

MINISTERSTWO
NAUKI I INFORMATYZACJI

DEPARTAMENT STRATEGII I ROZWOJU NAUKI

00-529 Warszawa 53, ul. Wspólna 1/3, tel. (+22) 621 78 83; 629 89 73, fax (+22) 628 97 13, www.mnii.gov.pl

**PROPONOWANE KIERUNKI ROZWOJU NAUKI
I TECHNOLOGII W POLSCE
DO 2020 ROKU**

Warszawa, listopad 2004

Spis treści

1.	Gospodarka oparta na wiedzy drogą rozwoju gospodarczo-społecznego Polski....	3
1.1.	Nośniki Gospodarki Opartej na Wiedzy	5
1.2.	Działalność sektora B+R w Polsce – diagnoza stanu dla określenia kierunków rozwoju nauki technologii	7
2.	Efekt progowy	12
3.	Strategie budowy GOW w Polsce.....	13
4.	Wstępny wybór obszarów i kierunków rozwoju nauki i technologii w Polsce	17
4.1.	Strategiczne obszary tematyczne badań i rozwoju technologii.....	18
4.2.	Priorytetowe kierunki badawcze	20
5.	Foresight jako nowoczesny instrument określania kierunków rozwoju nauki i technologii.....	31
6.	Spółeczeństwo informacyjne warunkiem i efektem budowania GOW w Polsce..	36
7.	Podsumowanie	38

1. Gospodarka oparta na wiedzy drogą rozwoju gospodarczo-społecznego Polski.

Warunkiem osiągnięcia przez Polskę szybkiego i wszechstronnego rozwoju jest gospodarka oparta na wiedzy, w której *rzeczywiste bogactwo – rozumiane jako efektywność gospodarowania, konkurencyjność gospodarki i nowe miejsca pracy – pochodzi nie tylko z produkcji dóbr materialnych, ale też z wytwarzania, transferu i wykorzystania wiedzy*¹.

Z perspektywy makroekonomicznej, gospodarka oparta na wiedzy (GOW) cechuje się szybkim rozwojem tych dziedzin gospodarki, które związane są z przetwarzaniem informacji i rozwojem nauki, głównie gałęzi przemysłu zaliczanych do tzw. wysokiej techniki, a także technik i usług społeczeństwa informacyjnego. Z perspektywy mikroekonomicznej, gospodarka oparta na wiedzy to taka, w której źródłem przewagi konkurencyjnej większości przedsiębiorstw, w tym małych i średnich, są przedsięwzięcia wiedzochłonne.

Budowanie gospodarki opartej na wiedzy w Polsce, wyznaczone jako cel horyzontalny w NPR na lata 2004-2006, zostało też wpisane do Założeń *Narodowego Planu Rozwoju na lata 2007-2013*, jako polityczny priorytet, (aktualny również po roku 2013). Polska znajduje się bowiem we wstępnej fazie procesu kształtowania gospodarki opartej na wiedzy, która wymaga wsparcia odpowiednią wolą i deklaracją polityczną, zawartą w rządowym dokumencie programowym.²

Realizację planu budowy GOW w Polsce należy podzielić na trzy etapy:

- lata 2004-2006, w których realizowany jest „Narodowy Plan Rozwoju na lata 2004-2006”,
- lata 2007-2013, w którym będzie realizowany „Narodowy Plan Rozwoju na lata 2007-2013”,
- okres objęty perspektywą po 2013 roku.

W dwa pierwsze etapy rozwoju GOW wpisany jest okres do 2010 r., tj. czas realizacji „Strategii zwiększenia nakładów na działalność B+R w celu osiągnięcia założeń Strategii Lizbońskiej”, przyjętej przez Radę Ministrów w dniu 30 marca 2004 r.

Strategia Lizbońska jest najważniejszym programem społeczno-gospodarczym Unii Europejskiej, wytyczającym kierunki rozwoju w obszarach, które na globalnym rynku dóbr i idei mają decydujące znaczenie. Jej głównym celem jest stworzenie do 2010 r. na

¹Komunikat Komisji Europejskiej dla Rady Europy, Parlamentu Europejskiego i Europejskiego Komitetu Społeczno-Ekonomicznego w sprawie polityki innowacyjnej, Bruksela 11 marca 2003 r.

² *Poland Knowledge Economy Assessment*, The World Bank, Warsaw, March 12, 2004

terytorium Europy najbardziej konkurencyjnej i dynamicznej gospodarki na świecie, opartej na wiedzy, zdolnej do zrównoważonego rozwoju, tworzącej większą liczbę trwałych i innowacyjnych miejsc pracy oraz charakteryzującej się większą spójnością społeczną. Stając się członkiem Unii Europejskiej Polska jest zobowiązana do wykonania tych zadań.

Realizacja celów Strategii Lizbońskiej będzie koncentrowała się na podejmowaniu działań w czterech kluczowych obszarach: gospodarce opartej na wiedzy, liberalizacji rynków (telekomunikacji, energii, transportu oraz rynków finansowych), przedsiębiorczości oraz spójności społecznej. Wymagają one odpowiedniego współdziałania sfery badań i rozwoju.

Polska została włączona w wypełnianie postanowień Strategii Lizbońskiej w marcu 2002 r. w Barcelonie, zaś na tle procesów globalizacji i rosnącej konkurencji alternatywy dla budowania gospodarki opartej na wiedzy po prostu nie ma.

W czerwcu 2003 r. KE opublikowała dokument pt.: „*Inwestycje w badania: plan działań dla Europy*” precyzujący sposób dojścia do poziomu nakładów na badania i rozwój (B+R) równego 3% PKB. Aby osiągnąć ten cel należy stworzyć narodowe strategie wzrostu nakładów na B+R, a także wprowadzić metody i instrumenty wspierające rozwój potencjału badawczo-rozwojowego, realizację polityki innowacyjnej i polityki budowania społeczeństwa informacyjnego, z **uwzględnieniem krajowych - spójnych z politykami UE - priorytetów polityki naukowej, naukowo-technicznej i regionalnej**. W dokumencie tym wskazano na konieczność uzyskania równowagi między finansowaniem ze źródeł publicznych i prywatnych, na szczeblu krajowym i unijnym, do 2010 r. W „Narodowym Planie Rozwoju na lata 2004-2006”, przyjętym przez RM w lutym 2003 roku przyjęto, że do 2006 r. nakłady na badania i rozwój (B+R) wzrosną do 1,5% PKB. Natomiast w przyjętych przez Radę Ministrów i wynegocjowanych z Komisją Europejską „Podstawach Wsparcia Wspólnoty. Promowanie rozwoju gospodarczego i warunków sprzyjających wzrostowi zatrudnienia” prognozuje się wzrost udziału nakładów na B+R w PKB do 1,5% w 2008 r. Oznacza to, że wzrost nakładów na B+R nawet przy maksymalnym wykorzystaniu możliwości związanych z funduszami strukturalnymi jest dalece niewystarczający i konieczne jest zwiększenie krajowych wydatków na B+R tak, aby możliwe było stopniowe osiągnięcie poziomu wyznaczonego przez SL. Dla realizacji ww. celu niezbędne jest dobre wykorzystanie funduszy strukturalnych, które wesprą rozwój przedsiębiorczości poprzez wzmocnienie powiązań między sektorem B+R a przedsiębiorstwami, zwiększenie sprawności wdrażania i komercjalizacji wyników badań i szybszy transfer technologii. Działania te, wsparte restrukturyzacją jednostek badawczo-rozwojowych, planowanym wdrożeniem nowych

instrumentów prawno-finansowych i organizacyjnych, zwiększą udział przedsiębiorstw innowacyjnych w gospodarce, a w konsekwencji wzrost pozabudżetowych nakładów na B+R.

Rezultatem podjętych działań w perspektywie długookresowej powinno być m.in.:

- przyspieszenie rozwoju gospodarczego kraju mierzonego wzrostem PKB,
- wzrost konkurencyjności polskiej gospodarki,
- rozwój sektorów gospodarki wiedzy.

Ponieważ finansowanie działalności B+R ze środków budżetowych i pozabudżetowych na przestrzeni ostatnich dziesięciu lat kształtowało się na bardzo niskim poziomie (finansowanie z budżetu państwa zmniejszyło się z 0,55% PKB w 1994 r. do 0,34% PKB w 2003 r., a finansowanie pozabudżetowe kształtowało się w tym okresie na poziomie około 0,3% PKB), należy zakładać, że Polska nie będzie w stanie osiągnąć poziomu 3% PKB nakładów na sferę B+R do 2010 r. i realizacja założeń Strategii Lizbońskiej przeciągnie się do 2013 r., tzn. do czasu zakończenia realizacji Narodowego Planu Rozwoju na lata 2007-2013.

Niniejszy dokument stanowi uszczegółowienie dokumentu programowego pn. „Założenia polityki naukowej, naukowo-technicznej i innowacyjnej państwa do 2020 r.” w zakresie preferowanych kierunków rozwoju nauki i technologii w Polsce. Problematyka wychodząca poza ww. kwestie została bardziej szczegółowo omówiona w „Założeniach...”.

1.1. Nośniki Gospodarki Opartej na Wiedzy

Przejęcie polskiej gospodarki - historycznie opartej na rolnictwie, później zaś na przemyśle ciężkim - do Gospodarki Opartej na Wiedzy jest procesem bardzo trudnym. Sytuację komplikuje dodatkowo rozpoczęcie procesu transformacji systemowej nie w oparciu o strategiczny wybór celów, ale wolnorynkową doktrynę w jej radykalnym wydaniu. Na skutek tego ukształtowała się gospodarka o silnych elementach dualizmu w zakresie społecznego rozwarstwienia, w której obok niewielkiej grupy ludzi zatrudnionych w nowoczesnych sektorach i osiągających wysokie dochody, większość społeczeństwa pracuje w sektorach tradycyjnych otrzymując relatywnie niskie dochody. W roku 2001 aż 95,2% podatników płaciło najniższy podatek 19% od dochodów osobistych, podczas gdy najwyższą stawkę 40% płaciło zaledwie 0,99% podatników. Brak działań mających na celu zmianę tego stanu spowoduje dalsze pogłębianie się dualizmu społeczno-ekonomicznego naszej gospodarki, czego skutkiem może być rozwarstwienie cyfrowe (*digital divide*) ludności

na dwie grupy: tę, która rozumie i wykorzystuje techniki informacyjne oraz tę, która zarabia mało lub traci pracę nie mogąc przystosować się do wymagań cywilizacyjnych.

Niezbędnym elementem strategii wyprowadzającej polską gospodarkę z tak niebezpiecznej dla niej sytuacji, zapewniającym stosunkowo płynne przejście do Gospodarki Opartej na Wiedzy jest promocja i wsparcie dziedzin stanowiących nośniki GOW, należące do pięciu głównych obszarów:

1. Edukacja.
2. Nauka i B+R.
3. Gałęzie przemysłu tzw. wysokiej techniki.
4. Usługi biznesowe związane z GOW.
5. Sektor usług społeczeństwa informacyjnego.

W świetle wymogów GOW Polska nie kwalifikuje się jeszcze do gospodarek opartych na wiedzy. Nasz kraj nie osiągnął bowiem minimalnego poziomu rozwoju dziedzin przyjmowanych za nośniki GOW. Poziom ten wynosi 10% (zaś 15% stanowi poziom, od którego gospodarkę uznaje się za GOW) i mierzony jest głównie procentowym udziałem zatrudnienia w sektorach-nośnikach GOW. Dystans dzielący Polskę od poszczególnych krajów obrazuje poniższa tabela.

Tabela 1. Zatrudnienie w sektorach-nośnikach GOW (%)

Wyszczególnienie	Procentowy udział w całości zatrudnienia w gospodarce w 2000 r.		
	7 krajów UE	Korea	Polska
Nośniki GOW razem	14,4	9,3	9,3
w tym:			
• Edukacja	6,7	3,5	5,8
• Nauka i B+R	1,4	0,7	0,4
• Przemysły wysokiej techniki	2,5	1,7	0,9
• Usługi biznesowe związane z GOW	2,1	2,2	1,3
• Usługi społeczeństwa informacyjnego	1,8	2,1	0,9

Źródło: „Przechodzenie Polski do gospodarki opartej na wiedzy a kształtowanie się popytu na pracę”, ekspertyza, Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus” przy Prezydium PAN, Warszawa 2002.

Porównanie udziału nośników GOW w strukturze gospodarczej Polski i w siedmiu najbardziej zaawansowanych w budowaniu GOW krajach UE wykazuje różnicę sięgającą 5,1

pkt., co stanowi prawie 2/3 obecnego udziału GOW w Polsce. Największe różnice pomiędzy Polską a 7 krajami UE występują w takich dziedzinach jak:

- Przemysły wysokiej techniki: (-)1,6 pkt.
- Nauka i B+R: (-)1,0 pkt.
- Edukacja (-)0,9 pkt.
- Sektor informacji: (-)0,9 pkt.

Skala naszego opóźnienia ze względu na poziom rozwoju nośników wiedzy oznacza, że nie może być ono zmniejszone lub zlikwidowane bez przemyślanej strategii dochodzenia do GOW i sprecyzowanego planu uwzględniającego polskie realia i możliwości, w tym także kierunków rozwoju nauki i technologii.

1.2. Działalność sektora B+R w Polsce – diagnoza stanu dla określenia kierunków rozwoju nauki technologii

Stan oraz struktura nauki i technologii, a więc i potencjał B+R w Polsce w dużej mierze są efektem bieżących zaniedbań rozwoju sektora B+R, jednak poważny wpływ na nie ma historyczne umocowanie nauki, badań i rozwoju.

Krajowe nakłady na B+R Polski (i wielu innych średniej wielkości krajów słabiej rozwiniętych) są niejednokrotnie mniejsze od nakładów na B+R międzynarodowych koncernów. W roku 2000 udział Polski w produkcie krajowym brutto państw OECD wyniósł 1,3%, a w UE-25 w 2002 wyniósł 2,1%.

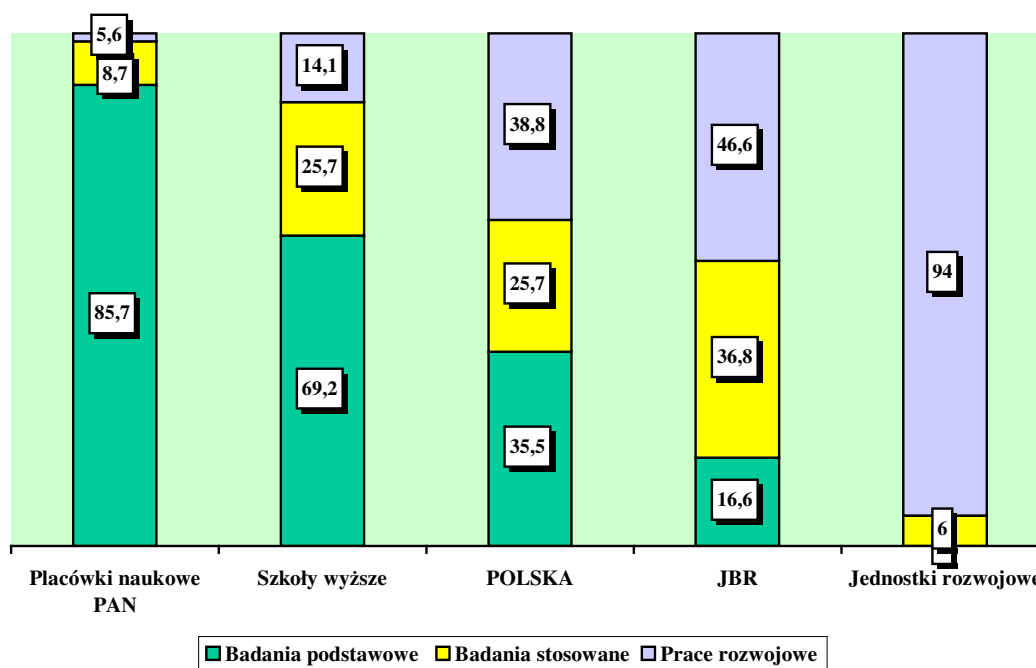
Budżetowe środki na finansowanie nauki w latach 1991-2003 w cenach realnych z roku 1991 praktycznie przez cały czas malały, od 612 mln zł do 418 mln zł. Wyrażne załamanie finansowania budżetowego nauki nastąpiło w roku 2002, co utrzymuje się niestety i w roku 2004, w którym udział ten kształtuje się na poziomie 0,32%. Nakłady ogółem na B+R jako procent PKB w 2004 roku będą stanowić 0,64%.³ O wiele gorzej wygląda sytuacja przy porównaniu nakładów B+R na jednego badacza (w tys. USD PPP). Nakłady te w Polsce wynoszą 39 tys. USD PPP i są najniższe spośród wszystkich krajów OECD; czterokrotnie niższe niż średnia w Unii Europejskiej, trzykrotnie - niż w Republice Czeskiej i są zbliżone do nakładów w krajach Ameryki Łacińskiej.

Natomiast udział wydatków pozabudżetowych na naukę utrzymywał się w ciągu 10-lecia na praktycznie stałym poziomie i wynosił ok. 0,30 % PKB. Środki przeznaczone na naukę wykorzystywane są głównie przez szkoły wyższe, przede wszystkim na działalność

³ Wg MNiI

statutową oraz na programy specjalne, urządzenia badawcze oraz badania własne w formie dotacji podmiotowej w łącznej wysokości 68,5% całego budżetu nauki. W budżecie państwa w roku 1991 budżet nauki stanowił 2,5 %, natomiast budżet szkolnictwa wyższego 2,7%; w roku 2002 wielkości te kształtowały się odpowiednio: 1,4 % oraz 3,7%. Nakłady na naukę według rodzaju badań, tzn. wg podziału na badania podstawowe, badania stosowane i prace rozwojowe wykazują niewielką tendencję wzrastającą w zakresie badań podstawowych, kosztem badań stosowanych i prac rozwojowych.. Struktura wydatków z budżetu nauki wg rodzajów badań i jednostek naukowych przedstawiona została na poniższym rysunku.

Rys. 1. Proporcje w finansowaniu badań podstawowych, stosowanych i prac rozwojowych według rodzajów jednostek w roku 2002 (%)



Jeśli chodzi o zasoby ludzkie, ich strukturę instytucjonalną zaprezentowano poniżej.

Tabela 2. Liczba jednostek oraz osób zatrudnionych w działalności badawczo-rozwojowej w 2002 r.

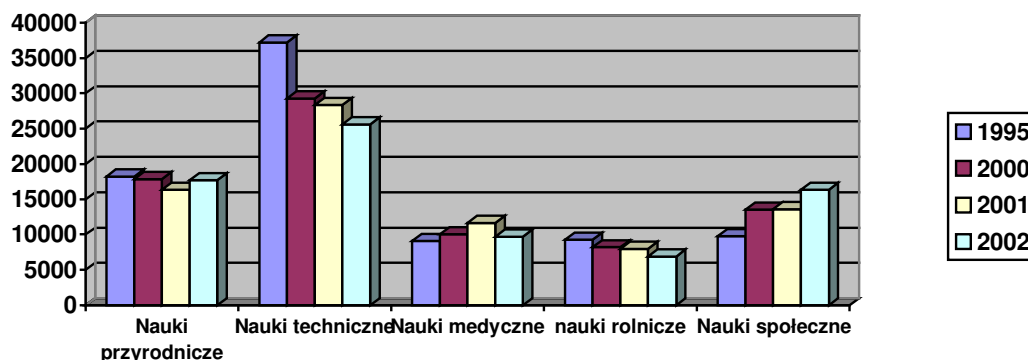
Rodzaj jednostki	Liczba jednostek	Zatrudnieni ogółem (w EPC)	Pracownicy naukowo-badawczy (w EPC)
Ogółem w tym:	838	76 214	56 725
Placówki naukowe PAN	81	6 579	4 449
Jednostki badawczo-rozwojowe	257	20 137	11 761
Szkoły wyższe (państwowe i nie-państwowe)	119	43 752	37 275
Jednostki rozwojowe	345	5 324	3 010

(Źródło: GUS, EPC – ekwiwalenty pełnego czasu pracy)

W ostatnich latach liczba badaczy utrzymywała się na zbliżonym poziomie, natomiast spadek liczby osób zatrudnionych w tej działalności dotyczył wyłącznie personelu pomocniczego.

Zatrudnienie w działalności B+R wg dziedzin przedstawiono na rys. 2.

Rys. 2. Zatrudnienie w działalności badawczo-rozwojowej wg dziedzin naukowych



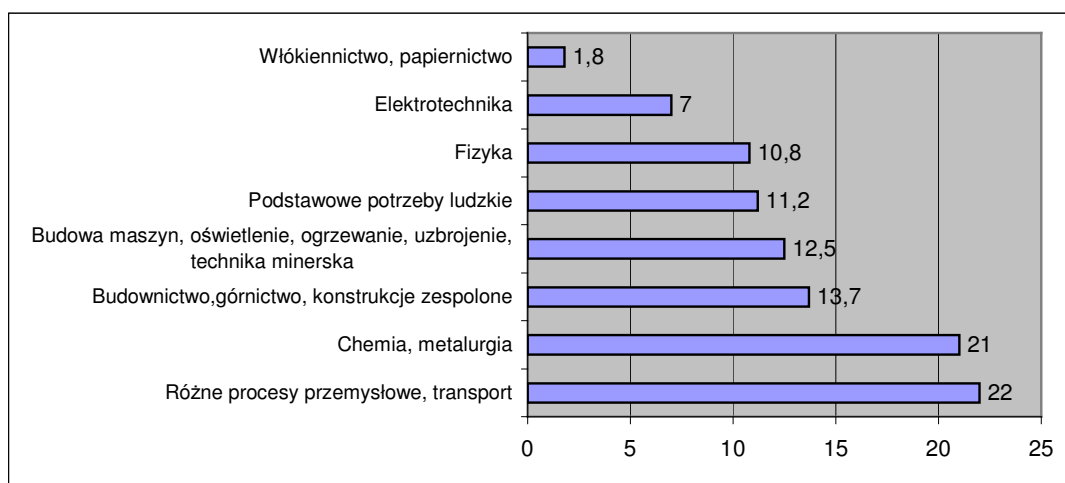
Źródło: MNiI

Przeprowadzona w 2002 r. ocena dorobku jednostek naukowych w ciągu minionych czterech lat wykazała, że dorobek ten obejmuje głównie publikacje oraz uzyskiwanie stopni i tytułów naukowych. W całkowitym dorobku szkół wyższych ten właśnie stanowi 87%, placówek PAN - ok. 90% i jednostek badawczo-rozwojowych - ok. 55%. Tylko ok. **14% całkowitego dorobku naukowego wszystkich ocenianych jednostek naukowych dotyczy efektów bezpośrednio przydatnych dla praktyki gospodarczej.**

Ważną miarą aktywności badawczej są wydatki ponoszone na projekty badawcze i projekty celowe w przeliczeniu na ekwiwalent pełnego czasu pracy (EPC) osób prowadzących badania naukowe i prace rozwojowe. O ile w zakresie projektów badawczych wydatki ponoszone przez szkoły wyższe i placówki PAN łącznie są porównywalne z wydatkami ponoszonymi przez jednostki badawczo-rozwojowe (odpowiednio 18,5 tys. zł/EPC i 16,8 tys. zł /EPC), **to w zakresie projektów celowych, bezpośrednio przydatnych dla gospodarki i rozwiązywania problemów społecznych, przewaga jednostek badawczo-rozwojowych jest wielokrotna** (odpowiednio 3,1 tys. zł/EPC i 27,1 tys. zł /EPC).

Miarą świadczącą o skali i stopniu nowoczesności oraz oryginalności opracowań technologicznych są patenty i sprzedane licencje. Działalność ta wymaga jednak znacznie większych nakładów niż prowadzenie badań naukowych, których wyniki podlegają jedynie opublikowaniu. W Polsce rocznie zgłaszanych jest do ochrony w kraju ponad 2300 wynalazków krajowych i ponad 42000 wynalazków zagranicznych a także ok. 6300 wynalazków zgłaszanych do ochrony za granicą. W efekcie wartość współczynnika innowacyjności (liczonego liczbą patentów na 10.000 mieszkańców) jest blisko 10-krotnie niższa niż średnia w krajach OECD. Z punktu widzenia kierunków rozwoju nauki i technologii patentowanie koncentruje się na dziedzinach określonych na poniższych rysunkach.

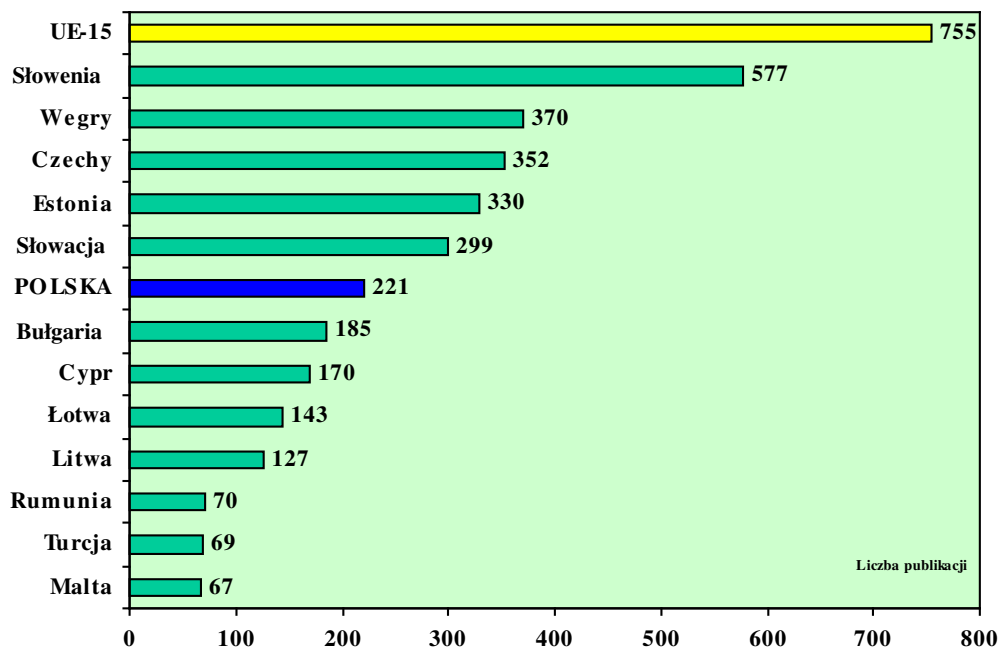
Rys. 3. Struktura udzielonych patentów rezydentom krajowym według działów techniki w roku 2001 (%)



Źródło: GUS

Pomimo dominującej roli uczelni wyższych w szeroko rozumianym sektorze B+R nie odnotowuje się należytego efektu prowadzonych tam badań naukowych, mierzonego najbardziej powszechnym dla uczelni wskaźnikiem, jakim jest liczba publikacji odnotowanych przez Filadelfijski Instytut Informacji Naukowej na 1 mln mieszkańców. Tak mierzona efektywność badań, według danych za rok 2002, wynosi w Polsce ok. 270 publikacji w porównaniu ze średnią w krajach UE-15 - ok. 80 publikacji. W ciągu ostatnich 5-ciu lat liczba publikacji naukowych wzrosła w Polsce o ok. 25%, największą liczbę publikacji polskich znajdujemy w takich dziedzinach naukowych, jak: astrofizyka, matematyka, fizyka, psychologia, psychiatria, ekonomia i biznes.

Rys. 4. Liczba publikacji naukowych na milion ludności w roku 1999



Źródło: ISI

Konkludując, wydaje się, że najważniejszymi przyczynami niezadowolających efektów działalności B+R są:

- archaiczność struktur organizacyjnych w jednostkach naukowych,
- poziom i sposób finansowania badań naukowych,
- niski poziom innowacyjności (w zakresie problematyki naukowej i kadry)
- znikome zainteresowanie sfery gospodarczej współpracą z nauką.

2. Efekt progowy

Z analiz finansowania B+R w wiodących krajach rozwijających GOW, takich jak np. Stany Zjednoczone, Japonia, Francja, czy Niemcy wynika, że **poziom finansowania budżetowego jest czynnikiem sprawczym dla poziomu finansowania ze źródeł pozabudżetowych**. Aktualne dane OECD dotyczące wielkości i źródeł finansowania B+R w różnych krajach wskazują, że zależność taka może być zobrazowana przez liniową zależność progową.

Próg **finansowania budżetowego B+R** dla różnych krajów wynosi **0,4-0,6% PKB**. Powyżej tego poziomu wzrost budżetowego finansowania B+R powoduje średnio trzy- czterokrotnie szybszy wzrost finansowania pozabudżetowego, a wraz z tym wymierne skutki gospodarcze. Drogą zwiększenia nakładów budżetowych na B+R idą wszystkie kraje wysoko rozwinięte, stymulując wzrost finansowania badań ze źródeł pozabudżetowych, a tym samym także odpowiadające mu rozmiary wdrożeń wyników badań. Podążanie tą drogą oznacza zmianę filozofii traktowania nakładów na badania i rozwój z kategorii wydatków budżetowych na kategorię inwestycji, których celem jest poprawa konkurencyjności gospodarki i skokowy wzrost gospodarczy.

Natomiast w sytuacji, gdy poziom nakładów na badania i rozwój kształtuje się poniżej progu środowisko naukowe przeznacza przyznane środki finansowe przede wszystkim na swe niezbędne do przetrwania potrzeby wewnętrzne, takie jak np. podtrzymanie badań podstawowych, badań własnych, konieczne chociażby do utrzymania odpowiedniego poziomu kształcenia wyższego, znacznie mniejszą uwagę przywiązując do znaczenia efektów aplikacyjnych badań i korzyści gospodarczych stąd płynących. Sytuacja taka ma miejsce w Polsce, gdzie na przestrzeni ostatnich 10 lat finansowanie budżetowe nauki małało do stanu poniżej progu skuteczności oddziaływania gospodarczego, w związku z czym, nauka stopniowo straciła możliwość właściwego oddziaływania na gospodarkę. Dla lepszego zobrazowania relacji między polityką makroekonomiczną a naukowo-technologiczną, miniony okres transformacji podzielić można na następujące etapy:

- 1) faza głębokiej recesji (1989-1991),
- 2) faza ożywienia koniunktury (1993-1994),
- 3) faza przyspieszonego wzrostu gospodarczego (1995-1997),
- 4) faza ochłodzenia koniunktury (1998-2000),
- 5) faza ożywienia - powtórzenie tendencji drugiej fazy (2001-2004).

Redukcje wydatków w sektorze badań i rozwoju, które miały miejsce w okresie recesji wywołane były głównie trzema czynnikami - 1) dostosowaniem do warunków transformującej się gospodarki rynkowej, 2) spadkiem PKB oraz 3) polityką cięć budżetowych w zakresie wydatków na naukę. Wraz z nadejściem ożywienia gospodarczego wydatki inwestycyjne w sektorze B+R zaczęły początkowo rosnąć, jednak wzrost ten został gwałtownie przerwany i dalsze lata cechował już malejący poziom relacji nakładów inwestycyjnych w sferze B+R do nakładów inwestycyjnych ogółem.

Od roku 1991 wśród części polskich decydentów dominuje przekonanie o nieskuteczności nauki jako czynnika wzrostu gospodarczego kraju (co niestety przenosi się na kształtowanie opinii społecznej) oraz o tym, że system gospodarki planowej nadmiernie rozwinął finansowanie nauki w Polsce. Opinia ta była prawdopodobnie przyczyną obniżenia w 1991 r. finansowania budżetowego nauki niemal o połowę (z 1,2% PKB w 1990 r. do 0,76% PKB w 1991 r.), a w latach następnych udział nakładów budżetowych na naukę w PKB systematycznie malał sięgając 0,32% w 2004 r. Konsekwencją tych decyzji było negatywne nastawienie większości środowisk naukowych do wszelkich gospodarczych zastosowań wyników badań oraz uruchomienie mechanizmu obronnego polegającego na dbałości przede wszystkim o przetrwanie wartości podstawowych nauki, a zatem o badania teoretyczne i podstawowe. Należy się spodziewać, iż mechanizm ten będzie silniejszy niż motywacje ekonomiczne, dopóki finansowanie B+R w Polsce ze środków publicznych nie przekroczy progu 0,5 - 0,6% PKB. Natomiast już przy zwiększeniu finansowania budżetowego do 0,9% PKB można byłoby liczyć na dodatkowe finansowanie spoza budżetu w wysokości 0,9% - 1,6% PKB. Stopniowe dojście do takiego poziomu możliwe jest jednak przy zupełnie nowym podejściu do filozofii rozwoju i jego czynników sprawczych, a w związku z tym odmiennym od dotychczasowego podejściu do struktury i finansowania systemu nauki w Polsce, z wyraźnym nastawieniem tego systemu na uzyskiwanie efektów praktycznych.

3. Strategie budowy GOW w Polsce

Jedną z możliwych strategii rozwoju gospodarczego kraju w kierunku GOW polega na nadaniu priorytetu nowoczesnym sektorom gospodarki, przy jednoczesnym utrzymaniu dużego zatrudnienia w sektorach tradycyjnych.

Jednak dla Polski, na obecnym etapie rozwoju, w związku z pogłębiającym się w wyniku wolnorynkowej transformacji dualizmem społeczeństwa, nie jest uzasadnione

przyjmowanie strategii, która polegałaby na uprzywilejowaniu nowoczesnych sektorów gospodarki i zapewnieniu zatrudnienia w pracochłonnych sektorach tradycyjnych. Takie działania prowadziłyby tylko do pogłębiania się podziału na grupę ludzi, którzy rozumieją i wykorzystują techniki informacyjne, a także kształtują popyt na nowoczesne produkty oraz taką, która nie może lub nie potrafi się przystosować do wymagań nowej GOW. W efekcie nastąpiłoby dalsze zwiększenie napięć społecznych i zagrożenie systemu demokratycznego.

Alternatywą dla ww. strategii jest strategia oparta na trójdzielności drogi rozwojowej polskiej gospodarki, rozumiana jako nadanie priorytetu tzw. trzeciej grupie działań, które obejmują:

- wzrost zatrudnienia w dziedzinach i przedsiębiorstwach tradycyjnych, ale wykorzystujących nowe technologie,
- zakładanie nowych firm i rozwój małych i średnich przedsiębiorstw, które posiadają odpowiednią wiedzę i świadomość potrzeby wykorzystania nowych technologii oraz metod zarządzania wiedzą, ale nie mają środków na innowacje,
- ukierunkowanie i motywowanie firm dużych do wdrażania polskiej myśli naukowej i technicznej.

Równoległym elementem strategii musi być także promocja i unowocześnianie dziedzin stanowiących nośniki GOW. Istotą strategii jest bowiem dążenie do lepszego wykorzystania istniejącego potencjału gospodarczego kraju, m.in. pracy, wiedzy i kapitału, a także budowanie nowych form przewagi konkurencyjnej poprzez wzrost nakładów na działania prorozwojowe, tj. badania i rozwój, edukację, infrastrukturę społeczeństwa informacyjnego oraz metod ich skutecznego wykorzystania dla celów gospodarczych.

Wdrożony powinien zostać efektywny system wspierania innowacyjności w regionach, budowanie partnerstwa i współpracy pomiędzy jednostkami naukowymi i przemysłem oraz wzmocnienie i wykorzystanie potencjału regionalnego sektora akademickiego i naukowo-badawczego dla rozwoju przedsiębiorczości i wzmocnienia konkurencyjności.

Osiągnięcie większego zaangażowania przedsiębiorców w finansowanie sfery B+R nie będzie możliwe bez wdrożenia do praktyki gospodarczej instrumentów o charakterze ekonomiczno-finansowym i organizacyjno-prawnym oraz innych zachęt dla sektora prywatnego do wykorzystania potencjału badawczo-rozwojowego dla realizowanych przedsięwzięć innowacyjnych.

Poszukiwanie nowych rozwiązań powinno być oparte na analizie obecnego stanu nośników GOW w Polsce, zaczynając od edukacji, nauki, przemysłów wysokiej techniki.

System edukacji w Polsce przeszedł w okresie ostatnich kilkunastu lat ogromne zmiany - zarówno pozytywne, jak i negatywne. Liczba studentów wzrosła ponad czterokrotnie - z 403,8 tys. w roku 1990/1991 do 1718,7 tys. w roku 2001/2002. Jednakże głównym czynnikiem tego wzrostu była wysoka fala demograficzna młodzieży w wieku studenckim. Wskaźnik udziału studentów w danym roczniku młodzieży wzrósł więc w mniejszym stopniu.

Ponadto wzrost liczby studentów rozkładał się nierównomiernie pomiędzy poszczególnymi kierunkami studiów. Jednym z ważniejszych dla rozwoju GOW są kierunki inżynieryjno-techniczne i ścisłe. Tymczasem, dominujące kierunki kształcenia na poziomie szkolnictwa wyższego w Polsce to biznes i administracja (33,2% absolwentów w roku akademickim 2001/2002). Liczną grupę stanowili także absolwenci kierunków pedagogicznych – 14,7%, czy społecznych 14,5%. Tendencję spadkową obserwuje się natomiast w odniesieniu do absolwentów kierunków inżynieryjno-technicznych (w roku akademickim 2001/2002 ich liczba spadła do 6,2%), co prowadzi do braku specjalistycznej młodej kadry badawczej zdolnej do kreowania innowacji technologicznych w kraju i niskiej efektywności badań na kierunkach technicznych.

Znaczny spadek budżetowego finansowania nauki na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat oraz, w efekcie, zmniejszenie finansowania pozabudżetowego - pomimo wciąż dobrego jakościowo, zwłaszcza w zakresie badań podstawowych i teoretycznych stanu nauki - doprowadził do „wygłodzenia” nauki na skalę niespotykaną przedtem w historii Polski. Sytuacja ta jest tym bardziej alarmująca, że stało się to w okresie poprzedzającym początki rozwoju GOW.

Wraz z niekwestionowanymi pozytywnymi skutkami transformacji przemysłu w Polsce, można wyliczyć też sporo rezultatów negatywnych. Udział przemysłów wysokiej techniki – np. mierzony poziomem zatrudnienia w tych przemysłach w porównaniu do zatrudnienia w przemyśle ogółem – zamiast wzrosnąć spadł z 4,9% w roku 1990 do 4,2% w roku 2000, a w liczbach bezwzględnych z 183,8 tys. do 132,6 tys. Spowodowane było to rabunkową eksploatacją majątku prywatyzowanych zakładów tzw. wysokiej techniki. Część produkcji uległa wprawdzie znacznemu unowocześnieniu, ale w wielu branżach nastąpiła też wyraźna prymitywizacja produkcji przemysłowej z punktu widzenia jej poziomu technologicznego. W sumie, metoda transformacji przemysłu (transformacja technologiczna) w Polsce oparta na zaufaniu do sił wolnorynkowych, bez strategii przemysłowej i polityki

innowacyjnej dała rezultaty dalekie od tego, co osiągnięto np. na Węgrzech czy wcześniej w Irlandii.

W GOW rośnie znaczenie usług, zwłaszcza związanych z wysoką techniką, transmisją danych i Internetem. Na rozwoju Internetu i sieci WWW opiera się dzisiaj najbardziej różnorodne nowe rodzaje usług, przyczyniające się do poprawy zatrudnienia, zwłaszcza na terenach słabo zurbanizowanych a atrakcyjnych turystycznie. W tym celu jednak trzeba zapewnić powszechny oraz tani dostęp do Internetu, zwłaszcza dla obszarów słabo zurbanizowanych. Dostępu tego operatorzy w Polsce nie zapewniają, gdyż są nastawieni głównie na abonentów biznesowych, przynoszących największe zyski.

Szanse dla Polski w rozwoju przemysłów wysokiej techniki należy upatrywać w nowej gałęzi przemysłu, jaką staje się przemysł oprogramowania. Polska dysponuje w tej dziedzinie bardzo dobrą kadrą naukową i dydaktyczną, znakomitym i uznanym w skali międzynarodowej poziomem studentów, a także dużą falą demograficzną młodzieży, która – w przeciwieństwie do mniej licznej młodzieży Unii Europejskiej – nie stroni od tak trudnej dziedziny, jaką jest oprogramowanie komputerów.

Z powyższych przykładów wynika, że sam rynek i sama prywatyzacja nie zapewnią szybkiego rozwoju GOW. Niezbędna jest dobrze przemyślana, aktywna polityka państwa. Podobnie samo promowanie rozwoju przedsiębiorczości nie zapewni szybkiego rozwoju GOW, bo małe i średnie przedsiębiorstwa nie dysponują samodzielnie wiedzą oraz kapitałem na inwestycje w nowe technologie. Potrzebne im jest wsparcie państwa w postaci szkoleń, tworzenia parków technologicznych, centrów innowacyjności i przedsiębiorczości oraz w miarę potrzeb środowiska innowacyjnego biznesu - kreowanie popytu na wyniki B+R.

Niezbędne jest więc wybranie takiej drogi rozwoju gospodarczego, która będzie polegała na stopniowym unowocześnianiu rolnictwa i przemysłów tradycyjnych przez umiejętne wykorzystanie technik informacyjnych oraz metod zarządzania jakością i wiedzą. Konieczne jest też wykorzystanie szans istniejących w telenauczaniu, biotechnologii, usługach telemedycznych czy turystyce ekologicznej.

Wizję GOW w Polsce powinno się więc zacząć nie od wizji docelowej, dalekosiężnej, lecz od wizji drogi dojścia, która jest nieco trudniejsza. Wizję drogi dojścia proponuje się realizować w trzech następujących etapach:

I Etap - przygotowanie świadomości społecznej i uruchomienie działań priorytetowych do 2006 r.,

II Etap - koncentracja na głównej specjalizacji, z przeciwdziałaniem dualności do 2013 r.,

III Etap - dywersyfikacja głównej specjalizacji do 2020 r.

Etap pierwszy powinien polegać na otwartej dyskusji społecznej wykorzystującej np. instrumenty typu „*foresight*” dla zasadniczej zmiany nastawienia decydentów wobec roli nauki, edukacji oraz możliwości budowy GOW w Polsce oraz na działaniach porządkujących niekorzystne zaszłości w systemach nauki i edukacji. W drugim etapie powinno nastąpić powszechne wykorzystanie technik społeczeństwa informacyjnego do stopniowego unowocześnienia tradycyjnego rolnictwa i przemysłu, z jednoczesną koncentracją na zasadniczych szansach Polski, np. dotyczących rozwoju nowego przemysłu oprogramowania w Polsce. Wizja docelowa GOW w Polsce to gospodarka zdywersyfikowana, nasycona technikami społeczeństwa informacyjnego, oparta na wysokim poziomie wykształcenia społeczeństwa, ze specjalizacją w technikach informacyjnych, a zwłaszcza oprogramowaniu komputerów i wykorzystaniem tej specjalizacji do unowocześnienia rolnictwa, przemysłu i usług.

Konsekwencje społeczne i gospodarcze zarysowanej wyżej strategii będą wielorakie. Obejmują one:

- przeciwdziałanie rozwarstwieniu i wykluczeniu społecznemu oraz bezrobociu,
- tworzenie nowego oblicza wsi, przekształcenie i modernizację tradycyjnych przemysłów,
- podniesienie konkurencyjności i efektywności ekonomicznej małych i średnich przedsiębiorstw,
- uzyskanie nowej specjalizacji polskiej w UE w dziedzinie technik informacyjnych i oprogramowania komputerów.

4. Wstępny wybór obszarów i kierunków rozwoju nauki i technologii w Polsce

Analiza danych dotyczących wydatków ponoszonych przez poszczególne kraje na badania podstawowe, badania stosowane oraz prace rozwojowe, wykazuje dominację nakładów na badania stosowane i prace rozwojowe w Stanach Zjednoczonych oraz krajach Azji Południowo-Wschodniej (Japonia, Korea, Singapur) oraz wyraźne niedoinwestowanie tych badań w Europie Środkowo-Wschodniej. W krajach postkomunistycznych proporcje te – jak wskazywano wcześniej są odwrotne.

4.1. Strategiczne obszary tematyczne badań i rozwoju technologii

Analiza profilu prowadzonych w różnych krajach badań, w podziale na trzy grupy (**nauki o życiu**, obejmujące biologię i biochemię, ekologię, nauki rolnicze i medycynę kliniczną; **nauki ścisłe i inżynieryjne**, takie jak fizyka, chemia, matematyka, astrofizyka, geologia, informatyka, materiałoznawstwo, nauki inżynieryjne i **nauki społeczne**, obejmujące socjologię, historię, ekonomię i zarządzanie, nauki pedagogiczne, psychologię, psychiatrię oraz prawo) wskazuje, iż w ich strukturze w państwach najbogatszych (Stany Zjednoczone, Szwajcaria, Norwegia) i najbiedniejszych (Nikaragua, Kuba, Bangladesz, Burundi) **dominują nauki o życiu**. W „krajach środka” przeważają różne modele profilu badań. **Nauki ścisłe i inżynieryjne** dominują w krajach transformacji systemowej, państwach sukcesu gospodarczego Azji południowo – wschodniej oraz niektórych państwach słabiej rozwiniętych (Portugalia, Brazylia, Tunezja, Egipt). W Polsce, na tle innych państw transformujących się, przewaga nauk ścisłych i inżynieryjnych jest mniejsza, choć nadal wysoka.

Przy obecnych bardzo niskich nakładach finansowych na badania i rozwój bardzo ważna jest efektywność wykorzystania środków budżetowych. Konieczne staje się stosowanie priorytetów w finansowaniu projektów badawczych, polegające na trafnym wyborze kierunków i badań, które w największym stopniu mogą zdynamizować rozwój polskiej gospodarki. Istnieje potrzeba wzmożonej koncentracji na tych badaniach, które:

- należy uznać w świetle trendów światowych za najważniejsze i rokujące największe szanse,
- mogą stać się specjalnością nauki polskiej i szansą na wniesienie własnego wkładu w rozwój nauki w Europie, a także na świecie,
- mają szanse na wykorzystanie rynkowe (sprzedaż, eksport wyrobów opartych na wysokich technologiach itp.).

Priorytety naukowe powinny sprzyjać zaspokajaniu potrzeb społecznych i ekonomicznych. Powiązanie programu badań z tymi potrzebami może dotyczyć jednak tylko określonej części obszaru badań naukowych. Dla pozostałego obszaru badań, zwłaszcza o charakterze podstawowym, a także wspomagających edukację i kulturę, często trudno jest zidentyfikować końcowego odbiorcę, a tym samym ich doraźne znaczenie społeczne lub gospodarcze. Pomimo tego, niezależnie od czynników społecznych, trzeba rozpoznać i objąć preferencjami także te dziedziny badań, które rokują największe perspektywy oraz warunkują rozwój samej nauki. Potrzebne jest więc podejście mieszane, łączące orientację na potrzeby społeczne z szansami dla samej nauki.

Wybrane priorytetowe obszary badań powinny:

- antycypować potrzeby społeczeństwa polskiego,
- przyczyniać się do poprawy innowacyjności i konkurencyjności gospodarki polskiej na arenie międzynarodowej,
- obejmować dziedziny, które stwarzają szansę na komercjalizację wyników badań dających Polsce istotną przewagę nad konkurencyjnymi ośrodkami badawczymi na świecie,
- obejmować tematy, do realizacji których można zaangażować najlepsze polskie zespoły naukowe, gwarantujące najwyższy poziom prowadzonych badań,
- uwzględniać kierunki badań, które mogą stanowić podstawę i być skutecznie wykorzystane przez małe i średnie podmioty gospodarcze,
- uwzględniać w perspektywie integracji Polski z Unią Europejską kierunki europejskiej polityki naukowej i technologicznej mające kluczowe znaczenie dla budowy społeczeństwa informacyjnego i gospodarki opartej na wiedzy (sektora wiedzy).

Proponowane strategiczne priorytety naukowe i technologiczne pogrupowano w układzie zastosowanym do priorytetów badawczych 6. Programu Ramowego Unii Europejskiej:

I. Info,

II. Techno,

III. Bio.

Uwzględniając specyficzną sytuację Polski w dziedzinie B+R, wydaje się uzasadnione określenie dodatkowo **IV** strategicznego obszaru tematycznego, który stwarza szansę nauce polskiej, a nie należy do preferowanych kierunków UE (**Basics**).

Strategiczne obszary tematyczne badań przedstawiają się następująco:

I. Grupa tematyczna *Info*:

- inżynieria oprogramowania, wiedzy i wspomagania decyzji,
- sieci inteligentne, telekomunikacyjne i teleinformatyczne nowej generacji,
- optoelektronika,

II. Grupa tematyczna *Techno*:

- nowe materiały i technologie,
- nanotechnologie,
- projektowanie systemów specjalizowanych,

- mechatronika

III. Grupa tematyczna *Bio*:

- biotechnologia i bioinżynieria,
- postęp biologiczny w rolnictwie i ochrona środowiska,
- nowe wyroby i techniki medyczne,

IV. Grupa tematyczna *Basics*:

- nauki obliczeniowe oraz tworzenie naukowych zasobów informacyjnych,
- fizyka ciała stałego,
- chemia, technologia i inżynieria chemiczna.

Za wyborem tych obszarów przemawiały obok potrzeb społecznych ich nowoczesność, aktualnie obserwowany szybki rozwój na świecie, istniejący już potencjał naukowy i technologiczny w kraju, a także posiadanie krajowej bazy przemysłowej oraz rozwiniętej działalności eksportowej i kooperacyjnej w powiązaniu z przodującymi firmami i ośrodkami badawczo-rozwojowymi w świecie. W środowiskach zajmujących się prognozowaniem kierunków nauki i technologii uważa się, że rozwój tych dziedzin stanowić będzie o wzroście innowacyjności gospodarki w Polsce a więc wywoła proces tworzenia się wielu nowych innowacyjnych przedsiębiorstw i nowoczesnych miejsc pracy.

4.2. Priorytetowe kierunki badawcze

Formułując strategiczne obszary badawcze i technologiczne dla Polski kierowano się opracowaniami prognostycznymi dostępnymi w Polsce. Problem w tym, iż większość z nich ma charakter projektów badawczych, nie zaś ekspertyz. Niemniej wyniki przeprowadzonych w Polsce badań stanowią podstawę do weryfikacji kierunków rozwoju nauki i technologii w Polsce przy zastosowaniu nowoczesnego instrumentu, jakim jest *foresight*. Warto więc bardziej szczegółowo określić wyselekcjonowane w sygnalizowanych projektach badawczych propozycje priorytetowych kierunków badawczych dla Polski.

Inżynieria oprogramowania, wiedzy i wspomaganie decyzji

Na podstawie badań i prognoz prowadzonych głównie przez Komitet Prognoz Polska 2000 Plus przy Prezydium PAN można stwierdzić, iż do preferowanych kierunków badań, które powinny stać się polskimi specjalnościami badawczymi należy zaliczyć:

- wspomaganie decyzji w teleinformatyce,
- modelowanie wiedzy,

- inżynieria oprogramowania rozproszonego.

W ich ramach, największe szanse na innowacyjne zastosowania w gospodarce mają m. in. systemy wspomagania decyzji i akwizycji danych w heterogenicznych sieciach telekomunikacyjnych i teleinformatycznych, modelowanie wiedzy w zarządzaniu współczesnych przedsiębiorstw, rozwój metod badań systemowych i modelowania matematycznego dla wspomagania elektronicznego handlu i bankowości.

Polska ma duże tradycje we wszystkich wymienionych wyżej dziedzinach. Informatyka, jako nauka o ruchu i przetwarzaniu informacji zarówno w urządzeniach technicznych, jak i organizmach biologicznych, ma ogromne znaczenie dla rozwoju całej nauki oraz ma silne tradycje w Polsce.

Bardzo trudno ocenić liczbowo efekty prac w wymienionym obszarze tematycznym, prace te jednak mają zasadnicze znaczenie jakościowe. Zastosowanie metod wspomagania decyzji staje się dziś podstawowym warunkiem konkurencyjności ekonomicznej wszelkich nowoczesnych przedsiębiorstw, a zwłaszcza operatorów złożonych sieci teleinformatycznych i telekomunikacyjnych nowych generacji. Stanowi ono także jeden z niezbędnych elementów przystosowania do gospodarki wiedzy. Wykorzystanie tych metod do wspomagania elektronicznego handlu i bankowości staje się dziś powszechne na świecie.

Sieci inteligentne, telekomunikacyjne i teleinformatyczne nowej generacji

Wizja sieci inteligentnych została zaproponowana przez ciało doradcze Komisji Europejskiej *ISTAG (IST Advisory Group)* jako podstawa założeń 6. Programu Ramowego w zakresie IST. Jej realizacja wymaga współpracy specjalistów z wielu dziedzin: telekomunikacji, informatyki, innych technik informacyjnych. Żaden kraj nie ma jeszcze w tym zakresie znaczących osiągnięć badawczych. Polska, jako współtwórca wizji, może wykorzystać otwierającą się niszę badawczą i zgromadzić dobrych specjalistów z różnych dziedzin (np. kryptografii, inteligencji komputerowej) dla realizacji zintegrowanego programu badawczego w tym obszarze tematycznym.

Dodatkowym argumentem za wyborem tej dziedziny jest rosnące znaczenie rozwoju nowych generacji sieci teleinformatycznych, które w Polsce zostało zapoczątkowane np. powołaniem programu rozwoju infrastruktury teleinformatycznej nauki *Pionier*.

Telekomunikacja była w ostatnim dziesięcioleciu nie tylko na świecie, lecz także w Polsce jednym z głównych czynników rozwoju gospodarczego. Obecnie obserwowany

regres jest uważany za zjawisko przejściowe. Według poglądów specjalistów europejskich nie ulega wątpliwości, że po przejściowym zahamowaniu wzrostu nastąpi następna jego fala oparta na nowych technikach teleinformatycznych, bardziej zaawansowanych w stosunku do technologii dzisiejszego Internetu i sieci zintegrowanych. Stąd też jakościowe efekty tego programu mogą się okazać decydujące dla gospodarki polskiej, zarówno w wymiarze ogólnego przygotowania zaplecza infrastrukturalnego, warunkującego wzrost gospodarczy wobec postępującej integracji z Unią Europejską, jak i bezpośredniego udziału we wzroście gospodarczym poprzez kreowanie i zaspokajanie popytu na inteligentne usługi telekomunikacji mobilnej i stacjonarnej.

Optoelektronika

Największe szanse w tym obszarze badawczym stwarzają: optoelektroniczne urządzenia i systemy pomiarowe, technologie laserowe, systemy detekcji i zobrazowania oraz niebieska optoelektronika. Przewiduje się rozwój prac badawczych, opracowanie optoelektronicznych systemów, sieci pomiarowych i komunikacyjnych oraz urządzeń, które będą mogły znaleźć zastosowanie w przemyśle, medycynie, technice wojskowej i ochronie środowiska. Warunkiem osiągnięcia sukcesu w tych pracach jest opanowanie technologii wybranych podzespołów niezbędnych dla realizacji nowoczesnych układów optoelektronicznych, w tym zwłaszcza układów fotonicznych.

Polska ma szansę stać się regionalnym centrum optoelektroniki w Europie Środkowej i Wschodniej, o czym świadczą dotychczasowe osiągnięcia w tej dziedzinie. Zakończony w 2000 r. projekt badawczy zamawiany pt. „Diody laserowe dużej mocy i lasery z ciałem stałym pompowane diodami laserowymi – opracowanie technologii wytwarzania materiałów i podzespołów oraz konstrukcji urządzeń laserowych” zamówiony przez Ministerstwo Gospodarki, a wykonywany przez cztery instytucje został zrealizowany z sukcesem. Doprowadził do opracowania technologii podstawowych materiałów, laserów ciała stałego, diod laserowych i aplikacji w postaci dalmierza dla celów wojskowych. Ważnym rezultatem jego realizacji była również konsolidacja środowiska i powstanie konsorcjum „Polska Optoelektronika”.

Realizowany jest aktualnie Wieloletni Program Rządowy „Rozwój Niebieskiej Optoelektroniki”, w ramach którego mają powstać technologie monokryształów GaN i laserów na zakres fal niebieskich i ultrafioletu, a także technologie heteroepitaksji i fotodetektorów na te zakresy fal. Program ma stworzyć podstawy nowej gałęzi przemysłu -

niebieskiej optoelektroniki. Wyniki dotyczące parametrów pierwszych otrzymanych fotodetektorów świadczą, iż jest to zadanie realne. **Optoelektronika może stać się kołem zamachowym polskiej gospodarki.**

Nowe materiały i technologie

Najbardziej rozwojowe i obiecujące w warunkach polskich kierunki w dziedzinie materiałów to materiały dla elektroniki i optoelektroniki, ceramiki balistyczne i do zastosowań wysokotemperaturowych, biomateriały oraz materiały organiczne.

Rosnące wymagania stawiane nowoczesnym układom mechanicznym, cieplnym, optoelektronicznym czy mikrosystemom, wymuszają stosowanie nowych materiałów w rozwijanych konstrukcjach. Również postęp nowoczesnych technologii informatycznych uzależniony jest w znacznej mierze od nowych materiałów. Materiały te muszą być przyjazne dla środowiska.

Aktualnie obserwuje się na świecie bardzo dynamiczny rozwój istniejących technologii, a także pojawienie się nowych, jak np. nanotechnologie. W Polsce istnieją duże tradycje w dziedzinie inżynierii materiałowej np. technologia monokryształizacji metodą profesora Czochralskiego. Na poziomie światowym są technologie otrzymywania tą metodą monokryształów półprzewodnikowych, tlenkowych dla zastosowań w opto- i piezoelektronice oraz nowoczesne technologie epitaksji MBE i MOCVD.

Ze względu na wysoki koszt nowoczesnej aparatury technologicznej, należy skoncentrować się na dziedzinach, w których istnieje już silne zaplecze badawcze i doświadczenie przemysłowe, działają dobrze wyposażone laboratoria i wysokokwalifikowane zespoły, które powinny współpracować i świadczyć usługi innym ośrodkom badawczym.

Posiadanie nowoczesnych materiałów i technologii warunkuje rozwój wielu przedsiębiorstw, w tym małych i średnich, które będą mogły zaoferować konkurencyjne wyroby na rynkach krajowym i zagranicznym. Przyczyni się to do powstania wielu miejsc pracy i dalszego rozwoju gospodarczego.

Nanotechnologie

Nanotechnologie powinny stać się jednym z priorytetowych programów badawczych państwa w najbliższych kilku latach. Punktem wyjścia do konstrukcji zadań w programie Nanotechnologie powinien być obszar badań nanomateriałów.

Tematyka ta zyskała szczególny status narodowych programów badawczych praktycznie we wszystkich krajach rozwiniętych oraz rozwijających się. Na badania w tym obszarze wydatkuje się istotne kwoty, zarówno w USA, Japonii, Kanadzie jak i w Bułgarii, Rumunii, Chinach.

W ostatnich latach obserwuje się szczególnie intensywny rozwój nano-metali. Badania rozpoznawcze i rozwojowe koncentrują się między innymi na następujących polach:

- nano-metale otrzymywane w wyniku zastosowania dużych odkształceń plastycznych (tzw. metody SPD),
- produkcja litych materiałów poprzez konsolidacje nano-proszków,
- wytwarzanie nano-kompozytów na osnowie metali z udziałem proszków ceramicznych.

Badania w tych obszarach mają aktualnie w dużym stopniu charakter podstawowy. Należy jednak oczekiwać, że w perspektywie 5 lat zostaną one wprowadzone do praktyki inżynierskiej, a do roku 2013 opanowanie technologii metali w skali nanometrycznej może być warunkiem kwalifikacji producentów dużej grupy wyrobów.

Rozwój nanotechnologii może stworzyć istotne impulsy dla rozwoju takich dziedzin, jak:

- technologia chemiczna – dla wytwarzania specjalnych katalizatorów,
- medycyna – nowe formy leków i nowe sposoby ich dozowania,
- nauki techniczne – do konstrukcji zminiaturyzowanych urządzeń elektronicznych, mechanicznych i elektromechanicznych, w ramach tego oczekuje się zastosowania nanotechnologii m.in. w inżynierii powierzchni, ceramice oraz rozwoju technologii nanomateriałów polimerowych.

Zastosowanie nanotechnologii może znacząco przyspieszyć rozwój gospodarczy, a także wywołać pozytywne rezultaty w dziedzinie ochrony zdrowia, chemii, energetyki, optyki oraz ochrony środowiska naturalnego. Rozwój nanotechnologii na poziomie globalnym, nie tylko europejskim mógłby odbywać się na drodze wprowadzenia programów ramowych i konkursów na kierunkach UE – USA – Japonia – Chiny.

Projektowanie systemów specjalizowanych

Systemy specjalizowane mają charakter badań interdyscyplinarnych. Do najważniejszych systemów, które powinny być przedmiotem szczególnego zainteresowania należą:

- procesy materiałowe umożliwiające wykorzystanie wyników badań prowadzonych przez specjalistów z zakresu fizyki ciała stałego, nauki o materiałach, chemii ciała stałego oraz nauki o spiekaniu i spajaniu materiałów,
- projektowanie mikromaszyn i narzędzi przeznaczonych dla medycyny, optyki i precyzyjnych systemów wytwarzania,
- projektowanie systemów uzyskiwania energii ze źródeł niekonwencjonalnych,
- projektowanie złożonych systemów optoelektronicznych (lasery, sensory, elementy automatyki procesowej),
- projektowanie specjalizowanych układów elektronicznych wysokiej skali integracji,
- tworzenie specjalizowanych systemów komputerowego sterowania, projektowania i zarządzania produkcją.

Zastosowanie systemów specjalizowanych na światową skalę będzie wymagało lokalnego dostosowania do potrzeb i specyfiki poszczególnych krajów, regionów i przedsiębiorstw. Metody takiego dostosowania mogą stać się polską specjalnością.

Dziedziny, w których projektuje się systemy specjalizowane, są oparte na zaawansowanych technologiach. Uruchomienie produkcji takich systemów przynosić będzie wymierne korzyści materialne oraz poprawi strukturę krajowego przemysłu przez zwiększenie udziału zaawansowanych technologii. Mogą one z powodzeniem mieć charakter produkcji małoseryjnej, co jest szansą dla rozwoju średnich i dobrze zorganizowanych przedsiębiorstw.

Biotechnologia i bioinżynieria

Dziedzina inżynierii biomedycznej rozwija się na świecie niezwykle dynamicznie. W chwili obecnej powstaje nowa organizacja *European Alliance for Biomedical Engineering* grupująca ponad 20 krajów, której celem jest podniesienie znaczenia tej dziedziny w Europie, tak jak to się dzieje w Stanach Zjednoczonych i Japonii.

Rozwój techniki umożliwiającej sekwencjonowanie genomu ludzkiego oraz równoległych prac nad poznaniem genomów organizmów roślinnych i zwierzęcych zapowiada rewolucję w procesie intensyfikacji produkcji dóbr użytecznych dla wytwarzania żywności oraz szczegółowej kontroli jakości płodów roślinnych i zwierzęcych, wytwarzania szczepionek zapewniających wzrost immunoprewencji, dostępności nowych generacji selektywnych leków o zminimalizowanych efektach ubocznych, doskonalenia mikroorganizmów dla ekologicznie bezpiecznego wytwarzania surowców dla przemysłu

chemicznego ze źródeł odtwarzalnych (biomasa) oraz pozyskiwanie tą drogą nośników energii.

Dowodem dostatecznego przygotowania polskich biotechnologów do podjęcia takich wyzwań jest uruchomiona w 2001 roku przez Instytut Antybiotyków i Biotechnologii produkcja ludzkiej rekombinantowej insuliny. Pierwszoplanowym zadaniem jest wdrożenie do sfery badawczej i diagnostycznej technologii mikromacierzy, dla potrzeb genomiki, selekcji organizmów oraz kontroli surowców rolniczych. Nadrzędnym celem jest produkcja żywności (tzw. żywność funkcjonalna) oraz zmniejszenie zapadalności na choroby cywilizacyjne, np. choroby niedokrwienne.

Biotechnologie, szczególnie roślinne i zwierzęce, mają szanse pomyślnego rozwoju w kontekście zagospodarowywania nieużytków rolnych nie tylko dla zwiększania produkcji rolno-spożywczej, ale także wytwarzania biomasy w celu pozyskiwania nowych nośników energii (ciepło z procesów fermentacyjnych, alkohole jako dodatki do paliw, oleje).

Postęp w tym kierunku może spowodować:

- zwiększenie efektywności polskiego rolnictwa i przemysłu rolno-spożywczego,
- oszczędność wydatków na ochronę zdrowia,
- ożywienie rodzimej produkcji leków i szczepionek,
- ograniczenie wydatków na importowanie nośników energii,
- generowanie nowych miejsc pracy,
- zwiększenie komfortu życia ludzi przewlekle chorych, niepełnosprawnych i osób w podeszłym wieku,
- stworzenie systemu szkolenia specjalistów na Politechnikach, Uniwersytetach, Akademiach Medycznych i Akademiach Rolniczych
- stworzenie podstaw dla rozwoju istniejącego i przyszłego przemysłu aparatury medycznej.

Wykorzystanie komórek macierzystych może stanowić przełom w leczeniu szeregu chorób o charakterze społecznym, np. zrewolucjonizować procedury interwencji kardiochirurgicznych. Istnieje duża szansa, że przemysł aparatury medycznej - jeden z najbardziej opłacalnych - stanie się dźwignią przemysłowego rozwoju kraju.

Postęp biologiczny w rolnictwie i ochrona środowiska

Do kierunków o największych szansach uwzględniających nowe zadania rolnictwa w XXI wieku należy:

- tworzenie nowych technologii uwzględniających zasadę zrównoważonego rozwoju,

- wykorzystanie odtwarzalnych źródeł energii i surowców dla przemysłu
- produkcja białka roślinnego o wartości zbliżonej do białka zwierzęcego,
- zachowanie różnorodności biologicznej roślin i zwierząt oraz naturalnych i seminaturalnych ekosystemów,
- utrzymanie równowagi ekologicznej ekosystemów rolniczych i leśnych,
- prognozowanie zmian klimatycznych i przeciwdziałanie ich skutkom, szczególnie przeciwdziałanie efektowi cieplarnianemu
- doskonalenie profilaktyki i zwalczania chorób zakaźnych wśród zwierząt (zwłaszcza nowo pojawiających się) oraz metodologii określania statusu żywności bezpiecznej.

Według badań prognostycznych w pierwszych dekadach XXI wieku postęp biologiczny będzie decydującym czynnikiem wzrostu produkcji rolniczej. W związku z nadprodukcją żywności i pasz, duże obszary ziem uprawnych przeznaczone zostaną na produkcję biomasy, która może być wykorzystana do wytwarzania odtwarzalnych źródeł energii i surowców dla różnych dziedzin przemysłu. Zmiany rolnictwa w początkach XXI wieku będą musiały uwzględniać ochronę środowiska rolniczego i zachowanie w nim różnorodności biologicznej, do czego zobowiązują akty prawne UE.

Należy podkreślić, iż wykorzystanie postępu biologicznego i ekologizacja produkcji rolnej stanowią najbardziej opłacalną drogę rozwoju rolnictwa i mogą być realizowane bez radykalnej zmiany struktury agrarnej.

Postęp badań nad zmianami klimatycznymi może dać zdolność lepszego przewidywania i tym samym przeciwdziałania katastrofom i anomaliiom klimatycznym (powodzie, susze, trąby powietrzne itp.).

Nowe wyroby i techniki medyczne

Tematyka obejmuje kierunki biocybernetyki, fizyki i inżynierii biomedycznej, w zakresie których polskie osiągnięcia zyskały uznanie na całym świecie.

W 5. i 6. Programie Ramowym UE tematyka dotycząca inżynierii biomedycznej, a w tym telematyki medycznej, należała do pierwszoplanowych priorytetów. Warto zauważyć, że spośród 5 zaakceptowanych przez Komisję Europejską w Polsce centrów doskonałości aż 3 zajmują się bezpośrednio zagadnieniami inżynierii i informatyki medycznej, które tworzą podstawy nowoczesnej techniki medycznej.

Podkreślić należy, że omawiana dziedzina zawiera wiele nisz technologicznych, dla których poziom rozwoju technologii w Polsce jest wystarczający. Badania mogą

wygenerować znaczną liczbę średnich i małych firm, poprawiając warunki gospodarcze i zwiększając liczbę nowych miejsc pracy.

Nauki obliczeniowe oraz tworzenie naukowych zasobów informacyjnych

Nauki obliczeniowe stanowią pomost między dyscyplinami teoretycznymi i eksperymentalnymi. Symulacja i inne obliczenia komputerowe pozwalają unikać zazwyczaj bardziej kosztownych i czasochłonnych eksperymentów rzeczywistych.

Bardzo duże szanse rozwoju posiadają interdyscyplinarne zastosowania nauk obliczeniowych na pograniczu fizyki, chemii, biologii molekularnej, mechaniki, elektroniki oraz matematyki stosowanej i informatyki.

Do obszarów nauk obliczeniowych, które mogą rozwijać się w Polsce na poziomie europejskim lub światowym należy zaliczyć:

- tworzenie formalnych modeli oraz symulacje i inne obliczenia dla układów mikroskopowych,
- tworzenie formalnych modeli i symulacje złożonych układów mezoskopowych,
- tworzenie formalnych modeli oraz symulacje złożonych układów makroskopowych,
- metody informatyki stosowanej, rozwijane i stosowane do analizy dużych zasobów informacyjnych i baz danych,
- metody obliczeniowe i przetwarzania informacji prowadzone w rozległych sieciach informatycznych, których istotnym elementem powinien być udział polskich grup badawczych w międzynarodowych projektach z zakresu fizyki cząstek elementarnych i fizyki jądrowej, biologii molekularnej i komórkowej, fizyki atmosfery i nauk o środowisku oraz astrofizyki,
- metody obliczeń równoległych i rozproszonych, wykorzystujących bądź to komputery równoległe bądź też rozległość sieci do przyspieszenia lub umożliwienia obliczeń naukowych lub technicznych dużej skali.

Realizacja nauk obliczeniowych jest stosunkowo tania w relacji do potencjalnych korzyści wynikających z różnorodnych zastosowań praktycznych. Polska posiada także znaczny potencjał kadrowy. Szczególną rolę odegrały tutaj doskonałe tradycje polskich szkół chemii kwantowej, biofizyki i biologii molekularnej, fizyki wysokich energii oraz matematyki. Dziedziny reprezentowane przez te szkoły rozszerzyły się stosunkowo łatwo na obszary modelowania złożonych układów w szeroko pojętych naukach przyrodniczych, obszary bioinformatyki oraz technologii przetwarzania rozproszonego.

Rozwój nauki, a szczególnie rozwój współczesnych nauk przyrodniczych i nowych technologii uzależniany jest od szybkiego dostępu do informacji. Nie ulega zatem wątpliwości, że wirtualne czy cyfrowe biblioteki funkcjonujące w środowisku rozległych sieci internetowych będą w dużym stopniu decydowały o twórczych możliwościach środowisk naukowych. Poza tym tworzenie i udostępnianie zasobów informacyjnych w wersji elektronicznej, także innym grupom zawodowym i przedsiębiorcom, jest znacznie tańsze od tradycyjnego.

Wspomniane tu kierunki pozwalają w szczególności na projektowanie i poznawanie właściwości nowych układów molekularnych i biomolekularnych, projektowanie nowych paliw oraz technologii energetycznych, projektowanie i symulacje złożonych układów mechanicznych, projektowanie komputerów oraz algorytmów nowej generacji, projektowanie i symulacje na rzecz środowiska naturalnego, a także przewidywanie dynamiki procesów ekonomicznych.

Fizyka ciała stałego

Fizyka ciała stałego jest coraz częściej nazywana fizyką fazy skondensowanej lub układów złożonych. Dziedzina ta łączy wyzwania intelektualne związane z poznawaniem własności kwantowych i klasycznych układów wielu ciał z tworzeniem podstaw rozwoju współczesnej techniki – mikroelektroniki, fotoniki, technologii czujników, niekonwencjonalnych metod wytwarzania i przechowywania energii. Z fizyką ciała stałego wiążą się lub wyodrębniły się z niej omówione wcześniej: optoelektronika, inżynieria materiałowa oraz nanotechnologie, a także pewne działy nauk obliczeniowych i chemii. Metody doświadczalne, rozwinięte na potrzeby fizyki ciała stałego, stają się podstawowymi narzędziami badawczymi biologii.

Rozwój teorii układów skorelowanych jest punktem wyjścia do projektowania nowych materiałów, które dzięki opracowywaniu nowych metod teoretycznych kwantowej fizyki wielu ciał stają się coraz efektywniejsze. Należy oczekiwać szybkiego postępu w tej dziedzinie i przełomowych odkryć.

Elektronika spinowa (spintronika) stanowi młodą, interdyscyplinarną dziedzinę wiedzy. Jej rozwój wynika z przekonania, że dotychczasowa droga rozwoju elektroniki klasycznej polegająca na miniaturyzacji elementów czynnych (komórek pamięci i tranzystorów) wyczerpuje obecnie swoje możliwości. Dlatego też budowa systemów informatycznych przyszłości wymagać będzie nowych idei, dotyczących zarówno konstrukcji elementów czynnych, jak i architektury komputerowej.

Chemia, technologia i inżynieria chemiczna

Chemia jest kluczową dziedziną nauki, bez której nie można liczyć na postęp w zakresie medycyny, ochrony zdrowia, rolnictwa, ekologii, nowych materiałów, lotnictwa, budownictwa czy przemysłu motoryzacyjnego. Badania w tym obszarze, a także działalność projektowa mają charakter multidyscyplinarny.

W najbliższej przyszłości będą opracowywane i stale doskonalone coraz bardziej energooszczędne i materiałoszczędne, przyjazne dla środowiska „zrównoważone” (czyste, zielone) technologie chemiczne służące do produkcji materiałów i produktów o coraz bardziej wyrafinowanych właściwościach.

Zakładając przesunięcie ciężaru i aktywności badań nauki polskiej na te obszary, które w świetle prognoz zdominują badania na świecie, (biologia i medycyna, technologie informacyjne, nowe materiały i technologie materiałowe), warto podkreślić, że właśnie szeroko rozumiana chemia wraz z technologią chemiczną to jedyna dziedzina, która stanowi podstawę wszystkich trzech priorytetów (Bio, Info, Techno). W tym kontekście należy również wziąć pod uwagę kwestię niekonwencjonalnych metod pozyskiwania energii elektrycznej i jej magazynowania.

Wiodącym kierunkiem światowych badań chemicznych jest poszukiwanie oryginalnych dróg syntezy (szczególnie w oparciu o procesy katalityczne) molekularnych i makromolekularnych związków chemicznych o specjalnych właściwościach. Najbardziej rozwojowe w skali świata i Polski będą nowe, wyselekcjonowane, bezopadowe katalityczne technologie petrochemiczne związane z nowoczesną przeróbką ropy naftowej i gazu ziemnego do cennych materiałów, półproduktów i paliw. W Polsce ten obszar aktywności naukowej reprezentuje najwyższy poziom międzynarodowy i powinien stać się polską specjalnością badawczą.

Badawcze zaangażowanie się Polski w latach 1996-2000

Korzystając z badań międzynarodowych pozwalających na monitorowanie zaangażowania badawczego i technologicznego poszczególnych regionów świata można stwierdzić, że Polska - na tle innych państw postkomunistycznych, jawi się jako „kraj środka”: przewaga nauk ścisłych i inżynierskich jest u nas znacznie mniejsza niż w np. w gospodarkach Słowenii, Czech, Węgier, Słowacji, Polski, Chorwacji, Rosji, Białorusi, Litwy, Łotwy, Rumunii, Bułgarii, Kazachstanu, Chin, Ukrainy, Azerbejdżanu i Mołdawii,

w państwach sukcesu gospodarczego Azji Południowo-Wschodniej (Japonia, Singapur, Korea Płd.) oraz niektórych państwach słabiej rozwiniętych (np. Portugalia, Brazylia, Tunezja, Egipt, Indie), ale wciąż bardzo wysoka nawet w porównaniu z Węgrami, Chorwacją i Estonią. Przykłady obrazuje poniższa tabela.

Tabela 3. Struktura badań i technologii wg dyscyplin w USA, Polsce i Chorwacji (%)

USA	POLSKA	CHORWACJA	
Medycyna kliniczna	23,5% Chemia	26,8% Chemia	20,2%
Fizyka	8,2% Fizyka	24,1% Medycyna kliniczna	17,1%
Chemia	8,1% Nauki o rośl./zwierz.	7,4% Fizyka	12,6%
Biologia i biochemia	7,7% Medycyna kliniczna	7,3% Nauki społeczne	10,9%
Nauki inżynieryjne	6,3% Biologia i biochemia	6,6% Nauki o rośl./zwierz.	5,5%
Nauki społeczne	5,2% Nauki inżynieryjne	5,4% Nauki inżynieryjne	5,0%
Nauki o rośl./zwierz.	5,1% Materiałoznawstwo	4,4% Biologia i biochemia	4,6%
Neurobiologia	4,6% Matematyka	2,7% Materiałoznawstwo	3,2%
Psychologia i psychiatria	4,0% Neurobiologia	2,2% Ekologia i środowisko	2,8%
Biologia mol./genetyka	3,8% Nauki o przestrzeni	1,8% Matematyka	2,6%
Nauki geologiczne	2,6% Farmakologia	1,6% Farmakologia	2,3%
Ekologia i środowisko	2,5% Ekologia i środowisko	1,5% Neurobiologia	2,2%
Materiałoznawstwo	2,2% Nauki geologiczne	1,5% Nauki rolnicze	2,0%
Ekonomia i zarządzanie	2,0% Nauki rolnicze	1,4% Nauki geologiczne	1,7%
Mikrobiologia	2,0% Biologia mol./genetyka	1,4% Biologia mol./genetyka	1,6%
Immunologia	2,0% Mikrobiologia	0,9% Psychologia i psychiatria	1,5%
Farmakologia	1,9% Badania mult.	0,7% Immunologia	1,5%
Matematyka	1,6% Immunologia	0,7% Mikrobiologia	1,1%
Nauki rolnicze	1,5% Informatyka	0,5% Nauki o przestrzeni	0,6%
Nauki o przestrzeni	1,5% Nauki społeczne	0,5% Informatyka	0,4%
Informatyka	1,2% Psychologia i psychiatria	0,3% Badania mult.	0,3%
Badania mult.	1,1% Ekonomia i zarządzanie	0,2% Ekonomia i zarządzanie	0,2%
Prawo	0,6% Nauki pedagogiczne	0,0% Nauki pedagogiczne	0,0%
Nauki pedagogiczne	0,6% Prawo	0,0% Prawo	0,0%

Źródło: Obliczenia w MNIi oparte na *National Science Indicators 1996-2000 Institute for Scientific Information, Philadelphia*. Nauki o roślinach i zwierzętach – dziedzina nauk biologicznych zaproponowana przez ISI.

5. Foresight jako nowoczesny instrument określania kierunków rozwoju nauki i technologii

Dokonany powyżej wstępny wybór priorytetowych kierunków rozwoju nauki i technologii istotnych dla rozwoju GOW w Polsce zostanie zweryfikowany za pomocą nowoczesnych instrumentów typu foresight. *Foresight* to systematyczny, przyszłościowy sposób docierania do informacji w celu budowania średnio lub długookresowej wizji

rozwojowej, jej kierunków i priorytetów, a w tym kontekście podejmowanie bieżących decyzji i mobilizowanie wspólnych działań. *Foresight* tworzy język debaty społecznej oraz kulturę budowania społecznej wizji myślenia o przyszłości. W przypadku projektów typu foresight, analizy i oceny przeprowadzane są przy szerokim udziale aktorów społecznych: przedsiębiorców, naukowców, przedstawicieli administracji publicznej, organizacji pozarządowych i społecznych, polityków, którzy mając bezpośredni kontakt z nauką i gospodarką oraz regulacjami jej dotyczącymi, zapewniają merytorycznie poprawny opis problemów oraz wskazują na możliwości ich rozwiązania.

Celem Narodowego Programu *Foresight* dla Polski jest określenie kierunków badań naukowych i prac rozwojowych, które w perspektywie wieloletniej wpłyną na przyspieszenie tempa rozwoju społeczno - gospodarczego, racjonalnego wykorzystania wyników badań w praktyce oraz stworzenia dla nich preferencji w przydziale środków budżetowych. Program będzie realizowany z inicjatywy i pod kierunkiem Ministra Nauki oraz we współpracy z Ministrem Gospodarki i Pracy. Obsługę organizacyjno – techniczną przedsięwzięcia zapewnia Ministerstwo Nauki i Informatyzacji. Program został ujęty jako jedno z działań w zakresie wspierania innowacyjności w dokumencie pt. „*Plan działań prozrostowych w latach 2003- 2004*” przyjętym przez Radę Ministrów 1 lipca 2003 r.

Określenie obszarów badań (pól) i ich struktury stanowi jedną z najważniejszych decyzji kształtujących program *foresight*. Na podstawie analizy już wdrożonych procesów *foresight* w innych krajach, a także propozycji w ramach projektu „*Foresight w sferze nauki i techniki: faza przygotowawcza*”, zrealizowanego w Polsce ze środków *Phare Sci-Tech II* oraz uwzględniając stan rozwoju dziedzin badawczych w różnych resortach, wstępnie wyodrębniono następujące pola i podpola badawcze:

➤ **ZDROWIE i ŻYCIE**

- Chemikalia i farmaceutyki,
- Bezpieczeństwo żywności,
- Technologie w medycynie (zastosowanie)

➤ **ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ**

- Społeczeństwo (poziom życia),
- Energia ,
- Ekologia,

- Technologie na rzecz ochrony środowiska – pod kątem możliwości odbudowy środowiska naturalnego,
- Zasoby naturalne i nowe materiały,
- Wzrost gospodarczy – z punktu widzenia dostępnych i zmieniających się czynników wytwórczych i zmian struktury przemysłu (rozwój przemysłów nowoczesnych i modernizacja starych – utrzymać czy zamykać?),
- Infrastruktura (w tym głównie transport),

➤ **TECHNOLOGIE INFORMACYJNE I TELEKOMUNIKACYJNE**

- Infrastruktura,
- Sieci,
- Dostęp do informacji,
- ePolska w eEuropie,
- Edukacja,

➤ **BEZPIECZEŃSTWO**

- Ekonomiczne zewnętrzne i wewnętrzne,
- Socjalne,
- Techniczno-technologiczne,
- Stabilność polityczna.

Dla przeprowadzenia pilotażowego projektu *Foresight*, stanowiącego pierwszy etap realizacji kompleksowego, Narodowego Programu *Foresight* wybrane zostało pierwsze pole badawcze **Zdrowie i Życie**. Wybór tego pola badawczego nie jest przypadkowy i został dokonany ze względu na:

- wysoką skalę i różnorodność problematyki,
- duże poparcie społeczne,
- problem zmiany struktury demograficznej społeczeństwa,
- tradycje w produkcji czystej żywności, stwarzające szansę Polski na dobre miejsce w świecie w rozwoju tej dziedziny,
- wytyczne dla organizacji i finansowania sektora medycznego w Polsce,
- poszukiwanie niszy na polskim rynku farmaceutycznym i medycznym.

Po pierwsze, powszechnie i zasadnie sądzi się, że tak jak tzw. paradygmat technologiczno-gospodarczy do lat 70. XX wieku opierał się na węglu i stali, a obecny – na technologiach informatycznych i telekomunikacyjnych, tak przyszły będzie opierał się na biotechnologii, nastawionej na problematykę medycyny, rolnictwa oraz produkcji żywności wysokiej jakości. W chwili obecnej inwestycje w technologie informatyczne przestały być źródłem przewagi konkurencyjnej państw i organizacji, ponieważ infrastruktura informatyczna stała się takim samym podstawowym składnikiem działalności gospodarczej i publicznej, jak na przełomie XIX i XX w. elektryczność i komunikacja telefoniczna. Po drugie, pole badawcze **Zdrowie i Życie** integruje różnorodną problematykę naukową, technologiczną, gospodarczą i społeczną związaną z możliwością rozwoju gospodarki i poprawą jakości życia w Polsce. Po trzecie, ideą projektu pilotażowego Narodowego Programu *Foresight* dla Polski jest określenie kierunków badań, technologii, usług oraz produkcji rolniczej i przemysłowej, które mają szansę wpłynąć na poprawę stanu zdrowia społeczeństwa oraz na przyspieszenie tempa rozwoju społecznego i gospodarczego, w celu stworzenia dla nich preferencji w przydziale środków budżetowych.

Foresight jako nowoczesne narzędzie planowania wskazuje na najbardziej akceptowane społecznie sektory gospodarki i działania, na których powinna się koncentrować finansowa pomoc państwa. Ponadto wyniki *foresight*, zawarte w raportach, pozwalają na ukierunkowanie zmian regulacji prawnych w sposób służący poprawie warunków funkcjonowania przedsiębiorstw przy zachowaniu lub zwiększeniu korzyści ekonomicznych państwa.

Wyniki uzyskane dzięki realizacji Narodowego Programu *Foresight* (NPF), którego częścią jest projekt pilotażowy, powinny zostać wykorzystane w przygotowaniu szczegółowego Narodowego Planu Rozwoju na lata 2007 – 2013.

Najtrudniejszą częścią każdego projektu *foresight* jest etap wdrażania jego wyników. Dlatego też niezbędny jest udział w pracach organu, jakim jest Komitet Sterujący projektu *foresight*, przedstawicieli tych resortów, które mają bezpośredni wpływ na kształtowanie polskiej gospodarki. Projekt ma charakter apolityczny. Eksperti dobierani są zgodnie z ich kwalifikacjami i doświadczeniem, reprezentują różne grupy społeczne.

W prace nad pilotażowym projektem *Foresight* włączeni zostali:

- przedstawiciele wybranych organów administracji rządowej, istotnych z punktu widzenia pola badawczego „Zdrowie i Życie”,
- eksperci ds. *foresightu* z Unii Europejskiej,

- naukowcy z Polskiej Akademii Nauk i Polskiej Akademii Umiejętności, jednostek badawczo-rozwojowych oraz wyższych uczelni państwowych i niepaństwowych,
- przedstawiciele biznesu, funkcjonujący w cieszącym się uznaniem na rynku firmach farmaceutycznych, a także produkujący żywność wysokiej jakości, sprzęt medyczny oraz wdrażający nowoczesne technologie w medycynie, służbie zdrowia i produkcji żywności,
- przedstawiciele społecznych instytucji naukowych,
- przedstawiciele mediów (dzięki współpracy z mediami możliwe będzie przeprowadzenie debaty z udziałem społeczeństwa, prowadzącej do koordynacji wspólnych działań dla rozwoju gospodarki i poprawy jakości życia w Polsce),
- przedstawiciele ugrupowań politycznych, które kształtują opinię społeczną, propagując swoje programy partyjne i posiadają zdolność przekonywania społeczeństwa o swoich racjach.

Współpraca z wymienionymi grupami aktorów społecznych może pomóc w lepszym zrozumieniu problematyki i celu, jakiemu służy realizacja Narodowego Programu *Foresight*, a przede wszystkim wdrożeniu jego wyników.

Zakończenie realizacji pilotażowego projektu *Foresight* w dziedzinie „Zdrowie i Życie” nastąpi do końca 2004 r., natomiast uruchomienie pełnego Narodowego Programu *Foresight* (II etap) planuje się na styczeń 2005 r., gdy zostaną opracowane raporty cząstkowe ze szczegółowych pól badawczych projektu pilotażowego.

Środki na realizację programu *Foresight* 2003-2006, zostały zaplanowane w budżecie nauki oraz w ramach Funduszy Strukturalnych Unii Europejskiej.

Rezultatem Narodowego Programu *Foresight* w Polsce powinno być ukierunkowanie rozwoju badań i technologii na dziedziny gwarantujące dynamiczny rozwój gospodarczy w perspektywie średnio i długookresowej oraz racjonalizacja nakładów realizowanych ze środków publicznych. Ponadto, efektem Narodowego Programu *Foresight* powinno być stworzenie języka debaty społecznej oraz wypracowanie wspólnego myślenia o przyszłości, prowadzące do koordynacji wspólnych działań dla rozwoju gospodarki i poprawy jakości życia w Polsce.

Narodowy Program *Foresight* w Polsce, podobnie jak przeprowadzenie tego typu projektów w innych krajach, ma za zadanie:

- zapewnić instrumenty dla przewidywania kierunków rozwoju technologicznego socjoekonomicznego,

- stanowić podstawowe narzędzie w procesie planowania strategicznego dla sektora publicznego i prywatnego (w UE wykorzystywany przy tworzeniu dokumentów programowych dla Funduszy Strukturalnych i Funduszu Spójności),
- wprowadzić nowych aktorów do realizacji procesu *Foresight* - do procesu włączani są nie tylko eksperci, ale także pracodawcy oraz przedstawiciele różnych społeczności, a ich obecność pomaga poznać inny od eksperckiego punkt widzenia problemów, stworzyć poczucie współuczestnictwa i zaangażowania uczestników, poprawić efektywność i trafność procesów decyzyjnych, pozyskać społeczną akceptację podjętych w trakcie realizacji projektu decyzji,
- wskazywać na priorytety inwestycyjne w sferze badań i rozwoju technologicznego poprzez odkrywanie potencjalnych możliwości: wyznaczanie priorytetów - przy pomocy programów horyzontalnych; wdrażanie - przy pomocy uszczegółowionych programów sektorowych,
- przedstawić znaczenie badań naukowych dla rozwoju gospodarki - *Foresight* demonstruje dostępne osiągnięcia technologiczne oraz wspomaga szacowanie możliwości absorpcji tychże osiągnięć przez gospodarkę,
- zmienić orientację polityki naukowej i innowacyjnej państwa - reorientacja z gospodarki tradycyjnej na Gospodarkę Opartą na Wiedzy.

6. Społeczeństwo informacyjne warunkiem i efektem budowania GOW w Polsce

Rozwój społeczeństwa informacyjnego w Polsce jest warunkiem włączenia się naszego kraju w proces przemian gospodarczych i społecznych zachodzących w Europie. Nieuchronnie następuje proces formowania się cywilizacji informacyjnej, w której wiedza i informacja będą znaczącymi zasobami gospodarczymi. Idea transformacji społeczeństwa europejskiego w Globalne Społeczeństwo Informacyjne stała się jednym z kluczowych elementów strategii Komisji Europejskiej, której celem jest wzmocnienie konkurencyjności europejskiej gospodarki. Dlatego sprawa budowania społeczeństwa informacyjnego w Polsce była poruszana w strategicznych dokumentach przyjętych przez Radę Ministrów, m.in. w „Długookresowej strategii trwałego i zrównoważonego rozwoju – Polska 2025”, „Strategii informatyzacji Rzeczypospolitej Polskiej – ePolska na lata 2004-2006” oraz w dokumentach sektorowych.

Priorytety rozwoju społeczeństwa informacyjnego w Polsce:

- zapewnienie powszechnego dostępu obywateli do usług telekomunikacyjnych,
- przygotowanie społeczeństwa polskiego do przemian technicznych, społecznych i gospodarczych związanych z tworzeniem się społeczeństwa informacyjnego poprzez edukację informatyczną,
- przygotowanie społeczeństwa polskiego do nowych uwarunkowań rynku pracy i nowych metod pracy oraz wykorzystanie zmian w tym zakresie do zwalczania bezrobocia powstałego w wyniku restrukturyzacji przemysłu i rolnictwa,
- dostosowanie regulacji prawnych do wymagań szybkiego postępu technicznego i walka z przestępczością informatyczną,
- dostosowanie gospodarki narodowej do wymagań globalnej gospodarki elektronicznej poprzez wprowadzenie regulacji dotyczących gospodarki elektronicznej,
- informatyzacja zamówień publicznych,
- stworzenie przejrzystych i przyjaznych obywatelowi struktur administracji publicznej i usprawnienie jej działania poprzez szersze zastosowanie teleinformatyki,
- rozwój nowoczesnych gałęzi przemysłu i wzrost jego innowacyjności w celu poprawy konkurencyjności polskiej gospodarki,
- zapewnienie wsparcia sektora nauki dla gospodarki elektronicznej i społeczeństwa informacyjnego w celu lepszego wykorzystania szans i minimalizacji zagrożeń związanych z rozwojem społeczeństwa informacyjnego,
- wzmocnienie promocji kultury polskiej w świecie przez zastosowanie narzędzi teleinformatycznych.

Realizacja ww. priorytetów umożliwi Polsce nadrobienie znacznych opóźnień w tym zakresie, wspomaganie rozwoju GOW, a także sprostanie ogólnym trendom wynikającym z epoki cywilizacji informacyjnej, do których można zaliczyć:

- dematerializację pracy i powszechną zmianę charakteru wykonywanych zawodów,
- wykorzystywanie technik społeczeństwa informacyjnego we wszystkich zawodach,
- wykorzystywanie komputerowych technik do pozyskiwania i magazynowania wiedzy,
- wzrost znaczenia wiedzy i informacji jako czynnika przewagi konkurencyjnej.

7. Podsumowanie

W IV kwartale 2003 r. uruchomiony został program *Foresight*, wykorzystujący nowoczesne metody i instrumenty w celu wyselekcjonowania kierunków rozwoju nauki i technologii w Polsce oraz wykształcenia społecznej kultury myślenia o przyszłości. Do czasu otrzymania jego wyników, tj. do roku 2006 (wyniki dla pola Zdrowie i Życie – do końca 2004 roku), nie można ostatecznie i definitywnie ustalić priorytetowych obszarów badawczych, które powinny zostać wpisane w zakres polityki naukowej i innowacyjnej państwa. Jednocześnie, przy utrzymującej się tendencji spadku budżetowego finansowania nauki nie można zwlekać i już dziś należy przyjąć i wspierać przede wszystkim dziedziny badań najbardziej obiecujące, gwarantujące dynamiczny rozwój gospodarczy w UE, pozwalające badaczom polskim współrozвивać te kierunki w badaniach europejskich.

Na podstawie prognoz przeprowadzonych przez KP Polska 2000 Plus, potwierdzonych częściowo w rezultatach projektów badawczych, można wnioskować, że za główną szansę Polski w budowie GOW trzeba uznać możliwość kreowania polskiej specjalizacji w Unii Europejskiej w zakresie technik informacyjnych, a zwłaszcza oprogramowania komputerowego. Występują bowiem poważne braki – także w niektórych dziedzinach w Polsce, ale w znacznie większym stopniu w krajach Unii Europejskiej – specjalistów w zakresie technik informacyjnych, i to na wszelkich poziomach wykształcenia: techników, inżynierów, magistrów, doktorów. Druga część tej szansy jest związana z kształceniem w dziedzinie oprogramowania komputerów. Kształcenie w zakresie technik informacyjnych jest znacznie bardziej kosztowne, jeśli się koncentruje na sprzęcie, niż jeśli się koncentruje na oprogramowaniu, tym bardziej, iż w Polsce od wielu lat powoduje to, że kształcimy lepiej w zakresie oprogramowania. Wiadomo też, że Unia Europejska pozostaje w tyle za Stanami Zjednoczonymi w zakresie oprogramowania i eksperci Unii określają ten obszar jako krytyczne wąskie gardło realizacji swych wizji rozwojowych. Jednocześnie, Unia Europejska ma poważne braki specjalistów w zakresie oprogramowania, szacowane na najbliższe lata na ok. 250 tys. specjalistów rocznie. Realizacja tego wyzwania byłaby znaczącym krokiem w budowaniu GOW w Polsce. Nie należy bowiem tracić z pola widzenia faktu, iż największe znaczenie strategiczne ma możliwość wyprzedzenia Polski w tym procesie przez mniejsze kraje nowo wchodzące do Unii Europejskiej. Jest to poważne zagrożenie zewnętrzne. Polska liczy niejako na swój potencjał demograficzny i rynkowy, powstrzymując się od bardziej ryzykownych działań strategicznych. Inne kraje widząc to próbują wyrównać swe szanse przez bardziej ryzykowne działania i często Polskę wyprzedzają (widoczne jest to już

wyraźnie na Węgrzech i w Słowenii). Nie stanowiłoby to zagrożenia, gdyby nie fakt, że kraje te mogą wykorzystywać atrakcyjne dla Polski szanse. Nie można więc zwlekać, musimy stosunkowo pośpiesznie rozbudować swój potencjał GOW w sygnalizowanych wcześniej dziedzinach. Natomiast wyniki programu *Foresight* pozwolą na zweryfikowanie przyjmowanych dotąd w Polsce kierunków badań i rozwoju technologii wskazując na dalszą ścieżkę ich rozwoju dla Polski.

Bibliografia

1. *Informacja o stanie nauki w Polsce*, MNiI, Warszawa, 2003
2. Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus” przy Prezydium PAN, *Jaka polityka naukowa dla Polski? Priorytety badawcze*, Warszawa, marzec 2002 r.,
3. Kozłowski J., *Stan nauki i techniki w Polsce (na tle innych państw)*,
4. Kubiela S., *Makroekonomiczne uwarunkowania polityki naukowo-technologicznej*
5. *Nauka i Technika w 2002 r.*, GUS, Warszawa 2004
6. *Poland Knowledge Economy Assessment*, The World Bank, Warsaw, March 12, 2004
7. *Third European Report on Science & Technology Indicators 2003*, European Commission, DG Research, Brussels 2003
8. *Towards a European Research. Key Figures 2003-2004*, European Commission, Brussels, 2003
9. Wierzbicki A.P., *Polska strategia gospodarki opartej na wiedzy*,
10. Wierzbicki A.P., prof. Kabaj M., prof. Karpiński A., dr Paradysz S., *Przechodzenie Polski do gospodarki opartej na wiedzy a kształtowanie się popytu na pracę*, Warszawa, 10 grudnia 2002 r.