo-rozwojowa (R&D) zmierzająca do sterowania fundamentalną strukturą zachowania materii na poziomie atomów i molekuł. Dziedziny te otwierają możliwości zrozumienia nowych zjawisk i wytwarzania nowych właściwości, które można pożytkować w skali mikro i makro. Zastosowania nanotechnologii właśnie się ujawniają i wywrą wpływ na życie wszystkich obywateli.

W ciągu ubiegłego dziesięciolecia Unia Europejska (UE) ustanowiła mocną bazę wiedzy w zakresie nanonauk. Nasza zdolność do utrzymania tej pozycji jest wątpliwa, ponieważ UE inwestuje proporcjonalnie mniej niż jej główni konkurenci i brak jej światowej klasy infrastruktury ("bieguny doskonałości"), która składa się na niezbędną masę krytyczną. Dzieje się tak pomimo faktu, że inwestycje w krajowe programy UE rosną gwałtownie, choć niezależnie od siebie.

Europejską doskonałość w zakresie nanonauk trzeba wreszcie przełożyć na komercyjnie rentowne produkty i procesy. Nanotechnologia jawi się jako jedna z najbardziej obiecujących i gwałtownie rozwijających się dziedzin R&D, która dostarcza nowych bodźców na rzecz osiągania dynamicznych, opartych na wiedzy celów procesu lizbońskiego. Zasadniczo ważne jest jednakże stworzenie środowiska sprzyjającego innowacjom, w szczególności dla małych i średnich przedsiębiorstw (MSP).

Nanotechnologię trzeba rozwijać w bezpieczny i odpowiedzialny sposób. Należy przestrzegać zasad etycznych i poddawać naukowej analizie potencjalne zagrożenia dla zdrowia, bezpieczeństwa oraz środowiska naturalnego, także w celu przygotowania ewentualnych przepisów i prawodawstwa. Należy badać i brać pod uwagę skutki społeczne. Dialog społeczny ma zasadnicze znaczenie dla koncentracji na sprawach budzących rzeczywiste obawy, raczej niż na scenariuszach "science fiction".

W niniejszym Komunikacie proponuje się pewne działania w ramach zintegrowanego podejścia mającego na celu utrzymanie i wzmocnienie europejskiego R&D w zakresie nanonauk i nanotechnologii. Uwzględni on zagadnienia ważne dla zapewnienia tworzenia i wykorzystania z pożytkiem dla społeczeństwa wiedzy generowanej za pośrednictwem R&D. Nadszedł już czas rozpoczęcia debaty na szczeblu instytucjonalnym, prowadzącej do spójnego działania na rzecz:

- zwiększenia nakładów na prace badawczo-rozwojowe (R&D) i ich koordynacji w celu wzmocnienia przemysłowego wykorzystania nanotechnologii przy równoczesnym utrzymaniu naukowej doskonałości i konkurencyjności;
- budowy światowej klasy, konkurencyjnej struktury R&D ("bieguny doskonałości") z uwzględnieniem potrzeb zarówno przemysłu, jak i instytucji naukowo-badawczych;
- promocji interdyscyplinarnej edukacji i szkolenia personelu naukowo-badawczego wraz ze wzmocnieniem postaw sprzyjających przedsiębiorczości;

- zapewnienia korzystnych warunków dla transferu technologii i innowacji, aby zapewnić przekładanie się europejskiej doskonałości R&D na produkty i procesy generujące dobrobyt;
- integracji uwarunkowań społecznych w proces R&D na wczesnym etapie;
- bezpośredniego zajęcia się wszelkimi potencjalnymi zagrożeniami dla zdrowia, bezpieczeństwa, środowiska naturalnego oraz konsumentów poprzez generowanie danych potrzebnych do analizy ryzyka, integrowanie analizy ryzyka w każdy etap cyklu życiowego produktów opartych na nanotechnologii oraz przystosowanie obecnych oraz, w razie potrzeby, opracowanie nowych metodologii;
- uzupełniania powyższych działań poprzez właściwą współpracę i inicjatywy na szczeblu międzynarodowym.

Opisane w niniejszym komunikacie działania są także zgodne z postanowieniami Rady Europejskiej z Lizbony 2000, deklarującymi wolę budowania dynamicznej gospodarki i społeczeństwa opartych na wiedzy, z Gothenburga 2001, zmierzającymi ku stałemu rozwojowi, oraz z Barcelony 2002, zakładającymi wydatkowanie 3% PKB na finansowanie badań¹. Komunikat przyczynia się także do budowania Europejskiego Obszaru Badawczego (European Research Area, ERA)² i wyciąga z nich korzyści.

1. WSTĘP

1.1. Co to jest nanotechnologia?

Przedrostek “nano”, pochodzący od greckiego słowa “karzeł”, w nauce i technologii oznacza 10^{-9} , czyli jedną miliardową część (= 0,000000001). Jeden nanometr (nm) to jedna miliardowa część metra, dziesiątki tysięcy razy mniejsza od grubości ludzkiego włosa. Termin “nanotechnologia” używany tu będzie w znaczeniu zbiorczym, obejmującym różne gałęzie nanonauki i nanotechnologii.

Konceptualnie nanotechnologia odnosi się do nauki i technologii w nano-skali atomów i cząsteczek oraz do tych zasad naukowych i nowych właściwości, które można zrozumieć i opanować działając w tej dziedzinie. Właściwości te można obserwować i wykorzystywać w skali mikro lub makro, na przykład do budowy materiałów i urządzeń o nowych funkcjach i osiąгах.

1.2. Dlaczego nanotechnologia jest tak ważna?

O nanonauce często mówi się “horyzontalna”, “kluczowa”, lub “umożliwiająca”, ponieważ może przenikać dosłownie wszystkie sektory techniki. Często wiąże różne obszary nauki i stosuje podejście interdyscyplinarne lub “konwergencyjne”

¹ Wnioski z tych prezydencji można ściągnąć ze strony <http://ue.eu.int/en/Info/eurocouncil/index.htm>

² “The European Research Area: Providing new momentum - Strengthening - Reorienting - Opening up new perspectives” [“Europejski Obszar Badawczy: Nabieranie nowego impetu - Wzmocnienie – Reorientacja – Otwieranie nowych perspektyw”] COM (2002) 565 wersja ostateczna

oczekując, że doprowadzi ono do innowacji mogących przyczynić się do rozwiązania wielu problemów, wobec których stają dziś społeczeństwa:

- **Zastosowania medyczne**, w tym np. miniaturowe instrumenty diagnostyczne, które wszczepia się, aby wcześniej rozpoznać chorobę. Oparte na nanotechnologii powłoki poprawiają bioaktywność i biokompatybilność implantów. Samoorganizujące się struktury torują drogę nowej generacji inżynierii tkanek i materiałów biomimetycznych, co na dłuższą metę może doprowadzić do przeszczepu syntetycznych organów. Trwają prace nad nowatorskimi systemami wprowadzania leków w chore miejsce, nanocząstki można już także umieszczać w komórkach nowotworowych, aby je leczyć np. podgrzewając.
- **Technologie informatyczne** w tym nośniki danych o bardzo wysokich gęstościach zapisu (np. 1 Terabit/cal²) oraz nowe technologie wyświetlania na elastycznym plastiku. W dłuższej perspektywie realizacja molekularnej lub biomolekularnej nanoelektroniki, spintroniki i komputerów kwantowych może otworzyć nowe horyzonty, wykraczające poza obecną technologię komputerową;
- **Produkcja i magazynowanie energii** mogą skorzystać, na przykład, z nowatorskich komórek paliwowych lub ultralekkich nanostrukturalnych ciał stałych, które mają możliwość wydajnego magazynowania wodoru. Trwają prace nad budową wydajnych i tanich słonecznych komórek fotowoltowych (np. słoneczna “farba”). Przewiduje się oszczędności energii dzięki wynalazkom nanotechnicznym poprawiającym izolację, transport i wydajność oświetlenia.
- **Materiałoznawstwo** oparte na nanotechnologii i jego osiągnięcia sięgają daleko, a ich wpływy obejmą dosłownie wszystkie sektory. Nanocząstki stosuje się już do wzmacniania materiałów lub poprawiania funkcjonalności kosmetyków. Dzięki nanostrukturom można modyfikować powierzchnie, aby były, na przykład, rysoodporne, niewilgnące, czyste lub sterylne. Selekttywne przeszczepianie cząstek organicznych poprzez nanostrukturowanie powierzchni umożliwi zmiany w produkcji biosensorów i molekularnych urządzeń elektronicznych. Będzie można znacznie poprawić osiągi materiałów w warunkach ekstremalnych, co sprzyja postępowi w astronautyce i przemysłach kosmicznych.
- **Produkowanie** w nanoskali wymaga nowego, interdyscyplinarnego podejścia zarówno do badań, jak i procesów produkcyjnych. Istnieją dwa główne sposoby: pierwszy wychodzi od mikrosystemów i miniaturyzuje je (“z góry na dół”), drugi zaś naśladuje naturę w budowaniu struktur od poziomu atomu lub cząsteczki (“z dołu na górę”). Pierwszy z nich można kojarzyć z montażem, drugi z syntezą. Podejście “z dołu na górę” jest jeszcze na wczesnym etapie rozwoju, ale jego potencjalne wpływy są dalekosiężne i mogą całkowicie zmienić dzisiejsze sposoby produkowania.
- **Instrumentacja** do badań właściwości materii w nanoskali już teraz bezpośrednio i pośrednio stymulująco oddziałuje na cały szereg sektorów. Wynalazek skanującego mikroskopu tunelowego był kamieniem milowym na

drodze do nanotechnologii. Także przy opracowywaniu procesów produkcyjnych “z góry na dół” i “z dołu w górę” instrumentacja odgrywa zasadniczą rolę.

- **Badania żywności, wody i środowiska naturalnego** mogą się rozwijać dzięki takim wynalazkom nanotechnologicznym, jak narzędzia do wykrywania i zubożniania obecności drobnoustrojów lub pestycydów. Pochodzenie importowanej żywności można będzie śledzić dzięki nowatorskiemu zminiaturyzowanemu nano-etykietowaniu. Opracowanie opartych na nanotechnologii metod remediacji (np. techniki fotokatalityczne) umożliwi oczyszczanie i naprawianie szkód w stanie środowiska naturalnego oraz usuwanie zanieczyszczeń (np. wody lub gleby).
- **Bezpieczeństwo** poprawi się dzięki np. nowatorskim systemom wykrywania o wysokiej specyficzności, zapewniającym wczesne ostrzeganie przez czynniki biologicznymi lub chemicznymi, docelowo aż do poziomu pojedynczych cząstek. Poprawę ochrony majątku, np. banknotów, umożliwią nano-zawieszki. Trwają także prace nad nowymi technikami szyfrowania przesyłu danych.

Na rynek trafiły już liczne oparte na nanotechnologii wyroby, w tym produkty medyczne (bandaże, zastawki serca, itp.); komponenty elektroniczne, rysoodporne farby, urządzenia sportowe, niegniotące i nieplamiące się tkaniny oraz kremy do opalania. Analitycy oceniają, że rynek na takie wyroby liczy obecnie ok. 2,5 mld €, ale może urosnąć do setek miliardów € do roku 2010, a potem do jednego biliona (10^{12})³.

Wobec perspektywy podwyższenia osiągnięć przy zmniejszeniu liczby surowców, w szczególności poprzez realizację produkowania “z dołu w górę”, nanotechnologia może zmniejszyć ilość odpadów w całym cyklu życiowym wyrobów. Nanotechnologia może przyczynić się do osiągnięcia stałego rozwoju⁴ oraz celów przewidzianych w “Agendzie 21”⁵, a także Planie Działania w Technologii Środowiskowej (Environmental Technology Action Plan, ETAP)⁶.

1.3. Jakie podejście zagwarantuje bezpieczeństwo nanotechnologii?

Zgodnie z Traktatem zastosowanie nanotechnologii będzie musiało sprostać wymogom wysokiego poziomu ochrony zdrowia publicznego, bezpieczeństwa, oraz ochrony konsumentów⁷ i środowiska naturalnego⁸. Dla tej tak gwałtownie

³ Patrz, na przykład, rysunki przedstawione w “New Dimensions for Manufacturing: A UK Strategy for Nanotechnology” DTI (2002) str. 24

⁴ “A Sustainable Europe for a Better World: A European Union Strategy for Sustainable Development” COM(2001) 264. Patrz także: Deklaracja Milenijna ONZ (United Nations Millennium Declaration) (<http://www.un.org/millennium/>)

⁵ Patrz: <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/index.htm>

⁶ Patrz: http://europa.eu.int/comm/research/environment/etap_en.html

⁷ Traktat w art. 152 i art. 153 stanowi, odpowiednio, że “należy zapewnić wysoki poziom ochrony zdrowia ludzkiego [...] przy definiowaniu i wdrażaniu wszelkich zasad polityki i działań Wspólnoty” oraz że “wymogi ochrony konsumentów [...] należy brać pod uwagę przy definiowaniu i wdrażaniu innych zasad polityki i działań Wspólnoty.”

ewoluującej technologii ważne jest rozpoznawanie i rozwiązywanie problemów bezpieczeństwa (rzeczywistych lub domniemanych) na możliwie najwcześniejszym etapie. Do udanego wykorzystywania nanotechnologii potrzeba solidnej podstawy naukowej, aby uzyskać zaufanie konsumenckie i handlowe. Co więcej należy podjąć wszelkie środki dla zapewnienia bezpieczeństwa i higieny pracy.

Zasadniczo ważne jest, aby na te aspekty ryzyka reagować od razu, zawierając je w ramach opracowywania tych technologii od koncepcji i R&D aż po wykorzystanie handlowe, w celu zapewnienia bezpieczeństwa opracowania, produkcji, użytkowania i złomowania produktów nanotechnologii. Nanotechnologia przedstawia nowe wyzwania, także dla analizy i kontroli ryzyka. Ważne jest zatem, aby równolegle z postępem technicznym podejmować R&D właściwe dla zapewnienia ilościowych danych toksykologicznych i ekotoksykologicznych (w tym reakcji ludzi i środowiska naturalnego na określone dawki oraz dane narażenia) do analizy ryzyka oraz, gdzie to niezbędne, korekty procedur analizy ryzyka. Działania względem zdrowia publicznego, środowiska naturalnego, bezpieczeństwa i ochrony konsumentów omówione zostały w dalszej części niniejszego dokumentu.

2. OGÓLNOŚWIATOWE FINANSOWANIE I DZIAŁALNOŚĆ W ZAKRESIE R&D W NANOTECHNOLOGII

Liczne kraje, świadome owego potencjału nanotechnologii, podejmują programy R&D w znacznej i coraz większej mierze finansowane ze środków publicznych. W ostatnim dziesięcioleciu nastąpiła istna eksplozja zainteresowania, a nakłady publiczne wzrosły gwałtownie od ok. 400 milionów € w roku 1997 do ponad 3 miliardów € obecnie. W niniejszym rozdziale przedstawia się finansowane ze środków publicznych inicjatywy w dziedzinie nanotechnologii.

Choć nakładów prywatnych na R&D w nanotechnologii nie można dokładnie określić, szacuje się je na niemal 2 miliardy €, co sugeruje wysokość łącznych globalnych nakładów na R&D w nanotechnologii ok. 5 miliardów €. W tym kontekście ważne jest podkreślenie, że przy 56% łącznych nakładów na R&D finansowanych ze źródeł prywatnych, UE pozostaje w tyle za USA o 66%, a za Japonią o 73%⁹.

2.1. R&D w nanotechnologii w krajach trzecich

Uruchamiając w roku 2000 Narodową Inicjatywę Nanotechnologiczną (National Nanotechnology Initiative, NNI) USA podjęło ambitny program R&D w nanotechnologii i wydatki federalne wzrosły z 220 milionów \$ w roku 2000 do ok. 750 milionów w 2003, przy wniosku budżetowym na 2005 r. na 982 milionów \$. Dodatkowe wsparcie ok. 300 milionami \$ przewidziano w budżetach stanowych.

⁸ Artykuł 174 Traktatu ustanawia między innymi zadania “zabezpieczania, ochrony i poprawy stanu środowiska naturalnego”, “rozważnego i racjonalnego użytkowania zasobów naturalnych” oraz “promocji na szczeblu międzynarodowym środków rozwiązywania regionalnych lub ogólnościowych problemów ekologicznych.”

⁹ Komisja Europejska “Key Figures 2003-2004” (2003)

Swe długofalowe zaangażowanie USA potwierdziło ostatnio przyjmując ustawę o rozwoju nanotechnologii w XXI w. ("21st Century Nanotechnology Development Act"), obejmującą lata 2005-2008, w których pięciu agencjom (NSF, DoE, NASA, NIST, EPA) przydzielono prawie 3,7 mld \$, co do roku 2008 więcej niż podwoi ich obecny poziom finansowania. Warto zauważyć, że wartość ta nie obejmuje wydatków z zakresu obronności (DoD) i innych obszarów, które obecnie stanowią około jednej trzeciej federalnych nakładów na nanotechnologię.

W Japonii uznano nanotechnologię za jeden z głównych priorytetów badawczych w 2001 r. Zapowiedziane poziomy finansowania wzrosły gwałtownie od 400 milionów \$ w 2001 r. do ok. 800 milionów \$ w 2003 r., czym przewyższyły federalne nakłady w USA, a do roku 2004 powinny wzrosnąć jeszcze o 20%. Południowa Korea podjęła ambitny dziesięcioletni program z ok. 2 miliardami \$ nakładów publicznych, Tajwan zaś zadysponował wydanie ok. 600 milionów \$ środków publicznych w ciągu sześciu lat.

Coraz poważniejsze środki angażują w nanotechnologie Chiny, co jest szczególnie znaczące, jeśli zważyć na ich siłę nabywczą. Udział Chin w ogólnoświatowych publikacjach rośnie gwałtownie, za stopą wzrostu 200% w końcu lat 90-tych, i zmniejsza się różnica między nimi a UE i USA. Silną pozycję w nanotechnologii ma Federacja Rosyjska, podobnie jak kilka innych krajów Wspólnoty Niepodległych Państw.

Zainteresowanie nanotechnologią rośnie w wielu innych regionach i krajach, na przykład w Australii, Kanadzie, Indiach, Izraelu, Ameryce Łacińskiej, Malezji, Nowej Zelandii, na Filipinach, w Singapurze, Południowej Afryce i Tajlandii.

2.2. R&D w nanotechnologii w Europie

Europa wcześniej zdała sobie sprawę z potencjału nanotechnologii i wypracowała solidną bazę wiedzy w zakresie nanonauk z udziałem najwybitniejszych umysłów w tej dziedzinie. Kilka krajów podjęło programy badawcze sięgające od połowy po koniec lat 90-tych. W innych krajach, nawet jeśli nie podjęto żadnych szczególnych inicjatyw nanotechnologicznych, odnośne R&D często zawarto w innych programach (np. z biotechnologii, mikrotechnologii, itp.).

Kiedy porównuje się Europę z Japonią i USA, nie ma zdecydowanych "zwycięzców" i "przegranych" w nanotechnologii, choć można zidentyfikować pewne trendy. O sile nanonauk w Europie świadczy fakt, że w latach 1997-1999 udział UE w ogólnoświatowych publikacjach wynosił 32%, w porównaniu do 24% USA i 12% Japonii¹⁰. Wydaje się jednak, że z wiedzy tej nie zawsze korzysta przemysł. Analiza patentów ujawnia, że udział Europy w skali ogólnoświatowej wynosi 36%, podczas gdy udział USA – 42%, co świadczy o słabości przełożenia R&D na zastosowania praktyczne.

Państwa Członkowskie różnią się znacznie pod względem poziomu nakładów publicznych, zarówno w kategoriach bezwzględnych, jak względnych (patrz załącznik). Można szacować, że poziom nakładów środków publicznych na R&D w

¹⁰ The Third European Report on Science & Technology Indicators, Komisja Europejska (2003) http://www.cordis.lu/indicators/third_report.htm

nanotechnologii w Europie wzrósł od ok. 200 milionów € w 1997 r. do obecnego poziomu ok. 1 miliarda €, z którego około dwie trzecie pochodzą z programów krajowych i regionalnych.

W kategorii bezwzględnych nakładów publicznych UE inwestuje znaczne środki finansowe, na poziomie porównywalnym z USA i Japonią. Jednak średni poziom nakładów publicznych *per capita* w 25 krajach UE wynosi 2,4 € na obywatela (2,9 € w 15 krajach “starej” UE) w porównaniu do 3,7 € w USA i 6,2 € w Japonii. Podobnie w odniesieniu do PKB – Europa “25” inwestuje 0,01%, podczas gdy USA 0,01%, a Japonia 0,02%.

Wszystkie 25 krajów UE, z wyjątkiem Irlandii, wykazują obecnie niższy poziom nakładów *per capita* niż USA i Japonia. Należy także brać pod uwagę planowane wzrosty w USA i Japonii, odpowiednio do 5 € na obywatela do roku 2006 w USA i do 8 € w 2004 r. w Japonii. Wygląda więc na to, że rozbieżność pomiędzy UE a jej głównymi konkurentami jeszcze się powiększy.

Jedną z głównych różnic pomiędzy UE a naszymi głównymi konkurentami polega na tym, że w pejzażu europejskiego R&D występuje ryzyko stosunkowego rozproszenia, przy szerokiej gamie zróżnicowanych, gwałtownie ewoluujących programów i źródeł finansowania. Przewidziany 6 Programem Ramowym wkład Wspólnoty w kwocie 350 milionów € w 2003 r. stanowi około jedną trzecią łącznych nakładów na nanotechnologię w Europie.

Programy R&D w nanotechnologii naszych głównych konkurentów charakteryzuje koordynacja oraz/lub centralizacja. W USA, na przykład, ponad dwie trzecie finansowania przydzielono w ramach Krajowej Inicjatywy Nanotechnologicznej (National Nanotechnology Initiative) pod auspicjami programu federalnego. Nie wydaje się, aby UE mogła pozostać konkurencyjna na szczeblu ogólnosiwiatowym bez lepszej koncentracji i koordynacji na szczeblu Wspólnoty.

Badania nanotechnologiczne trwają w krajach przystępujących, które uczestniczą w przedsięwzięciach za pośrednictwem Programów Ramowych UE (FP) na rzecz badań i postępu technicznego. Długą tradycję R&D w nanotechnologii, a także jeden z najwyższych poziomów patentów i publikacji *per capita*, ma Szwajcaria. Nanotechnologiczne programy badawcze ustanowiono także w innych krajach stowarzyszonych z FP6, takich jak Norwegia.

Poprzez Programy Ramowe UE wsparcie uzyskały już liczne programy współpracy naukowo-badawczej i inne inicjatywy. Programy te nadały ważny wymiar europejski poprzez ustanawianie współpracy transnarodowej oraz stymulowanie znacznego wzrostu nakładów krajowych i prywatnych. Podczas gdy już Programy Czwarty (FP4) i Piąty (FP5) sfinansowały znaczną liczbę przedsięwzięć nanotechnologicznych¹¹, dopiero w Programie Szóstym (FP6)¹² nanotechnologię uznano za jeden z głównych priorytetów.

¹¹ Aby uzyskać dodatkowe informacje, patrz: baza danych projektów

<http://www.cordis.lu/fp6/projects.htm>

¹² Patrz: <http://fp6.cordis.lu/fp6/home.cfm>

3. NA DRODZE KU NIESKOŃCZENIE MAŁEMU: PIĘĆ CZYNNIKÓW DYNAMIKI STYMULUJĄCYCH POSTĘP

Na dzisiejszym globalnym rynku wzrost gospodarczy potrzebuje innowacji, co z kolei zależy od badań. Zasadniczym elementem tego procesu jest światowej klasy R&D, ale trzeba wziąć pod uwagę także inne czynniki. W tym kontekście definiuje się następujące pięć czynników dynamiki: R&D, infrastruktura, edukacja i szkolenie, innowacje, oraz wymiar społeczny. W zakresie wszystkich tych wzajemnie zależnych czynników potrzebny jest program synergetycznych działań na szczeblu Wspólnoty, aby spożytkować potencjał Europejskiego Obszaru Badawczego.

Takie zintegrowane podejście do R&D w nanonaukach i nanotechnologii stanowiło jeden z podstawowych wniosków z konferencji “EuroNanoForum2003”¹³ zorganizowanej przez Dyрекcję Generalną ds. Badań Naukowych (DG Research, RTD) w grudniu 2003 r. z udziałem ponad 1000 uczestników z całego świata. Ostatnie inicjatywy Komisji obejmują także warsztat zorganizowany przez Dyрекcję Generalną ds. Zdrowia i Ochrony Konsumentów (DG Health and Consumer Protection, SANCO) w marcu 2004 r. na temat. potencjalnych zagrożeń kojarzonych z nanotechnologią¹⁴. Prace nad innymi inicjatywami, np. mapami drogowymi i prognozowaniem, trwają w DG RTD i Wspólnym Centrum Badawczym (Joint Research Centre, JRC).

3.1. Prace badawczo-rozwojowe: nabieranie impetu

Zważywszy na intelektualne, naukowe i techniczne wyzwania stojące przez nanonaukami i nanotechnologią, zasadnicze znaczenie dla zapewnienia Europy możliwości utrzymania konkurencyjności na dłuższą metę stanowi doskonałość R&D. Pod tym względem zasadniczo ważne jest wspieranie R&D poprzez nakłady środków publicznych oraz obecność światowej klasy uczonych i konkurencja pomiędzy zespołami badawczymi na szczeblu europejskim.

Równocześnie wiedzę generowaną przez R&D trzeba przekładać poprzez nanotechnologię na nowatorskie produkty i procesy, które mogą poprawić konkurencyjność przemysłu europejskiego. W tym kontekście niezbędne jest nie tylko utrzymanie doskonałości w R&D, ale także wzmocnienie nakładów na R&D o znaczeniu przemysłowym, przy równoczesnym wzmacnianiu R&D na szczeblu Wspólnoty oraz koordynacji polityki poszczególnych krajów w celu osiągnięcia masy krytycznej.

3.1.1. *Wzrost nakładów na wiedzę w celu poprawy konkurencyjności Europy*

Dla tworzenia dobrobytu i nowych miejsc pracy na zglobalizowanym rynku oraz w ramach gospodarki opartej na wiedzy zasadnicze znaczenie ma konkurencyjne wytwarzanie nowej wiedzy. O ile europejskie R&D musi być doskonałe, powinno być także dobrze rozłożone w czasie oraz przeprowadzone przy konkurencyjnych łącznych kosztach, w przeciwnym razie bowiem zachodzi obawa o przeniesienie działalności przemysłowej do obszarów, gdzie wiedzę wytwarza się oszczędniej.

¹³ Aby uzyskać dodatkowe informacje, patrz: <http://www.euronanoforum2003.org/>

¹⁴ Aby uzyskać dodatkowe informacje, patrz: http://europa.eu.int/comm/health/ph_risk/events_risk_en.htm

Jeśli uda się nam przewodzić pod względem wytwarzania wiedzy, możliwe jest odwrócenie obecnego trendu i przyciągnięcie opartego na wiedzy przemysłu do Europy.

Publicznym nakładom na R&D w nanotechnologii w Europie grozi, że w ciągu najbliższych pięciu lat staną się znacznie niższe niż u naszych głównych konkurentów. Stoimy wobec zagrożenia utraty impetu, o ile nakłady na szczeblu europejskim nie wzrosną istotnie, przynajmniej trzykrotnie, do roku 2010, uwzględniając cele Strategii Lizbońskiej. Nakłady takie nie mogą szkodzić innym programom R&D i muszą być zgodne z celem „3%”¹⁵ oraz koncentrować się na aspektach związanych z najważniejszymi wyzwaniami, w szczególności na opartych na wiedzy innowacjach przemysłowych („nanoproduktowanie”), integracji interfejsu makro-mikro-nano oraz na R&D interdyscyplinarnym („konwergencyjnym”). Korzystna może być także właściwa synergia z Europejską Strategią w sprawie Wiedzy o Życiu i Biotechnologii (European Strategy on Life Sciences and Biotechnology)¹⁶.

Nakłady na R&D powinny wzrosnąć zarówno na szczeblu Wspólnoty, jak i Państw Członkowskich w sposób komplementarny i synergetyczny. Dla zgromadzenia kompetencji i masy krytycznej w celu dalszego postępu doskonałości zasadnicze znaczenie mają wspólne przedsięwzięcia badawcze na szczeblu europejskim. Jest to szczególnie ważne w celu poczynienia szybkiego postępu w nanotechnologii za pośrednictwem interdyscyplinarnego R&D. W tym kontekście należy skupić się na synergii badań, infrastruktury i edukacji – są one nierozłączne. Takie „podejście systemowe” nie tylko zintensyfikuje wytwarzanie wiedzy, ale także przyciągnie do Europy i zatrzyma w niej najwybitniejsze umysły w dziedzinie R&D w nanotechnologii.

3.1.2. *Badania na szczeblu Wspólnoty*

Prowadzone w sposób konkurencyjny i przejrzysty badania na szczeblu Wspólnoty są zasadniczym środkiem stymulowania i wspierania światowej klasy R&D w Europejskim Obszarze Badawczym (European Research Area - ERA). Nie tylko przyczyniają się one do tworzenia wspólnych zasobów wiedzy, ale także wiążą ze sobą najlepsze zespoły z różnych dyscyplin i stanowią platformę porozumienia i współpracy pomiędzy przemysłem a uniwersytetami, aby zapewnić dynamiczny wkład do procesu interdyscyplinarnego R&D, który sprzyja postępom w nanotechnologii.

W systemie Programów Ramowych UE wsparcie uzyskało już wiele programów badawczych w dziedzinie nanotechnologii. Choć uczyniono już znaczny postęp w doskonałości R&D, dopiero w FP6 uznano kluczową rolę nanotechnologii, koncentrując działalność R&D w obrębie jednego obszaru tematyki priorytetowej, pozwalając tym samym Komisji na zajęcie się problemem rozproszenia, powielania i rozdrobnienia. Wprowadzono dwa nowe instrumenty: Projekty Zintegrowane (Integrated Projects, IP) oraz Sieci Doskonałości (Networks of Excellence, NE).

¹⁵ „More Research for Europe: Towards 3% of GDP” KOM(2002) 499 wersja ostateczna

¹⁶ „Life Sciences and Biotechnology: A strategy for Europe” KOM(2002) 27

Uzupełnia je cała gama innych instrumentów i działań¹⁷, w tym Projekty Zintegrowane przeznaczone specjalnie dla małych i średnich przedsiębiorstw (MSP).

Od ogłoszenia pierwszego zaproszenia do składania wniosków wybrano i wynegocjowano ponad 20 IP i NE w zakresie R&D w nanonaukach i nanotechnologii. IP gromadzą masę krytyczną interesariuszy i finansowania w celu osiągnięcia konkretnych celów. Integrują wszelkie aspekty procesu R&D, zarówno techniczne, jak pozatechniczne, i mogą zapewnić przejście od nanonauk do nanotechnologii poprzez powiązanie ze sobą społeczności badawczych i przemysłowych.

Nową koncepcją są Europejskie Platformy Technologiczne (European Technology Platforms) służące związaniu ze sobą wszystkich zainteresowanych interesariuszy w celu opracowania wspólnej długofalowej wizji, tworzenia map drogowych, zapewniania długofalowego finansowania oraz realizacji spójnego podejścia do rządzenia. Koncepcja ta może stać się właściwą odpowiedzią na potrzebę zwiększenia synergii i koordynacji pomiędzy różnymi interesariuszami w konkretnych obszarach technologii.

3.1.3. *Koordynacja zasad polityki krajowej*

Polityki i programy krajowe oraz regionalne odgrywają ważną rolę w finansowaniu R&D w nanotechnologii w Europie. Uważa się jednak, że potencjały krajowe często okazują się niewystarczające do tworzenia światowej klasy biegunów doskonałości. Jest zatem pilną potrzebą koordynacja tych programów w taki sposób, aby skonsolidować i skoncentrować wysiłki w celu zapewnienia masy krytycznej i większego oddziaływania w ramach ERA na trzy kluczowe osie synergetyczne: badania, infrastrukturę i edukację.

Aby stymulować przełożenie nanotechnologii na zastosowania praktyczne oraz pogłębiać i czerpać korzyści z interdyscyplinarnej natury R&D w nanotechnologii ważne jest, aby krajowe programy z (często) różnych dyscyplin oraz o różnym zabarwieniu koordynować w taki sposób, aby skoncentrować starania na zapewnieniu masy krytycznej w stosowanym R&D oraz kombinacji różnych kompetencji naukowych. Powinno to pomóc w zapewnieniu szybkiego wykorzystania wiedzy w innowacjach we wszystkich regionach Europy.

Inicjatywy takie jak Otwarta Metoda Koordynacji (Open Method of Co-ordination - OMC)¹⁸ oraz ERA-NET¹⁹ mogą stymulować i wspierać koordynację programów oraz wspólnych działań prowadzonych na szczeblu krajowym lub regionalnym, jak również wśród organizacji europejskich. Inicjatywom takim mogą towarzyszyć właściwe badania porównawcze z wzorcami odniesienia (benchmarking) służące do pomiaru postępów.

¹⁷ Aby znaleźć informacje o wszystkich instrumentach FP6, patrz: <http://fp6.cordis.lu/fp6/home.cfm>

¹⁸ Jak zdefiniowano to we Wnioskach z Prezydencji podczas Rady Europejskiej Lizbona 2000 <http://ue.eu.int/>

¹⁹ Patrz: <http://www.cordis.lu/coordination/home.html>

3.1.4. Plany (roadmaps) i prognozowanie

Plany (roadmaps) technologii stanowią środek definiowania i analizy postępów w nanotechnologii oraz śledzenia jej przechodzenia w bardziej dojrzałe fazy rozwoju przemysłowego. Proces przygotowywania planów jest przydatny sam w sobie, ponieważ wymaga od wszystkich interesariuszy współpracy i namysłu nad możliwym rozwojem wydarzeń, wyzwaniami, efektami i przyszłymi potrzebami. Jednakże plan ogólny dla nanotechnologii jest nierealistyczny, jako że dziedzina ta jest zbyt rozległa. Zamiast tego należy odnosić plany do sektorów rynku, które osiągnęły już wystarczającą dojrzałość. W trakcie przygotowania jest kilka planów przy cennym wkładzie instytucji takich jak Instytut Perspektywicznych Studiów Technologicznych (Institute for Prospective Studies, IPTS) Wspólnego Centrum Badawczego.

Stanowiąc oddolne wsparcie opracowania planów jako narzędzia polityki strategicznej, prognozowanie odgrywa wartościową rolę w przewidywaniu przyszłego rozwoju wydarzeń i odpowiedniego do nich planowania. Jest to szczególnie ważne ze względu na potencjalnie destrukcyjny charakter nanotechnologii, gdzie potrzebne są badania potencjalnych skutków społecznych. Do tego celu potrzebna jest specjalna metodologia i tworzy się niezależną grupę ekspertów na szczeblu UE: "Prognozowanie nowej fali technologii: Konwergencja nano-, bio- oraz info-technologii oraz ich efektów społecznych i konkurencyjnych w Europie".

Działania: Nanotechnologia w Europejskim Obszarze Badawczym

1. Aby pozostać w czołówce w dziedzinie nanonauk i nanotechnologii UE powinna umocnić swoje zaangażowanie w R&D. Zapewniając synergię z programami na szczeblu krajowym, Komisja wzywa Państwa Członkowskie do:

(a) znacznego zwiększenia nakładów środków publicznych na nanonauki i nanotechnologię w spójny i skoordynowany sposób, trzykrotnie do roku 2010, pamiętając o celach Strategii Lizbońskiej oraz celu "3%";

(b) promowania doskonałości w nanonaukach poprzez konkurencję na szczeblu europejskim;

(c) zintensyfikowania R&D w nanotechnologii z uwagi na zastosowania generujące dobrobyt i z naciskiem na zaangażowanie małych i średnich przedsiębiorstw;

(d) utrzymania koncentracji działań R&D w następnym Programie Ramowym w celu zapewnienia masy krytycznej i synergii pomiędzy rozwojem nanonauk, nanotechnologii, odnośnej inżynierii oraz aspektów bezpieczeństwa;

(e) zapewnienia skutecznej koordynacji programów krajowych;

(f) wzmocnienia prac w zakresie planów i prognozowania na szczeblu europejskim poprzez wkład ośrodków doskonałości i instytucji takich jak Instytut Perspektywicznych Studiów Technologicznych.

3.2. Infrastruktura: Europejskie “Bieguny doskonałości”

Infrastruktura odnosi się do obiektów i zasobów świadczących zasadnicze usługi na rzecz społeczności badawczej. Może ona być “jednopłacówkowa” (w jednym miejscu), “rozproszona” (jako sieć zasobów rozproszonych), lub “wirtualna” (gdy usługi świadczone są w formie elektronicznej). Coraz większe znaczenie dla rozwoju nanotechnologii mają najnowsze urządzenia i instrumenty, także dla wykazania czy R&D można przełożyć na produkty i procesy o potencjale generowania dobrobytu.

Dla przyspieszenia rozwoju zarówno nanonauk, jak i nanotechnologii, zasadnicze znaczenie mają inwestycje w szeroką gamę zaawansowanych obiektów, instrumentów i urządzeń. Ze względu na jej interdyscyplinarną i złożoną naturę, inwestycje w taką infrastrukturę często muszą być realizowane wspólnie przez różne instytucje na szczeblu lokalnym, regionalnym, krajowym i prywatnym. Przydatna jest klasyfikacja infrastruktury na trzech różnych poziomach inwestowania, a mianowicie:

- do kilkudziesięciu milionów € nakładów, najczęściej na szczeblu lokalnym lub regionalnym, na przykład Interdyscyplinarne Ośrodki Badań Nanotechnologii (Interdisciplinary Research Centres in Nanotechnology) w Wielkiej Brytanii i Ośrodki Kompetencji w Nanotechnologii (Competence Centres for Nanotechnology) uruchomione w Niemczech;
- do 200 milionów € nakładów, zazwyczaj na szczeblu krajowym, czego dobrymi przykładami są MINATEC we Francji, IMEC w Belgii oraz MC2 w Szwecji, które stały się znane nie tylko w Europie, ale i na całym świecie;
- ponad 200 milionów € nakładów, specjalistycznych instytucji badawczych nanotechnologii tej skali nie ma jeszcze w UE, choć są w trakcie powstawania w krajach trzecich²⁰.

Dzisiejsza infrastruktura nie zawsze odpowiada wymogom przemysłu. Takie niedopasowanie może mieć charakter menedżerski, geograficzny, dotyczyć łatwości dostępu lub trudności w osiągnięciu porozumienia względem praw własności intelektualnej (Intellectual Property Rights, IPR). Rozwiązania takie jak “otwarte laboratoria” z łatwym dostępem do przemysłu są bardzo rzadkie, ale wielce potrzebne. W szczególności MSP są często niedokapitalizowane i mogłyby znacznie skorzystać z takiego dostępu, aby przyspieszyć proces R&D i skrócić czas “do wprowadzenia na rynek”.

3.2.1. Nowe “bieguny doskonałości” dla Europy

Pilnie potrzebna jest światowej klasy infrastruktura dla nanonauk i nanotechnologii o europejskim wymiarze i centrum zainteresowania (“bieguny doskonałości”). Poza tym, że zapewni dostęp do najnowocześniejszych urządzeń, które mogą nie być lokalnie dostępne, infrastruktura taka mogłaby obejmować wszelkie aspekty interdyscyplinarnego R&D, edukację i budowę prototypów. Mogłaby także

²⁰

Jednym z przykładów jest “California Nanosystems Institute” powstający z inwestycji wysokości około 300 milionów \$ pochodzących z funduszy federalnych, państwowych i prywatnych (patrz <http://www.cnsi.ucla.edu/mainpage.html>)

obejmować partnerstwo publiczno-prywatne i służyć jako inkubator spółek nowozakładanych i wydzielanych z innych, istniejących już spółek.

Aby osiągnąć niezbędną masę krytyczną musimy skupić swe zasoby w ograniczonej liczbie jednostek infrastrukturalnych w Europie. Do sektorów, które mogą skorzystać na wzajemnej synergii, należą nanoelektronika, nanobiotechnologia i nanomateriałoznawstwo. Jednakże potrzebę minimalizacji rozdrobnienia i powielania należy zrównoważyć względem potrzeby zapewnienia konkurencji, a tym samym doskonałości w R&D.

Potrzeba właściwej równowagi pomiędzy infrastrukturą na szczeblu europejskim, krajowym i regionalnym. Na dłuższą metę tworzenie wielu oraz/lub rozproszonych ośrodków może być ważnym środkiem utrzymywania konkurencji na odpowiednim poziomie. Europejskie Platformy Technologiczne (European Technology Platforms) wraz z organami takimi jak Europejskie Forum Strategiczne w sprawie Infrastruktury Naukowo-Badawczej (European Strategy Forum on Research Infrastructure, ESFRI) mogą wnieść cenny wkład do zapewnienia optymalnego podejścia.

3.2.2. *“Inicjatywa na rzecz wzrostu”*

W komunikacie “Europejska inicjatywa na rzecz wzrostu, inwestowania w sieci i wiedzę w celu wspierania wzrostu i zatrudnienia” (“European initiative for growth, investing in networks and knowledge to foster growth and employment”)²¹, zarysowano szeroko zakrojoną inicjatywę we współpracy z Europejskim Bankiem Inwestycyjnym (EBI). Aby rozpocząć działania zaproponowano “Program szybkiego startu” (“Quick start programme”), który ma być sfinansowany poprzez kombinację pożyczek, głównie bankowych (w ramach inicjatywy EBI “Innowacje 2010”), oraz środków ze źródeł prywatnych (przemysłowych).

Infrastrukturę dla nanoelektroniki określono jako jeden z obszarów inwestowania w pierwszej fali proponowanych projektów “Szybkiego startu”. Jednym z innych obszarów jest następna generacja laserów (np. lasery ze swobodnymi elektronami), które mogą umożliwić, na przykład, sporządzenie “migawkowego” obrazu struktury atomowej pojedynczych cząstek. Urządzenia takie są bezcenne dla rozwoju nanonauk oraz nanotechnologii i należy dążyć do synergii z innymi działaniami na szczeblu europejskim i krajowym.

Działania: Infrastruktura

2. Światowej klasy infrastruktura (“bieguny doskonałości”) o europejskim wymiarze i centrum zainteresowania ma zasadnicze znaczenie dla zapewnienia wzrostu konkurencyjności UE w R&D w nanonaukach i nanotechnologii. Komisja wzywa Państwa Członkowskie do:

(a) budowania spójnego systemu infrastruktury R&D przy uwzględnieniu potrzeb interesariuszy, w szczególności rozwijania synergii z edukacją;

²¹ “A European initiative for growth: Investing in networks and knowledge for growth and jobs” KOM(2003) 690

(b) podejmowania środków w celu maksymalizacji wartości dodanej obecnej infrastruktury z uwzględnieniem potrzeb przemysłu, a w szczególności MSP.

Komisja podkreśla potrzebę:

(c) zbadania i nakreślenia obecnej infrastruktury w celu zidentyfikowania potrzeb najpilniejszych dla przyspieszenia postępu w nanotechnologii, w szczególności potrzeb R&D interdyscyplinarnego;

(d) zbudowania, w razie potrzeby, nowej wyspecjalizowanej infrastruktury nanotechnologicznej na szczeblu europejskim, która zgromadzi wystarczającą masę krytyczną i uwzględni potrzeby przemysłu;

(e) zbadania możliwości synergii finansowej z Europejskim Bankiem Inwestycyjnym, Europejskim Funduszem Inwestycyjnym oraz Funduszami Strukturalnymi.

3.3. Inwestycje w kadry

Aby zrealizować potencjał nanotechnologii, UE potrzebni są interdyscyplinarni naukowcy i inżynierowie, którzy potrafią generować wiedzę i zapewnić jej transfer do przemysłu. Aby właściwie ocenić i kontrolować zagrożenie zdrowia ludzkiego przez nanotechnologię, UE potrzebuje także odpowiednio wykształconych toksykologów oraz analityków ryzyka. Nanotechnologia, jako dziedzina nowa i dynamiczna, stanowi niezwykłą sposobność przyciągnięcia większej liczby młodych uczonych i innego wykwalifikowanego personelu do podejmowania karier naukowo-badawczych.

Według niedawnego sprawozdania²² na każde 1000 aktywnych osób w Europie przypada 5,68 czynnych badaczy, w porównaniu z 8,08 w USA i 9,14 w Japonii. Biorąc pod uwagę poziom kadr skojarzonych z osiągnięciem 3% celu Strategii Lizbońskiej do roku 2010 można szacować, że dodatkowo potrzeba będzie ok. 1,2 miliona europejskiego personelu naukowo-badawczego (w tym 700 000 badaczy)²³. Zasadniczo ważne jest uruchomienie środków w celu przyciągnięcia badaczy do Europy i zatrzymania ich tu, uwzględniając niedostatecznie wykorzystany potencjał kobiet.

3.3.1. Przyciąganie młodzieży do “nano”

Zasadniczym składnikiem prezentowanego tu podejścia jest zachęcanie młodszego pokolenia, aby angażowało się w dyskusje naukowe od najwcześniejszych lat. Dowody anegdotyczne pokazują, że prawdopodobieństwo podjęcia kariery naukowej zależy w znacznej mierze od zdolności nauczycieli szkolnych, rodziców i mediów do, jak to określił laureat Nobla Richard Feynman, uświadomienia dzieciom przyjemności “dochodzenia prawdy o rzeczach”. Z prostymi koncepcjami nanotechnologii można zapoznawać angażując uczniów w naukowe eksperymenty i pokazy.

²² Komisja Europejska “Key Figures 2003-2004” (2003), str. 44. Wartość dla EU odnosi się do 2001 r., USA do 1997 r., a Japonii do 2002 r.

²³ “Investing in research: An action plan for Europe” KOM(2003) 226

Nanotechnologia dobrze nadaje się do nauczania na poziomie szkoły średniej, ponieważ często uczy się jej na poziomie zintegrowanym, nie zaś zgodnie ze sztywnym podziałem na dyscypliny wiedzy. Zasadniczo ważne jest wszakże, aby młodszemu pokoleniu nie tylko wpajać uznanie dla badań naukowych, ale także zaznajamiać je z tym, co naukowcy „robią”. Przedstawianie badań naukowych jako ekscytującej i odpowiedzialnej, stwarzającej wiele możliwości opcji przyszłej kariery powinno pomóc uczniom w podejmowaniu świadomych wyborów. Cenne są inicjatywy takie jak „Europejski Rok Badacza” („European Year of the Researcher”)²⁴.

3.3.2. *Przekraczanie granic dyscyplin naukowych*

W budowaniu Europy wiedzy szczególną rolę odgrywają uniwersytety²⁵. Nanotechnologia kładzie wielki nacisk na podejście interdyscyplinarne. Można wyobrazić sobie studia, w ramach których studenci uzyskują podstawową wiedzę z pewnego zakresu dyscyplin niezależnie od wybranej specjalizacji dyplomowej. Powinno to zapewnić, że przyszłe pokolenia nanotechnologów będą „specjalistami o otwartych horyzontach” zdolnymi do współpracy ze swymi odpowiednikami w innych dyscyplinach. Praktyczne „kształcenie poprzez badania” mogłoby stać się podstawowym elementem szkolenia w zakresie nanotechnologii.

Dla nanotechnologii należy przewidzieć nowe formy szkolenia, przekraczające tradycyjne granice dyscyplin, służące prowadzeniu światowej klasy interdyscyplinarnego nauczania na poziomie studiów wyższych i podyplomowych. Należy także przewidzieć nowe podejścia, zapewniające sposoby zwiększenia finansowania publicznego i prywatnego, wraz z innymi formami współpracy środowisk akademickich z przemysłowymi (np. spółki akademickie typu „start up” oraz uniwersytety „venture capital”). W kontekście „biegunów doskonałości” na szczeblu europejskim (patrz Działanie 2) może to stworzyć studentom świetne możliwości uzyskania praktycznego doświadczenia w najnowocześniejszej pracy naukowo-badawczej.

3.3.3. *Badacze i inżynierowie o usposobieniu przedsiębiorców*

Kariery naukowo-badawcze zyskały ostatnio znaczne zainteresowanie na szczeblu europejskim, wśród wskazanych słabości zaś znalazły się następujące: metody rekrutacji, warunki pracy oraz różnice w możliwościach kariery dla mężczyzn i kobiet²⁶. W szczególności utrudnienia mobilności uczonych oraz inżynierów pomiędzy sektorami naukowo-badawczym a przemysłowym (tzn. ocena kariery na podstawie publikacji i patentów) budzą obawy i mogą okazać się szkodliwe dla transferu technologii i innowacji w nanotechnologii.

Gdy zmierza się ku społeczeństwu opartemu na dynamicznej wiedzy, pogląd, że edukacja kończy się tam, gdzie zaczyna zatrudnienie, jest nieprawdziwy i nim właśnie zajmuje się Plan Działania na rzecz Umiejętności i Mobilności²⁷.

²⁴ “Researchers in the European Research Area: One profession, multiple careers” KOM(2003) 436

²⁵ “The role of universities in the Europe of knowledge” KOM(2003) 58

²⁶ “Researchers in the European Research Area: One profession, multiple careers” KOM(2003) 436

²⁷ “Making a European area of lifelong learning a reality” KOM(2001) 678 i *Commission's Action Plan for skills and mobility* KOM(2002) 72

Nanotechnologia jest dziedziną dynamiczną, która wymaga ustawicznego szkolenia, aby śledzić jej najnowsze postępy. W miarę jak nanotechnologia zbliża się do rynku, potrzeba szkoleń pomagających w zakładaniu spółek typu “start-up” / “spin-off”, zarządzaniu portfelami praw własności intelektualnej, z zakresu warunków bezpieczeństwa i pracy (w tym warunków BHP) i innych dodatkowych umiejętności ważne są dla zapewnienia, iż nowatorzy będą lepiej przygotowani do zapewnienia finansowania i postępów swych inicjatyw.

Działania: Inwestycje w kadry

3. Komisja wzywa Państwa Członkowskie, aby przyczyniały się do:

(a) rozpoznawania potrzeb edukacyjnych w zakresie nanotechnologii i dostarczania przykładów najlepszych praktyk oraz/lub rezultatów badań pilotażowych;

(b) zachęcania do określania i wdrażania nowych kursów i programów szkolnych, szkolenia nauczycieli oraz materiałów edukacyjnych w celu promowania postaw interdyscyplinarnych względem nanotechnologii, zarówno w szkole, jak i w kształceniu wyższym;

(c) włączania do szkolenia podyplomowego i ustawicznego dodatkowych umiejętności, np. przedsiębiorczości, zagadnień BHP, spraw patentowych, mechanizmów wydzielania spółek (“spin-off”), komunikacji, itp.

Komisja dostrzega możliwości:

(d) badania wykonalności wspólnych zaproszeń do składania wniosków „Marie Curie”²⁸ w obszarze nanonauk i nanotechnologii;

(e) utworzenia “europejskiej nagrody nanotechnologicznej”, która przyczyniłaby się do upowszechnienia ducha interdyscyplinarności i przedsiębiorczości wśród uczonych.

3.4. Innowacje przemysłowe, od wiedzy do technologii

Na dzisiejszym zglobalizowanym rynku długofalowe powodzenie w coraz większej mierze zależy od generowania, zarządzania i wykorzystania wiedzy. Do wytwarzania wiedzy potrzeba nakładów na R&D, a innowacje przemysłowe potrzebują wiedzy, aby tworzyć dobrobyt. Tym sposobem koło się zamyka i R&D może otrzymać zastrzyk świeżego kapitału prywatnego.

Jak przemysł europejski może wykorzystać naszą silną pozycję w nanonaukach, aby realizować generujące dobrobyt produkty i usługi? Zdolność do uwolnienia potencjału tej wiedzy poprzez nanotechnologię ma zasadnicze znaczenie dla nadania nowego impetu branżom przemysłowym, które utraciły swą konkurencyjność ze względu na silną konkurencję międzynarodową, a także kultywowanie nowych europejskich przemysłów opartych na wiedzy.

²⁸

Patrz: <http://europa.eu.int/mariecurie-actions>

Potrzebne jest zintegrowane podejście do polityki innowacyjnej²⁹ i podejście takie zostanie wypracowane w ramach najbliższego Planu Działania na rzecz Innowacji³⁰. Poza czynnikami wspólnymi³¹ o zasadniczym znaczeniu dla wszelkiego R&D, czyli np. dobrze funkcjonujący i konkurencyjny rynek, polityka fiskalna wspierająca innowacje, instrumenty finansowe³², wykwalifikowane kadry, partnerstwo publiczno-prywatne oraz infrastruktura, nanotechnologia musi zwracać uwagę na trzy dodatkowe czynniki: patentowanie wiedzy podstawowej, regulacje i metrologia.

3.4.1. *Możliwości i wyzwania dla obecnego przemysłu*

Nanotechnologia oferuje firmom wspaniałe możliwości realizacji innowacji zarówno narastających, jak zasadniczych. Równocześnie pozostawia liczne firmy podatnymi na zagrożenie nie uświadomienia sobie odpowiednio wcześnie swego potencjału i utraty konkurencyjności. Decydującym czynnikiem może być brak w Europie silnej kultury wspierającej podejmowanie ryzyka przedsiębiorczego i zachęcającej doń w dziedzinach takich, jak nanotechnologia, wraz ze sprzyjającymi dla innowacji warunkami ramowymi.

Przemysł europejski działa w wysoce konkurencyjnym otoczeniu. Z różnych względów może być niedokapitalizowany i może poświęcić zaledwie ograniczone środki na prowadzenie R&D i innowacje. Ostatnie dane świadczą o łącznych prywatnych nakładach na R&D rzędu 1,09% PKB w UE w porównaniu z 1,85% w USA i 2,2% w Japonii³³. Choć brak takich danych dla nanotechnologii, można założyć, że udział inwestycji przemysłowych w Europie jest proporcjonalnie niższy niż w USA czy w Japonii.

3.4.2. *Tworzenie przedsiębiorstw i kapitał podwyższonego ryzyka w nanotechnologii*

Większość obszarów nanotechnologii jest na wczesnym etapie rozwoju i naukowcy, którym się powiodło, często stają się przedsiębiorcami poprzez uruchomienie własnych, nowych firm, tzw. "start-up". Z setek takich firm założonych w ostatnich latach połowa mieści się w USA, w porównaniu z jedną czwartą w Europie³⁴. Uwzględniając to, że małe i średnie przedsiębiorstwa reprezentują około dwóch trzecich zatrudnienia w Europie, oczywiste staje się, że potrzeba więcej starań, aby zachęcać do tworzenia nowych i nowatorskich przedsiębiorstw³⁵.

Banki i instytucje kapitałowe typu "venture capital" bardzo ostrożnie oferują kapitał podwyższonego ryzyka, zwłaszcza w obszarach, które uznają za obarczone znacznym ryzykiem technicznym, niepewnością co do czasu wprowadzenia na rynek, lub o negatywnych konsekwencjach etycznych, zdrowotnych, lub środowiskowych. Zazwyczaj od wykazania własności wiedzy potrzebne są patenty i

²⁹ "Innovation policy: updating the Union's approach in the context of the Lisbon strategy" KOM(2003) 112

³⁰ Patrz: <http://europa.eu.int/comm/enterprise/innovation/index.htm>

³¹ Patrz np. "Investing in research: An action plan for Europe" KOM(2003) 226

³² Patrz np. "Access to finance of small and medium-sized enterprises" KOM(2003) 713

³³ Komisja Europejska "Key Figures 2003-2004" (2003)

³⁴ "Little science, big bucks" Nature Biotechnology, tom 21, numer 10, październik 2003 r., str. 1127

³⁵ "Action Plan: The European Agenda for Entrepreneurship" KOM(2004) 70

nowi przedsiębiorcy muszą być nie tylko w czołówce nanotechnologii, ale łączyć z tym żyłkę do interesu i zarządzania.

Nowi przedsiębiorcy skarżą się często, że oferuje się im kredyty (zamiast kapitału podwyższonego ryzyka) i że nie doznają wsparcia w zarządzaniu – co zwiększa ich zagrożenie i obawę ryzyka. Pomimo sukcesu technologicznego debiutujące spółki mogą zawieść z powodu niezbilansowania finansowego – tzw. “dolina śmierci”. Problem ten może być dotkliwy dla nanotechnologii, gdzie proces R&D wymaga długoterminowego zaangażowania. W tym kontekście Europejski Bank Inwestycyjny (EBI) może odegrać ważną rolę, udzielając pożyczek i wzmacniając bazę kapitałową przedsiębiorstw nanotechnologicznych.

3.4.3. *Patentowanie*

Własność wiedzy za pośrednictwem prawa własności intelektualnej ma zasadnicze znaczenie dla konkurencyjności przemysłu, zarówno w sensie przyciągnięcia początkowej inwestycji, jak zapewnienia przyszłych przychodów. Liczba patentów w nanotechnologii stale rośnie od wczesnych lat 80-tych. Wspólne zarządzanie prawami własności intelektualnej może stanowić wyzwanie w dziedzinach takich, jak nanotechnologia, gdzie interdyscyplinarność wiąże ze sobą badaczy i przemysłowców o różnych kulturach i postawach.

Ze względu na mocny nacisk na wiedzę, nanotechnologia stawia fundamentalne pytania dotyczące tego, co należy, a czego nie należy patentować (np. na poziomie poszczególnych cząstek). Uzgodnienie koncepcji i definicji na szczeblu europejskim, a w idealnych warunkach – międzynarodowym, odegra zasadniczą rolę w utrzymaniu zaufania inwestorów i unikaniu zniekształceń, które mogą wynikać z różnego lokalnego traktowania lub interpretacji praw własności intelektualnej.

3.4.4. *Przepisy prawne*

Właściwe i we właściwym czasie przyjęte przepisy w dziedzinie zdrowia publicznego, ochrony konsumentów i środowiska naturalnego ma zasadnicze znaczenie, także dla zapewnienia zaufania konsumentów, pracowników i inwestorów. W jak największej mierze należy wykorzystać obecne ustawodawstwo. Jednakże szczególna natura nanotechnologii wymaga jego ponownego zbadania i ewentualnych zmian. Należy przyjąć postawę proaktywną. Podstawę dla przyszłych działań w tym kierunku powinno tworzyć promowanie postępu wiedzy w zakresie nanonauk poprzez R&D zarówno na szczeblu europejskim, jak i krajowym.

Poza zapewnieniem spójności i unikania wypaczeń rynkowych, zharmonizowanie ustawodawstwa odgrywa kluczową rolę w minimalizowaniu ryzyka oraz zapewnieniu ochrony zdrowia i środowiska naturalnego. Obecne przepisy często opierają się na parametrach, które mogą się okazać niewłaściwe dla pewnych zastosowań nanotechnologii, np. nanocząstek swobodnych. Na przykład wartości progowe definiuje się często w kategoriach wielkości produkcji lub masy, poniżej których dana substancja nie podlega regulacji. Stosowność takich progów należy ponownie przeanalizować i, jeśli to stosowne, zmienić.

3.4.5. Metrologia i normy

Aby zapewnić realizację przez UE komercyjnego potencjału nanotechnologii, przemysł i społeczeństwo wymagać będą wiarygodnych i ilościowych sposobów charakteryzacji, jak również technik pomiarowych, które stworzą podstawę dla konkurencyjności i niezawodności przyszłych produktów i usług. Należy rozwinąć metrologię i wypracować normy w celu ułatwienia szybkiego rozwoju tej technologii, a także zapewnić użytkownikom niezbędne zaufanie do osiągnięć jej procesów i produktów.

Potrzeba nowatorskich wynalazków w dziedzinie technik pomiarowych, aby sprostać wymogom nanotechnologii. Jest to dziedzina działalności obfitująca w wyzwania. W nanoskali trudne staje się uwolnienie od się kłopotliwego oddziaływania instrumentów pomiarowych na sam pomiar. W pewnych obszarach narzędzi metrologicznych po prostu jeszcze nie ma. Potrzeba znacznych przednormatywnych badań badawczo-rozwojowych, zważywszy na potrzeby tego przemysłu w kategoriach dynamicznych pomiarów i kontroli. Europejski Komitet Normalizacyjny³⁶ powołał niedawno grupę roboczą ds. nanotechnologii.

Działania: Innowacje przemysłowe, od wiedzy do technologii

4. Podkreślając korzyści ze skoordynowanego podejścia do stymulowania innowacyjności i przedsiębiorczości w dziedzinie nanotechnologii w Europie, Komisja:

(a) wzywa Państwa Członkowskie do przyjęcia warunków, które promują inwestycje w R&D ze strony przemysłu i nowe, innowacyjne przedsiębiorstwa zgodnie z celami Strategii Lizbońskiej;

(b) zwraca uwagę na potrzebę pogłębiania badań perspektyw i warunków powodzenia przemysłowego wykorzystania nanotechnologii;

(c) zachęca Europejski Bank Inwestycyjny oraz Europejski Fundusz Inwestycyjny, aby przyczyniały się do wzmocnienia bazy kapitałowej dla innowacji w nanotechnologii, i wzywa Państwa Członkowskie, aby zbadały zastosowanie Funduszy Strukturalnych względem inicjatyw R&D na szczeblu regionalnym;

(d) uważa silne, zharmonizowane i finansowo dostępne ramy praw własności intelektualnej za zasadniczo ważne dla promocji transferu technologii i innowacji;

(e) wzywa Państwa Członkowskie do zacieśniania współpracy pomiędzy urzędami patentowymi na rzecz bardziej skutecznego globalnego systemu patentowego³⁷;

(f) zaprasza Państwa Członkowskie do skorygowania obecnego prawodawstwa w celu uwzględnienia specyfiki nanotechnologii i przyjęcia wspólnego europejskiego podejścia;

³⁶
³⁷

Dodatkowych informacji szukaj na stronach: <http://www.cenorm.be/> (Uchwała CEN BT C005/2004)
Patrz ostateczny komunikat z sesji Komitetu OECD ds. Polityki Naukowej i Technologicznej na Szczepku Ministerialnym, 29-30 stycznia 2004 r. (Patrz: <http://www.oecd.org/>)

(g) zaprasza Państwa Członkowskie do zintensyfikowania i skoordynowania działalności w zakresie metrologii i normalizacji w celu wzmocnienia konkurencyjności przemysłu europejskiego.

3.5. Integracja wymiaru społecznego

Niektórzy krytykują społeczność naukową za zbytne oddalenie od mechanizmów demokracji, brak publicznego zrozumienia, publicznego postrzegania zagrożeń w zestawieniu z korzyściami oraz publicznego uczestnictwa i możliwości kontroli. Choć potencjalne zastosowania nanotechnologii mogą poprawić jakość naszego życia, mogą się z nimi, jak z każdą nową technologią, wiązać pewne zagrożenia – trzeba to otwarcie przyznać i zbadać. Równocześnie publiczną percepcję nanotechnologii i jej zagrożeń należy właściwie przeanalizować i ustosunkować się do niej.

We wspólnym interesie jest przyjęcie postawy proaktywnej i pełna integracja względów społecznych w proces R&D, badając korzyści, zagrożenia i głębsze implikacje dla społeczeństwa. Jak już stwierdzono³⁸, należy to przeprowadzić tak wcześnie, jak to możliwe, a nie po prostu czekać na akceptację *post-facto*. Pod tym względem złożona i niewidzialna natura nanotechnologii przedstawia wyzwanie dla zajmujących się komunikacją społeczną w odniesieniu do wiedzy i zagrożeń.

3.5.1. Odpowiedzialny rozwój nanotechnologii

Zasady etyczne należy respektować oraz tam, gdzie to stosowne, egzekwować za pośrednictwem prawodawstwa. Zasady te zawarto w Europejskiej Karcie Praw Podstawowych³⁹ innych dokumentach europejskich oraz międzynarodowych⁴⁰. Należy także brać pod uwagę opinię Europejskiej Grupy ds. Etyki (EGE)⁴¹, która bada etyczne aspekty medycznych zastosowań nanotechnologii.

Do podstawowych wartości etycznych należą między innymi: zasada poszanowania godności, zasada osobistej autonomii, zasada sprawiedliwości i dobroczynności, zasada swobody badań oraz zasada proporcjonalności. Trzeba zrozumieć wagę tych zasad w ludzkich i innych zastosowaniach nanotechnologii. Ponadto pewne zastosowania, np. miniaturowe czujniki, mogą mieć szczególne znaczenie dla ochrony prywatności i danych osobowych.

Niezbędny jest otwarty, możliwy do prześledzenia i zweryfikowania rozwój nanotechnologii, zgodny z zasadami demokracji. Pomimo pewnych apeli o moratorium na badania nanotechnologiczne, Komisja jest przekonana, że przyniosłoby to efekt przeciwny do zamierzonego. Poza pozbawieniem społeczeństwa możliwych korzyści może to prowadzić do utworzenia się “rajów technologicznych”, czyli miejsc, gdzie badania prowadzi się w strefach bez ram prawnych i gdzie narażone są one na możliwe nadużycia. Wynikająca stąd nasza

³⁸ Patrz np.: “Nanotechnology: Revolutionary opportunities & societal implications”, Trzeci Wspólny Warsztat Nanotechnologii EC-NSF, Lecce, Włochy (2002), oraz “The social and economic challenges of nanotechnology”, ESRC, UK (2003)

³⁹ Patrz: http://www.europarl.eu.int/charter/default_en.htm

⁴⁰ Patrz: http://europa.eu.int/comm/research/science-society/ethics/legislation_en.html

⁴¹ Patrz: http://europa.eu.int/comm/european_group_ethics/index_en.htm

niezdolność do nadążania za rozwojem wydarzeń i interweniowania w takich okolicznościach mogłaby mieć jeszcze gorsze konsekwencje. W przypadku rozpoznania realistycznych i poważnych zagrożeń, można zastosować, tak jak dotychczas, Zasadę Ostrożności⁴².

3.5.2. Informacja, komunikacja i dialog: Zrozumienie niewidzialnego

“Co to jest nanotechnologia?” Badanie ponad 16 000 osób przeprowadzone w 2001r.⁴³ wykazało słabe zrozumienie nanotechnologii. Ponieważ jest złożona i dotyczy niewidocznej skali, nanotechnologia to koncept, który opinii publicznej trudno jest pojąć. Doniesienia prasowe o np. samoreplikujących się nanorobotach, które znacznie przekraczają nasze dzisiejsze możliwości, ale często przedstawiane są jako bezpośrednie zagrożenie, świadczą o pilnej potrzebie informowania o obecnym stanie badań nanotechnologicznych i ich możliwych zastosowaniach. Na przykład “nanoTruck”⁴⁴ to świetny przykład sposobu podnoszenia poziomu publicznej świadomości w sprawach nanotechnologii.

Bez poważnego wysiłku komunikacyjnego innowacje nanotechnologiczne może spotkać niesprawiedliwie negatywna reakcja społeczna. Konieczny jest skuteczny, dwukierunkowy dialog, który uwzględniłby poglądy społeczeństwa i mógł w widoczny sposób wpłynąć na decyzje dotyczące polityki względem R&D⁴⁵. Publiczne zaufanie i akceptacja nanotechnologii będą miały zasadnicze znaczenie dla jej długofalowego rozwoju i pozwolą nam czerpać z jej potencjalnych korzyści. To oczywiste, że społeczność naukowa będzie musiała ulepszyć swą komunikatywność.

Działania: Integracja wymiaru społecznego

5. Podkreślając potrzebę poświęcenia należytej uwagi społecznym aspektom nanotechnologii, Komisja:

(a) wzywa Państwa Członkowskie do zajęcia otwartej i proaktywnej postawy względem zarządzania R&D w nanotechnologii w celu zapewnienia uświadomienia społeczeństwa i jego akceptacji;

(b) zachęca do dialogu z obywatelami/konsumentami UE w celu promowania świadomego osądu w sprawach R&D w nanotechnologii, opartego na bezstronnej informacji i wymianie idei;

(c) ponownie potwierdza swe zaangażowanie po stronie zasad etycznych w celu zapewnienia odpowiedzialności i przejrzystości sposobu prowadzenia R&D w nanotechnologii.

⁴² “Communication from the Commission on the Precautionary Principle” KOM(2000) 1

⁴³ Komisja Europejska “Europeans, Science and Technology” Eurobarometr 55.2, grudzień 2001r.

⁴⁴ Dodatkowych informacji szukaj na stronie: <http://www.nanotruck.net>

⁴⁵ “Science and Society - Action plan”, KOM(2001) 714

4. ZDROWIE PUBLICZNE, BEZPIECZEŃSTWO, OCHRONA KONSUMENTÓW I ŚRODOWISKA NATURALNEGO

Postępowi R&D i technologicznemu towarzyszyć muszą badania naukowe i analiza możliwego, związanego z nanotechnologią zagrożenia zdrowia lub środowiska naturalnego. W trakcie realizacji są specjalistyczne badania mające na celu analizę potencjalnych zagrożeń, które bada się także w ramach Projektów Zintegrowanych oraz Sieci Doskonałości FP6 w dziedzinie nanotechnologii. W szczególności monocząstki mogą zachowywać się w nieoczekiwany sposób ze względu na swe niewielkie rozmiary⁴⁶. Mogą one przedstawiać specjalne wyzwania, na przykład w kategoriach ich produkcji, złomowania, obchodzenia się z nimi, przechowywania i transportu. Potrzeba R&D w celu określenia odnośnych parametrów i przygotowania prawodawstwa, tam, gdzie to konieczne, biorąc pod uwagę pełen łańcuch uczestników, od badaczy, pracowników, po konsumentów. To R&D musi także uwzględnić efekty nanotechnologii przez okres całego ich cyklu życiowego, na przykład poprzez zastosowanie narzędzi do analizy cyklu życiowego (Life-Cycle Assessment Tools). Ponieważ sprawy takie są ważne w skali globalnej, korzystnie byłoby systematycznie tworzyć wspólne pule wiedzy na szczeblu międzynarodowym.

Ogólnie ochrona zdrowia publicznego, konsumentów i środowiska naturalnego wymaga, aby osoby zaangażowane w rozwój nanotechnologii – w tej liczbie badacze, personel projektowo-konstrukcyjny, producenci i dystrybutorzy – odnosili się do wszelkich ewentualnych zagrożeń najwcześniej, jak to możliwe, na podstawie wiarygodnych danych i analiz naukowych, stosując właściwe metody. Przedstawia to pewne wyzwanie, jako że przewidywanie właściwości produktów nanotechnologii jest trudne, ponieważ wymaga równoczesnego brania pod uwagę efektów zarówno fizyki klasycznej, jak i mechaniki kwantowej. Pod wieloma względami projektowanie i budowę nowej substancji przy pomocy nanotechnologii można porównać do tworzenia nowego związku chemicznego. W rezultacie odniesienie się do potencjalnych zagrożeń nanotechnologii dla zdrowia ludzkiego, środowiska naturalnego i konsumentów wymagać będzie oceny możliwości ponownego użytku obecnych danych i generowania nowych, specyficznych dla nanotechnologii danych toksykologicznych i ekotoksykologicznych (w tym reakcji na określone dawki i danych narażenia). To także wymaga badań oraz, w razie potrzeby, przystosowania metod analizy ryzyka. W praktyce odniesienie się do potencjalnych zagrożeń związanych z nanotechnologią wymaga zintegrowania analizy ryzyka z każdym etapem cyklu życiowego produktów opartych na nanotechnologii.

Działania: Zdrowie publiczne, bezpieczeństwo, ochrona środowiska naturalnego i konsumentów

6. Działając na rzecz wysokiego poziomu zdrowotności publicznej, bezpieczeństwa, ochrony środowiska naturalnego i konsumentów, Komisja zwraca uwagę na potrzebę:

⁴⁶

Patrz np. przedsięwzięcia finansowane przez KE: Nanopatologia “The role of nano-particles in biomaterial-induced pathologies” (QLK4-CT-2001-00147); Nanodermia “Quality of skin as a barrier to ultra-fine particles” (QLK4-CT-2002-02678); Nanobezpieczeństwo “Risk assessment in production and use of nano-particles with development of preventive measures and practice codes” (G1MA-CT-2002-00020)

(a) rozpoznania obaw o bezpieczeństwo (rzeczywistych lub domniemanych) i zajęcia się nimi na możliwie najwcześniejszym etapie;

(b) wzmocnienia wsparcia dla integracji aspektów zdrowotnych, środowiskowych, zagrożeń i aspektów z nimi powiązanych w ramach działań R&D wraz ze szczegółowymi studiami;

(c) wsparcia generowania danych toksykologicznych i ekotoksykologicznych (w tym danych dotyczących reakcji na określone dawki) oraz oceny potencjalnego narażenia ludzi i środowiska naturalnego.

Komisja wzywa Państwa Członkowskie do promowania:

(d) przystosowania, jeśli to konieczne, procedur analizy ryzyka z uwzględnieniem szczególnych problemów związanych z zastosowaniami nanotechnologii;

(e) integracji analizy zagrożeń zdrowia ludzi, środowiska naturalnego, konsumentów i pracowników na wszelkich etapach cyklu życiowego tej technologii (w tym koncepcji, R&D, wytwarzania, dystrybucji, użytkowania i złomowania).

5. NASTĘPNY KROK: WSPÓLPRACA MIĘDZYNARODOWA

Współpraca międzynarodowa to kluczowy środek do zaawansowania R&D i na przykład Program Ramowy FP6 jest otwarty na świat, ponieważ pozwala na uczestnictwo w przedsięwzięciach zespołów badawczych z dosłownie całego świata. Jest to szczególnie ważne dla nanotechnologii, gdzie potrzeba wiele wiedzy podstawowej i pozostają liczne wyzwania naukowe i techniczne – a więc może być potrzebna globalna masa krytyczna. Współpraca międzynarodowa może przyspieszyć R&D szybciej przezwyciężając luki w wiedzy oraz, na przykład, utorować drogę dla nowych rozwiązań i norm metrologicznych.

Kilka krajów zawarło porozumienia naukowo-techniczne z UE z uwzględnieniem nanotechnologii. W szczególności obowiązuje jedno porozumienie wykonawcze pomiędzy Komisją Europejską a Narodową Fundacją Naukową (National Science Foundation, NSF) w USA, inne z Ministerstwem Nauki i Technologii (Ministry of Science and Technology, MOST) z Chin. Takie porozumienia wykonawcze stanowią ramy dla wzmocnienia współpracy i umożliwiają podejmowanie wspólnych inicjatyw. Od roku 1999 ogłasza się wezwania skoordynowane pomiędzy Komisją Europejską a NSF i rozpoczęto już około 20 projektów.

Istnieje potrzeba wzmocnienia międzynarodowej współpracy w zakresie nanonauk i nanotechnologii na bazie doświadczeń z Programu FP6, zarówno z krajami bardziej rozwiniętymi gospodarczo (aby dzielić się wiedzą i wykorzystać masę krytyczną) jak i mniej gospodarczo zaawansowanymi (aby zapewnić im dostęp do wiedzy i uniknąć jakiegokolwiek “apartheidu wiedzy”). W szczególności pilnie potrzebne jest dzielenie się wiedzą w zakresie zdrowia, bezpieczeństwa i aspektów środowiskowych nanotechnologii z pożytkiem dla ogółu obywateli.

Wspólne zasady R&D w nanotechnologii można wcielać w ramach dobrowolnych (np. “kodeks dobrego postępowania”), aby powiązać UE z krajami, które prowadzą

badania nanotechnologiczne i dzielą naszą wolę rozwijania ich w odpowiedzialny sposób. Wstępna wymiana poglądów z przedstawicielami np. USA, Japonii, Szwajcarii i Rosji, jest bardzo obiecująca w tym względzie i może utorować drogę dla dalszych inicjatyw.

Działania: Współpraca międzynarodowa

7. Komisja będzie, zgodnie ze swymi międzynarodowymi zobowiązaniami, a zwłaszcza zobowiązaniami wobec Światowej Organizacji Handlu, promować:

(a) międzynarodową debatę lub porozumienie w sprawach budzących globalne zainteresowanie, takich jak zdrowie publiczne, bezpieczeństwo, środowisko naturalne, ochrona konsumentów, analiza zagrożeń, podejścia regulacyjne, metrologia, nomenklatura i normy;

(b) dostęp do wiedzy podstawowej w krajach mniej uprzemysłowionych, aby przyczynić się do zapobiegania jakiegokolwiek “apartheidowi wiedzy”;

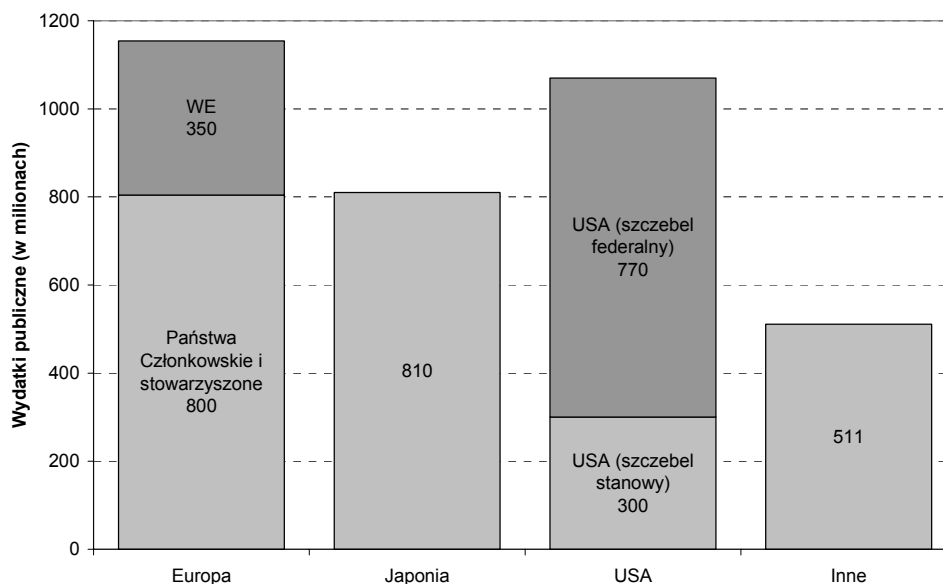
(c) monitorowanie i dzielenie informacji dotyczących postępów naukowych, technologicznych, ekonomicznych i społecznych nanotechnologii ;

(d) definiowanie międzynarodowego “kodeksu dobrego postępowania” w celu zapewnienia globalnego porozumienia co do podstawowych zasad odpowiedzialnego rozwoju nanotechnologii.

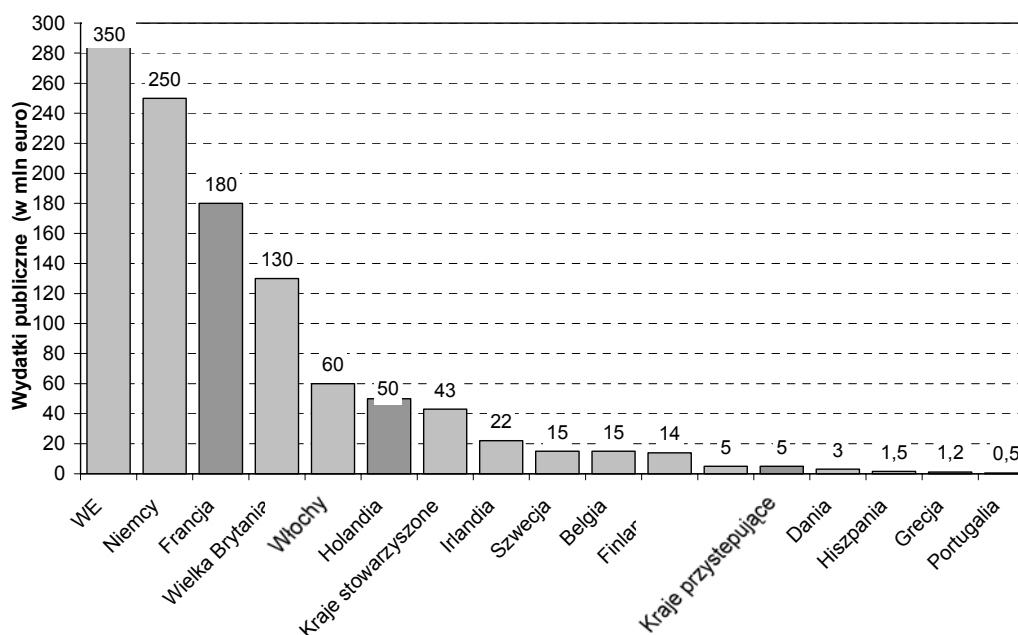
ZAŁĄCZNIK: SZACUNKI NAKŁADÓW PUBLICZNYCH NA NANOTECHNOLOGIE

(Uwaga: Przedstawione poniżej dane zaczerpnięto z kilku źródeł⁴⁷)

Rys. 1: Łączne publiczne nakłady na nanotechnologię w 2003 r. w: Europie (wraz z CH, IL oraz NO jako krajami stowarzyszonymi z FP6), Japonii, USA i innych krajach (1€ = 1\$).



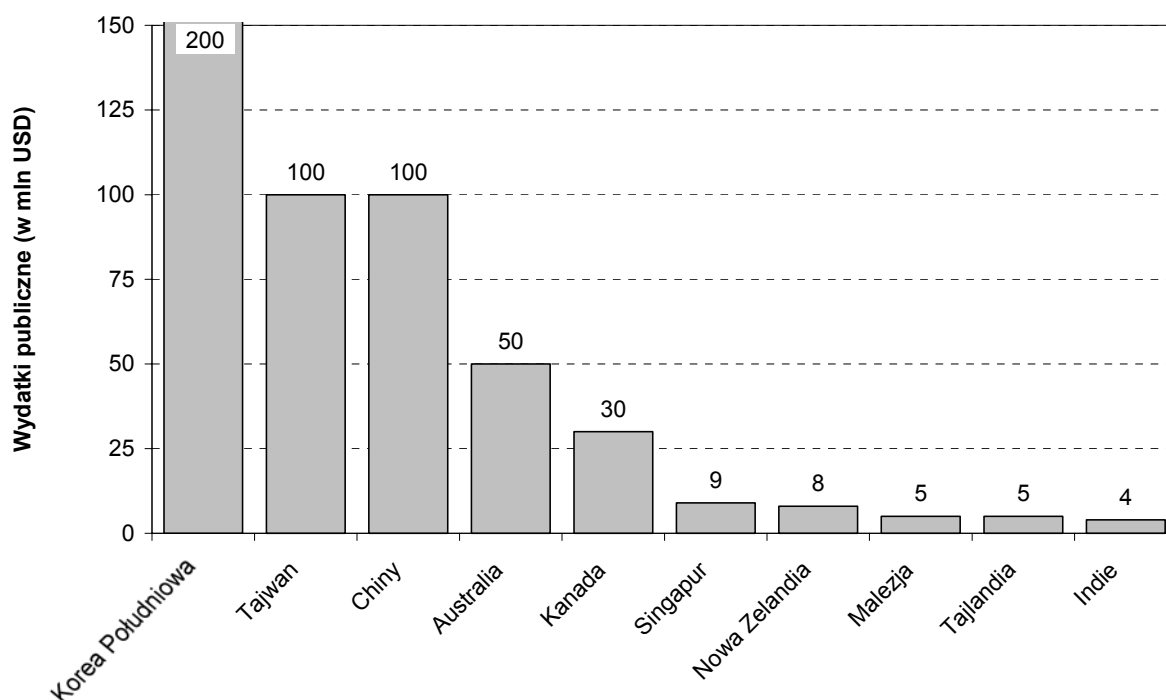
Rys. 2: Poziom finansowania w krajach UE-15 wraz z niektórymi krajami przystępującymi (CZ, LV, LT, SI) oraz głównymi krajami stowarzyszonymi (CH, IL oraz NO) i WE w kwotach bezwzględnych € w roku 2003.



⁴⁷

Azja (APNF, ATIP, nABACUS); Europa (Bundesministerium für Bildung und Forschung (Niemcy), Enterprise Ireland, General Secretariat for Research (Grecja), Inspection générale de l'administration de l'éducation nationale et de la recherche (Francja), Nanoforum, National Contact Points, CORDIS Nanotechnology Database, różne źródła); USA (NSF); inne (różne źródła)

Rys. 3: Poziom finansowania programów nanotechnologicznych w najważniejszych krajach trzecich (z wyjątkiem USA i Japonii) w kwotach bezwzględnych USD w 2003 r. Przy odczytywaniu tych danych należy pamiętać o potencjalnie znacznych różnicach w sile nabywczej.



Rys. 4: Porównanie poziomów finansowania pomiędzy UE-15, UE-25, niektórymi krajami przystępującymi (CZ, LV, LT, SI), głównymi krajami stowarzyszonymi z FP6 (CH, IL i NO), USA i Japonią w kwotach *per capita* w 2003 r. (1€ = 1\$).

