



Proiect finantat in cadrul Programului Capacitati 2010,
Modulul II, Studii prospective

Nanotehnologia in Romania



Studiu Prospectiv

Raport Faza II-a

Mai 2011

Cuprins:

Introducere	.....	2
CAPITOLUL 1. Definirea domeniului si situatia pe plan mondial	.....	5
1.1 Definirea domeniului	.....	5
1.2 Situatiia domeniului in 2010	.....	5
1.3 Perspectiva 2020	.....	6
1.4 Evolutii in cateva tari ale lumii (Japonia, China, Rusia)	.....	7
1.5 Nanotehnologia in programele CD din Romania	.....	9
1.6 Contextul european	.....	10
1.7 Impactul economic si social al nanotehnologiei	.....	11
1.8 Particularitati ale nanotehnologiei	.....	12
CAPITOLUL 2. Organizarea activitatii in proiectul NANOPROSPECT	.....	14
2.1 Organizarea pe grupuri de lucru	.....	14
2.2 Bazele electronice de date NANOPROSPECT	.....	15
2.3 Consultare diaspora	.....	16
2.4 Consultare on-line	.....	16
2.5 Diseminarea informatiei	.....	17
CAPITOLUL 3. Situatiia domeniului	.....	18
3.1 Finantarea domeniului	.....	18
3.2 Cresterea numarului de publicatii	.....	18
3.3 Proiectele in domeniul "nano", conform inregistrarilor in BDE	.....	20
3.4 Rezultatele obtinute in diverse domenii	.....	21
CAPITOLUL 4. Resurse umane, educatie	.....	23
4.1 Problematika educatiei in nanotehnologii	.....	23
4.2 Activitati didactice universitare legate de nanotehnologie	.....	24
4.3 Observatii finale	.....	24
CAPITOLUL 5. Infrastructura experimentală	.....	26
5.1 Aspecte de ordin general	.....	26
5.2 Facilitatile experimentale complexe	.....	26
5.3 Situatiia din Romania	.....	27
5.4 Concluzii si recomandari	.....	28
CAPITOLUL 6. Interactiunea cu industria	.....	31
6.1 Aspecte de ordin general	.....	31
6.2 Punctul de vedere al "firmelor mari"	.....	31
6.3 Situatiia IMM-urilor din Romania interesate de nanotehnologii	.....	33
6.4 Observatii finale	.....	35
CAPITOLUL 7. Riscurile utilizarii nanotehnologiilor	.....	36
7.1 Generalitati	.....	36
7.2 Cum reactioneaza Uniunea Europeana	.....	37
CAPITOLUL 8. Domenii prioritare propuse	.....	38
8.1 Aspecte de ordin general (consultarea cu diaspora)	.....	38
8.2 Propuneri de domenii prioritare	.....	38
CAPITOLUL 9. Cooperare internationala	.....	52
9.1 Observatii preliminare	.....	52
9.2 Participarea la cooperari internationale	.....	52
9.3 Corelarea dintre programele nationale si cele europene	.....	54
9.4 Participarea Romaniei la Platforme Tehnologice Europene in domeniul nanotehnologiilor	.....	58
9.5 Factori care asigura succesul participarii in proiecte internationale	.....	60
9.6 Perspectivele cooperarii europene	.....	61
9.7 Recomandari	.....	62
CAPITOLUL 10. Concluzii finale	.....	64
10.1 Trecere in revista a capitolelor raportului	.....	64
10.2 De ce "nano" in Romania?	.....	65
10.3 Analiza SWOT	.....	66
10.4 Recomandari pentru o strategie nationala a domeniului de nanotehnologie	.....	68

Raport faza II-a proiectul NANOPROSPECT “Nanotehnologia in Romania: studiu prospectiv”

Preambul

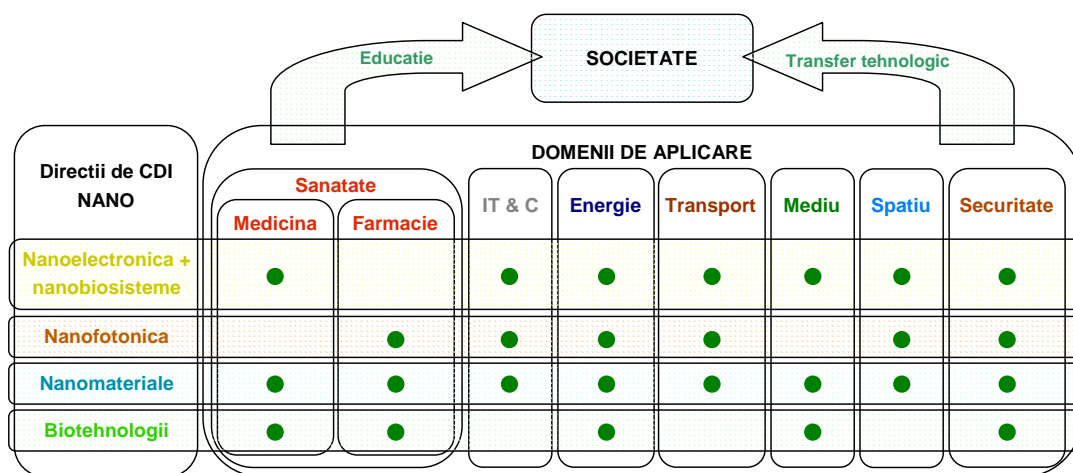
Materialul de fata (raport faza II-a) este concentrat pe **concluziile proiectului NANOPROSPECT** si nu pe modul de derulare al acestuia. Raportul este structurat (capitolele 3-9) pe sapte grupuri de concluzii/recomandari care au fost supuse dezbaterii specialistilor din tara si din diaspora. Chiar si in aceasta forma concentrata, raportul (cu cea mai mare parte a informatiei concentrate in anexe) este foarte voluminos (se apropie de 300 de pagini) si este prezentat in forma tiparita in doua volume (textul propriu-zis si respectiv anexele).

In **versiunea extinsa a raportului (pe CD)** se vor prezenta toate detaliile legate de activitatile din proiect, in concordanta cu documentele de contract (planul de activitati, Anexa a contractului, dar si planul detaliat de activitati, Anexa la protocolul semnat de membrii consortiuului), pentru ambele faze.

Acest studiu s-a confruntat cu **doua obstacole majore**. Primul a fost *dificultatea de accesa informatie publica* structurata privind activitatile din Romania (proiecte si infrastructura CD, educatie, firme). Al doilea a fost *reticenta* unor organizatii CD, universitati, firme de a completa bazele de date si respectiv a specialistilor de a participa la activitatile grupurilor de lucru.

NANOPROSPECT nu poate propune o strategie in nanotehnologie, deoarece activitatea a fost circumscrisa sistemului CD. Se fac insa propuneri si recomandari cu caracter strategic si una din cele mai importante este aceea de a depasi acest cadru.

Subliniem faptul ca acest proiect, cu toate imperfectiunile sale, ar putea fi considerat un *studiu de caz* extrem de relevant pentru complexitatea problematicii noilor tehnologii si rolul lor in societate. Ca un preambul la raport prezentam diagrama de mai jos, care ilustreaza *complexitatea domeniului*: principalele tehnologii si domeniile de aplicare.





Introducere

Nanotehnologiile sunt considerate in momentul de fata “tehnologii emergente” care pot revolutiona un numar mare de domenii de aplicatie. Dupa mai bine de 10 ani de la lansarea *Initiativei Nationale in Nanotehnologie* (SUA, ianuarie 2000) s-au facut progrese considerabile in numeroase tari ale lumii (circa 60 au propriile programe de nanotehnologie), iar la orizontul anului 2020 se asteapta un impact decisiv asupra calitatii vietii si a mediului. Din acest punct de vedere, noul “plan” din SUA (2011-2020), elaborat dupa o larga consultare pe plan international, vizeaza intrarea intr-o noua perioada, in care orientarea cercetarii este data de directiile de aplicatie.

Uniunea Europeana a avut un plan de dezvoltare 2005-2010 in nanotehnologii, dar nu a finalizat incercarea (demarata in decembrie 2009) de a contura un nou plan pentru perioada 2011-2015, in principal datorita noilor orientari promovate de Comisia Europeana (“Europa inovarii”, 2020). Nanotehnologiile se regasesc insa in “new and emerging technologies”. Procesul de “reasezare” a tematicilor in programele Uniunii Europene se va finaliza odata cu aparitia noului program cadru. Este important insa faptul nu va mai fi vorba de un cadru al cercetarii ci **o strategie cadru a cercetarii si inovarii**.

In *Romania* nanotehnologiile au aparut in programele CD incepand cu anul 2000, dar in PNCDI II nu apar explicit decat in cadrul prioritatii “Tehnologia informatiilor si a comunicatiilor” (corelare cu ICT si NMP din FP7). Desi activitatile din tara sunt predominant in domeniul nanomaterialelor, acestea nici macar nu sunt mentionate in domeniul de “materiale”. Urmand interactiunea cu Comisia Europeana, incepand din ianuarie 2010 incepe din nou sa se vorbeasca despre nanotehnologii, iar ulterior acestea apar printre cele patru domenii vizate de studii prospective.

Urmarea a competitiei, ANCS finanteaza proiectul “*Nanotehnologii in Romania: studiu prospectiv*”, cu acronimul NANOPROSPECT, care se desfasoara intre 25 octombrie 2010 si 25 mai 2011. Proiectul a fost castigat de un consortiu de 11 parteneri, condus de INCD-Microtehnologie. Consortiul este format din 4 universitati, 6 institute nationale si un institut al Academiei Romane. Din cele 11 organizatii, 7 au sediul in Bucuresti, iar celelalte 4 in centre universitare din provincie (Cluj-Napoca, Iasi, Timisoara). Din pacate, consortiul nu a putut cuprinde decat organizatii care au cercetarea ca principal obiect de activitate, ceea ce a facut dificila interactiunea cu actori din alte zone (firme, camere de comert, agentii de dezvoltare).

Limitarea activitatii consorțiului la zona CD este insa imposibila, din doua motive: in primul rand NANOPROSPECT trebuie sa faca recomandari legate de competitivitatea tehnologica, ceea ce necesita prezenta industriei; in al doilea rand elaborarea unor “recomandari strategice” vizeaza si alte zone de activitate (cum ar fi educatia).

La incheierea NANOPROSPECT se poate spune ca acest proiect a antrenat *zeci de organizatii si sute de specialisti* (in principal, dar nu exclusiv, din zona CD). S-au desfasurat diverse consultari si dezbateri, a fost elaborat (beneficind si de sprijinul diasporei) un set de *recomandari* care vor fi prezentate integral in materialul de fata. Recomandarile vizeaza diverse directii de activitate, nu numai activitatile CD. S-a creat un sistem de *baze de date electronice* care pun la dispozitia specialistilor (si a publicului in general) informatii dificil de obtinut pe alte cai (de exemplu date despre echipamentele achizionate prin finantari din diverse surse). In aceste baze de date



(interactive, relationale) exista acum aproape 3000 de inregistrari, cautarea fiind facilitata de un chestionar detaliat. Utilizarea limbii engleze face ca informatia sa poata fi folosita si pe plan international.

Lucrarile proiectului s-au desfasurat pe un fond destul de pesimist legat de reculul PNCDI II (reducerea considerabila a finantarii) si de criza care a afectat IMM-urile. Nici “schimbarea de directie” din Uniunea Europeana nu a fost de natura sa incurajeze proiectul NANOPROSPECT. ANCS a sprijinit constant consorziul in mobilizarea institutelor, universitatilor, companiilor straine prezente in Romania, dar rezultatele acestor eforturi au fost in general sub asteptari. Trebuie sa mentionam totusi interesul statornic pentru domeniu al unor multinationale cu activitati CD in Romania (Renault Tehnologie Roumanie, Infineon Technologies Romania, Honeywell Romania).

Ultima perioada pare sa fi determinat o schimbare a atitudinii actorilor potential interesati de domeniu, in contextul reluarii competitiei din PNCDI II si al aparitiei Consiliului National pentru Dezvoltare si Inovare (CNDI), dar si cu perspectiva unor colaborari internationale (initiativa de constructie a Centrului IBM de la Targu-Mures, cu tematica care include nanotehnologiile, progresul constant al proiectului ELI “Extreme Light Infrastructure”).

Recomandarile facute de proiect sunt pe linia *crearii unui cadru propice dezvoltarii nanotehnologiilor in Romania, in particular a cercetarilor legate de anumite directii de aplicatie*. Exista mari obstacole legate de dezvoltarea nanotehnologiilor in Romania, dar ele sunt numai in parte legate de particularitatile domeniului. *Pe un plan mai general*, finantarea activitatilor CD si a investitiilor trebuie concentrata pe obiective, favorizand polarizarea unor activitati si atingerea unei “mase critice” intr-un (sub)domeniu sau altul. Pe de alta parte, trebuie integrate activitatile de cercetare-educatie-inovare (asa numitul “triunghi al cunoasterii”).

In particular, *pentru domeniul nanotehnologiilor caracterul interdisciplinar este esential*, de aceea desfasurarea in paralel de cercetari separate in fizica, chimie, biologie, inginerie este putin eficienta, deoarece nu exploateaza intregul potential al domeniului. Pe de-o parte cercetarile trebuie focalizate pe aplicatii, iar pe de alta parte dezvoltarea nanotehnologiilor cu perspective cu adevarat “revolutionare” face apel la cercetarea in disciplinele fundamentale. Aceste particularitati fac din “fragmentarea” pe diverse tematici si in diverse planuri principalul inamic al dezvoltarii domeniului in Romania.

Reforma este astazi cuvantul de ordine in Romania. Educatia este reformata prin noua Lege a Educatiei Nationale, in timp ce cercetarea este si ea supusa unui proces de reforma prin diverse acte normative. Se poate mentiona si Programul National de Reforma (2011-2013) convenit cu Uniunea Europeana, desi acesta este putin cunoscut.

In educatie si cercetare accentul este pus acum in Romania pe calitate si performanta (“finantarea urmeaza performanta” este cuvantul de ordine in cercetare), dar *calitatea si recunoasterea internationala mai au nevoie de ceva*, de exemplu cercetarea in domenii de varf si educatia specializata trebuie sa atraga investitii straine si sa favorizeze dezvoltarea de IMM-uri inovative in domenii de inalta tehnologie. **In cercetare, problema nu este atat repartizarea “echitabila” a resurselor financiare, cat investitia profitabila.** In conditiile unei competitii tot mai stranse cu state dezvoltate si statele emergente, care investesc masiv in cercetare si inovare, Europa incearca sa-si revigoreze potentialul printr-o politica de cercetare si inovare care sa permita “transformarea rapida a noilor cunostiinte in efecte economice” (ceea ce caracterizeaza economia bazata pe cunoastere).



Lista capitolelor:

1. Definirea domeniului si situatia pe plan mondial
2. Organizarea activitatii in proiectul NANOPROSPECT
3. Situatia domeniului
4. Resurse umane, educatie
5. Infrastructura experimentală
6. Interactiunea cu industria
7. Riscurile utilizarii nanotehnologiilor
8. Domenii prioritare propuse
9. Cooperare internationala
10. Concluzii finale

CAPITOLUL 1. Definirea domeniului si situatia pe plan mondial

1.1 Definirea domeniului

Nanotehnologia asigură crearea și utilizarea de materiale, dispozitive și sisteme prin controlul materiei la scara “nano” (sub 100 nm). In proiect s-a folosit o *definitie mai detaliata (acceptata de Romania in ancheta UE, februarie 2010)*. Nanotehnologia (NT) asigura crearea si utilizarea de materiale, dispozitive si sisteme prin controlul materiei la scara de lungimi a nanometrilor, adica la nivelul atomilor, moleculelor si structurilor supramoleculare. Esenta NT consta in abilitatea de a lucra la aceste nivele pentru a genera structuri mai mari cu o organizare moleculara fundamental noua. Aceste “nanostructuri” realizate din blocuri de constructie care sunt cunoscute pe baza principiilor fundamentale sunt cele mai mici obiecte facute de om si ele ofera noi proprietati si fenomene din punct de vedere fizic, chimic si biologic. Scopul NT este acela de a invata sa exploatam aceste proprietati si de a fabrica si utiliza eficient nano structurile.

Definitia de mai sus include “nanostiintele” (deoarece trebuie intelese fenomenele si proprietatile fizice, chimice si biologice). Din domeniu nu fac parte toate materialele si procesele tehnologice, ci numai acelea care sunt legate de fenomene la scara “nano” sub 100 nm). NT include: tehnologiile convergente (micro-nano-bio-info) in masura in care sunt legate de fenomene si structurate la scara “nano”, de exemplu tehnologii precum nanoelectronica sau nanobiotehnologiile, care au suferit modificari profunde prin structurarea la scara “nano”.

1.2 Situatiia domeniului in 2010.

Evolutia domeniului in lume in cei 10 ani care au trecut de la lansarea NNI (National Nanotechnology Initiative) in SUA poate fi apreciata pe baza expunerii M.C. Roco (NSF) “*Long-term view of nanotechnology development*”, EU-US Workshop, Hamburg, 23-24 June 2010. Ratele anuale de crestere in perioada 2000 – 2008 au fost de 25% in finantarea CD, de 25% in numarul de cercetatori, 20-25% in articole, 35% in brevete si de 25% in produse pe piata. Se estimeaza ca in anul 2015 numarul de cercetatori in domeniu va ajunge la 2 milioane (0,8 milioane in SUA), finantarea globala in CD va fi de circa 70 mld. dolari (18 mld. dolari in SUA) in timp ce piata pentru produsele “nano” va fi de 1000 mld. dolari (400 mld. Dolari in SUA). Datele apar in tabelul de mai jos.

Rata de crestere a indicatorilor pentru nanotehnologii

Global	Resursa umana	Articole	Brevete	Piata produse	Fonduri cercetare
2000	60.000	18.085	1.197	30 B\$	1,2 B\$
2008	400.000	65.000	12.776	200 B\$	14 B\$
2000÷2008	25%	23%	35%	25%	35%
2015*	2.000.000			1.000 B\$	
2020*	6.000.000			3.000 B\$	

*date prognozate

Daca in perioada 2000 – 2005 au dominat structurile “nano” *pasive*, cu 2006 au aparut structurile *active* (de exemplu actuatori, dispozitive din electronica moleculara, structuri adaptive etc.) iar din 2010 se face trecerea spre *nanosisteme* (robotica, sisteme evolutionare etc.) Evolutia este

catre autoasamblare, tesuturi si sisteme senzoriale artificiale, terapii celulare cu nanodispozitive. O a patra generatie (nanosisteme moleculare) este asteptata din 2015, an in care (NMP EAG position paper in future RTD activities in NMP, European Commission, Nov. 2009) jumătate din noile materiale si procese avansate vor fi dezvoltate prin controlul la scara “nano”, adica prin NT.

Aplicatiile NT sunt prea numeroase pentru a le mentiona aici in detaliu. La nivelul anului 2015 (rap. citat) stiinta si ingineria nanobiosistemelor va deveni esentiala pentru sanatate si pentru biotehnologie. Nanomaterialele vor avea implicatii decisive in dezvoltarea sustenabila (de exemplu pe filiera nanomateriale-baterii electrice-automobilul electric).

Convergenta tehnologiilor (micro-nano-bio-info) plecand de la scara “nano” (a se vedea definitia extinsa de mai sus) va deveni fluxul principal de dezvoltare si integrare a NT cu biologia, medicina, electronica etc.

In EU, in prezent nanotehnologiile sunt prezente in PC7 nu numai in prioritatea NMP (nanotehnologie, materiale, productie), ci si in ICT (tehnologia informatiei si a comunicatiilor). Nanotehnologiile au impact important si in prioritatile “sanatate” si “energie”.

1.3 Perspectiva 2020

In perioada 2010-2015 se estimeaza ca nanotehnologiile vor duce la dezvoltarea unei generatii de produse bazate pe urmatoarele directii:

- design molecular pentru autoasamblare (ex: biomateriale pentru reparatii in organismul uman: nervi, tesuturi, rani);
- noi nanomasini, arhitecturi DNA- robotice;
- design molecular pentru obtinerea peretilor porosi;
- procese de auto-asamblare pentru celule artificiale;
- bloc-copolimeri pentru structuri 3D pe suprafete.

La orizontul anului 2020 se asteapta ca tehnologiile convergente vor duce la aparitia de noi domenii transdisciplinare:

- *Stiinta informatiei cuantice* (IT; Fizica nano si subatomica; Abordarea sistemelor pentru procese dinamice/ probe balistice, etc);
- *Eco – bio – complexitate* (Bio; Nano; Abordarea sistemelor pentru intelegerea modului in care modelele macroscopice ecologice sunt mentinute pe baza mecanismelor moleculare; interfata intre ecologie si economie; dinamica epidemiologica);
- *Inginerie neuromorfica* (Nano, Bio, IT, neurostiinte);
- *Sisteme biologice sintetice* (IT, NT, Bio, etc).

Programul strategic in nanotehnologie al SUA pentru aceasta decada (2011-2020), marcheaza o orientare clara spre aplicatii (epoca de explorare initiala, mai mult sau mai putin “haotica”, a trecut). Mai mult, focalizarea noului program national in SUA este spre “nevoile societatii” (**Nanotechnology Research Directions for Societal Needs in 2020. The Impact, Lessons Learned and International Perspective for Nanotechnology to 2020**)

Pentru ca Romania sa fie parte a acestor evolutii ale domeniului, ea trebuie sa participe la activitati de amploare, cu o “masa critica” suficienta, eventual prin colaborare internationala. Un subiect de reflectie in acest sens este o alta prognoza pentru 2015 (rap. citat al Comisiei

Europene), “Afacerile si organizatiile in domeniul nanotehnologiilor se vor restructura catre integrarea cu alte tehnologii, productie distribuita, educatie continua si consortii de organizatii cu activitati complementare”. Calea este prefigurata deja de “clusterele” formate in Europa sau in Japonia.

1.4 Evolutii in cateva tari ale lumii (Japonia, China, Rusia)

In **Japonia**, activitatile de cercetare si dezvoltare in domeniul nanotehnologiilor au inceput din perioada anilor ‘80. Cateva din programele foarte cunoscute au fost finantate de “Japan Science and Technology Corporation (JST)” prin programul ERATO, care este de obicei pe 5 ani, cu un buget intre 10 si 15 milioane de dolari.

“Ultimate Manipulations of Atoms and Molecules” (1992-2002) a fost cel mai mare program de nanotehnologii, cu un buget de 250 milioane \$USD/10 ani, foarte cuprinzator, acoperind nanomaterialele, nanobiologia si nanoelectronica.

In ultimele doua decade au fost multe alte programe in nanostiinta si nanotehnologie, finantate de Ministerul Educatiei, Culturii, Sportului, Stiintei si Tehnologiei (MEXT), de Ministerul Economiei, Comertului si Industrii (METI) si de alte agentii de finantare.

Planuri cincinale: Strategia de C&D in nanotehnologii in Japonia face parte din sistemul politic de construire a unei natiuni bazate pe stiinta si tehnologie avansata cu etape de cinci ani financiari, cu obiective foarte clar precizate:

- 1st Basic Plan (FY 1996-2000); politici cheie: - cresterea bugetului de C&D la 17 trilioane yeni (cheltuiti 17,6); - structurarea unui nou sistem de C&D; - plan suport pentru burse post doctorale.
- 2nd Basic Plan (FY 2001-2005); politici cheie: - impunerea prioritatii planului C&D asupra subiectelor nationale / sociale; - dublarea fondurilor pentru cercetarea competitiva; - buget total alocat: 24 trilioane yeni (cheltuiti 21,1)
- 3rd Basic Plan (FY 2006-2010); politici cheie: - reforma suplimentara a sistemului S&T care sa conduca la performante mai inalte; - cresterea resurselor umane in creativitatea S&T; - impunerea prioritatii temelor de C&D; - buget total alocat: 25 trilioane yeni (€200/\$250 billion)

Planurile se remarca prin claritatea obiectivelor propuse si mai ales prin analiza criteriilor de indeplinire si evaluare.

Dezvoltarea rapida a industriei nanotehnologiilor in **China** se datoreaza in mare parte investitiilor uriase pentru proiecte nanotech din partea guvernelor centrale si locale. Aparent adaugata la o lista de tehnologii prioritate la sfarsitul anilor 1990, cercetarea in domeniul nanotehnologiilor s-a bucurat de finantare acordata de stat prin intermediul *Planului National 863 Hi-Tech R&D*. Implementat pe parcursul a trei planuri succesive de cinci ani, programul a stimulat dezvoltarea Chinei in directiile high-tech, capacitate cercetare-dezvoltare, dezvoltare socio-economica si de securitatea nationala.

In conformitate cu obiectivele nationale si cerintele pietei, programul abordeaza o serie de sarcini si previziuni de varf high-tech de importanta strategica: 1) elaborarea de tehnologii-cheie pentru construirea infrastructurii informationale a Chinei; 2) elaborarea de tehnologii cheie biologice, agricole si farmaceutice pentru a imbunatati bunastarea poporului chinez; 3) obtinerea de noi materiale-cheie si noi tehnologii de fabricatie avansate pentru a impulsiona competitivitatea

industrială; 4) progrese în tehnologii-cheie pentru protecția mediului, dezvoltarea resurselor de energie și pentru a servi la dezvoltarea durabilă a societății chineze.

Un sistem de experți are rolul de a judeca și lua decizii tehnice pentru a trasa tendința dezvoltării high-tech, iar mai departe guvernul are rol de decizie. Sistemul de experți este format din comisii de specialiști pentru aprecierea priorităților și un panel de experți pentru evaluarea temelor de cercetare. Prima comisie are rolul de a supraveghea, evalua și sugera implementarea proiectelor în domenii prioritare relevante, în timp ce panelul de experți are rolul de a lua decizii tehnice pe teme relevante și managementul lor în proiecte.

Pentru o bună punere în aplicare a programului au fost adoptate **o serie de măsuri**: (1) *Incurajarea inovației*. În atribuirea și evaluarea proiectelor, achiziția *dreptului de proprietate intelectuală (DPI)* este adoptată ca un indicator pentru a încuraja inovarea. (2) *Consolidarea capacității de inovare a întreprinderilor și încurajarea lor să devină entități tehnice de inovare*. Au fost adoptate măsuri în atribuirea, evaluarea și aplicarea proiectelor bazate pe activități de cercetare orientate spre aplicație. (3) *Consolidarea managementului și protecției drepturilor de proprietate intelectuală*. Au fost inițiate studii și analize ale drepturilor de proprietate intelectuală înainte și în timpul implementării Planului și au fost definite în mod clar drepturile și interesele statului, partilor implicate în proiect, și partilor implicate în aplicarea, dezvoltarea, și utilizarea drepturilor de proprietate intelectuală. (4) *Consolidarea integrării Planului cu dezvoltarea high-tech locală*. Au fost inițiate proiecte de orientare care să ghideze dezvoltarea locală high-tech și industriile asociate să cultive surse de creștere economică. (5) *Incurajarea cooperării internaționale*. Fonduri speciale sunt alocate pentru a facilita integrarea Programului 863 cu "Programul de cooperare internațională Proiecte majore", și să sprijine și să încurajeze punerea în aplicare a proiectelor de cooperare internațională în cadrul Programului.

Astăzi, zeci de centre de cercetare importante și sute de întreprinderi din China sunt implicate în producția nanotehnologiilor, care a devenit rapid o industrie de miliarde de yuani. Concentrate în China în centre economice majore, cum ar fi Beijing, Shenyang, Shanghai, Hangzhou și Hong Kong, aceste hub-uri urbane numără practic aproximativ 90 de procente din toată cercetarea și dezvoltarea nanotech a Chinei, și angajează o mare parte a societății.

Până în anul 2007, **Rusia** nu a avut practic o politică științifică, industrială sau comercială coordonată în domeniul nanotehnologiei, dar începând cu acel an Guvernul Rusiei a planificat alocarea a peste 5 miliarde euro pentru un program de dezvoltare a industriei NT, optând pentru o organizare centralizată: Russian Corporation of Nanotechnologies (RUSNANO). În acord cu documentul strategic, misiunea acestei corporații este de a implementa o politică publică cu scopul de a propulsa Rusia printre liderii lumii în domeniul nano. Lista lungă de „task-uri” cheie definită de RUSNANO subliniază ambițiile înalte și așteptările prin care succesul corporației va fi măsurat:

- *Prevederi și direcții de conducere a dezvoltării științifice, tehnologice și comerciale a nanotehnologiei în Rusia* (împreună cu diverse agenții și organizații).
- *Programe de infrastructură*. Este așteptat ca Rusnano să co-finanteze dezvoltarea infrastructurii științifice și ingineresti a Rusiei, precum și parcuri industriale, centre de transfer tehnologic, zone economice speciale și incubatoare de afaceri. În plus, acesta a stabilit un program nou, care va dezvolta un nou tip de laborator, laboratorul secolului XXI, care va integra expertiza de cercetare din diferite discipline.
- *Proiectele de cercetare și dezvoltare*. Cele mai multe proiecte de C & D ce vor fi finanțate trebuie să aibă un accent de piață; finanțarea va fi aprobată pe baza perspectivelor de comercializare.

- *Proprietatea intelectuala.* Rusnano intentioneaza sa construiasca un puternic portofoliu IP.
- *Proiecte educationale.* Corporatia va sustine programe de instruire dedicate pentru nanostiinta si crearea de clustere de invatamant, educatie interdisciplinara, formare si re-formare de specialisti pentru toate etapele necesare procesului de inovare in industria nano
- *Dezvoltarea conditiilor si relatiilor de piata.* Scopul este de a infiinta IMM-uri si conditii de piata, astfel incat start-upul nanotehnologiei ruse nu va fi tinut in loc de birocratie. Activitatile vor include promovarea de "nanotehnologii realizate in Rusia" pe piata mondiala, dezvoltarea de diverse proiecte de infrastructura nanotehnologica si a zonelor economice speciale.
- *Certificare, standardizare si metrologie:* stabilirea unui sistem nou de certificare in domeniu.
- *Siguranta si gestionarea riscurilor.* Mentinerea standardelor de siguranta si cooperarea cu organismele internationale.
- *Sensibilizarea publicului.* PR si eforturi de informare care vizeaza atat populatia rusa, precum si imaginea nanotehnologiei Rusiei in strainatate.
- *Schimb de informatii.* Fiind in centrul retelei nationale a nanotehnologiei, Rusnano isi propune sa dezvolte si sa mentina baze de date pentru a facilita schimbul de informatii legate de nanotehnologie in Rusia.
- *Participarea la imbunatatirea aspectelor legislative.* Contributie la cadrul legislativ cu privire la toate aspectele legate de industria tarii, nanotehnologiei si a infrastructurii.
- *Cooperarea internationala.* Rusnano va cauta sa intre in acorduri si cooperari internationale pentru a facilita prezenta industriei nano ruse pe piata internationala.
- *Stabilirea unui forum international pentru schimbul de idei si discutii.* Acest lucru a fost demarat cu lansarea unui forum (Rusnanotech) care este planificat sa aiba loc anual si va fi completat de alte simpozioane, seminarii si expozitii.

Strategia RUSNANO prevede sustinere financiara pina in anul 2015, existand o crestere gradata de la an la an a investitiilor planificate, investitiile totale pornind de la 0.73 mld. \$ in 2008 si ajungand la 1.48 mld.\$ in anul 2015; vanzarile de produse din industria nano sunt prevazute sa ajunga la 32.14 mld.\$ in 2015, iar volumul exporturilor de produse la 6.43 mld.\$.

1.5 Nanotehnologia in programele CD din Romania

In Romania, despre NT s-a vorbit incepand cu anul 2000 (tematica in programul "Orizont 2000"). A urmat programul de "Materiale noi, micro-si nanotehnologii" (MATNATECH 2001-2006), gestionat de catre Universitatea "Politehnica" din Bucuresti. Un bilant succint: 269 de proiecte de colaborare la care au participat 189 organizatii (54 institute de CD, 20 universitati, 23 intreprinderi mari, 92 de IMM-uri). Totusi numai o mica parte din proiectele de mai sus au fost strict legate de domeniul "nano".

Programul de cercetare de excelenta CEEEX (2005-2008) a avut o tematica "replica" la PC7. Domeniul "nano" aparea explicit in prioritatea NMP (nanotehnologie, materiale, productie) si numarul de proiecte "nano" a crescut. In aceasta ordine de idei, mentionam in legatura cu participarea romaneasca in proiectele europene: in diverse statistici prioritatea NMP este fie pe primul loc, fie pe al doilea. Proiectele legate de domeniul nanostiinta, nanotehnologie (mai restrans decat NMP) au avut urmatoarea pondere: CEEEX 2005 -15%; CEEEX 2006- 13%.

A urmat PNCDI II (2007-2013), care a prevazut (in programul de „Parteneriate”) o tematica specifica „nano” (subdomeniul 1.7) in prioritatea „Tehnologia informatiei si comunicatii”. Aici a intrat o tematica multidisciplinara, inclusiv nanomedicina si au castigat proiecte colective din fizica, chimie, biologie. Ponderea cea mai mare a proiectelor de „nano” a fost in

subdomeniul 7.1 (materiale) al prioritatii „Materiale, procese si produse inovative” (desi particula „nano” nu aparea in descrierea tematicii). Pe ansamblu, ponderea „nano” in PNCDI II (numar de proiecte finantate) a fost IDEI 2007: 7%; IDEI 2008: 25%; Parteneriate 2007: 7.5%; Parteneriate 2008: 9%; Capacitati 2007: 18%; Capacitati 2008 : 11%, iar fondurile alocate in Romania pentru domeniul nano, fara a exista un program specific ca in alte tari europene, au fost: 2008: 50. 33 M€; 2009: 11,94 M€. O examinare critica a situatiei in prezent in tara apare in sectiunea 3.

1.6 Contextul european

Nu se stie inca prioritatile dupa care va fi structurat urmatorul program cadru, dar in Uniunea Europeana se vorbeste tot mai mult de un grup de tehnologii cheie, asa-numitele “Key enabling technologies”. Ele au fost definite de Comisia Europeana in 2009, dupa cum se arata in caseta urmatoare.

Nanotehnologia promite sa fie directia principala in dezvoltarea micro- nanosistemelor si dispozitivelor inteligente si sa ofere descoperiri radicale in domenii vitale de interes, cum sunt sanatatea, energia, mediul si fabricatia.

Micro- si nanoelectronica, incluzand semiconductorii, sunt esentiale pentru toate produsele si serviciile care necesita un control inteligent in diverse sectoare: industria auto si transport, aeronautica si spatiu. Sistemele inteligente de control folosite in industrie permit o administrare mai eficienta a producerii, stocarii, transportului si consumului de energie utilizand retele electrice si dispozitive inteligente.

Fotonica este un domeniu multidisciplinar care se ocupa cu studiul luminii, cuprinzand generarea, detectia si orientarea acesteia. Printre alte lucruri, ofera o baza tehnologica pentru conversia luminii solare in electricitate, importanta pentru producerea energiei regenerabile si o varietate de componente si echipamente electronice, cum ar fi fotodiode, leduri si laseri.

Materialele avansate asigura imbunatatiri majore in diverse domenii, de exemplu in industria aerospatiala, transport, constructii, sanatate; faciliteaza reciclarea, reducand emisiile de carbon si consumul de energie si limiteaza consumul de materii prime, care se gasesc intr-o mica masura in Europa.

Biotehnologia aduce procese alternative mai curate si durabile pentru operatiuni in mediul industrial, agricultura si industria alimentara. De exemplu, va permite inlocuirea progresiva a materialelor neregenerabile utilizate in prezent in diferite industrii, cu resurse regenerabile; cu toate acestea, domeniile de aplicatie sunt abia la inceput.

"Preparing for our future: Developing a common strategy for key enabling technologies in the EU"; COM(2009) 512 final, COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS, Brussels, 30.09.2009

Este extrem de semnificativ faptul ca nanotehnologiile sunt prezente mai mult sau mai putin explicit in toate aceste cinci “tehnologii cheie”, considerate adevarati “piloni” ai dezvoltarii (a se vedea si capitolul 9).

1.7 Impactul economic si social al nanotehnologiei

Crearea de companii este un indicator important pentru dezvoltarea si importanta economica a unei noi tehnologii. Companiile noi incep de obicei cu un activ principal: brevetul pe o noua tehnologie, pe care il exploateaza sau a carui licenta o vind altor companii cu capacitate de productie si distributie.

In privinta **noilor locuri de munca** create, intreprinderile mici si mijlocii contribuie cel mai mult. *National Science Foundation* estimeaza ca aproximativ 2 milioane de muncitori din toata lumea vor fi implicati in NT, pina in anul 2015. Ei vor fi distribuiti in toate regiunile lumii, dupa cum urmeaza: 0.8 – 0,9 milioane in SUA, 0.5 – 0,6 milioane in Japonia, 0.3-0,4 milioane in Europa, circa 0,2 milioane in regiunea Asia-Pacific cu exceptia Japoniei si 0,1 milioane in alte regiuni. In plus, alte 5 milioane de locuri de munca, sau in medie de 2,5 locuri de munca pentru fiecare muncitor nanotech, ar trebui sa fie create (Roco, 2003). Chiar mai optimiste, Lux Research anticipeaza crearea a 10 milioane de locuri de munca in intreprinderi bazate pe nanotehnologie, pana in 2014.

Analiza empirica a dezvoltarii economice a nanotehnologiei, incepe evident cu **studii de piata**. Aceste studii sunt dificil de realizat, datorita faptului ca nanotehnologia ca tot variaza mult in functie de scopurile pentru care e adresata, iar faptele reale nu sunt usor de masurat. Cu toate acestea, se anticipeaza o dezvoltare importanta a nanotehnologiei in industria farmaceutica si electronica, domenii in care se preconizeaza chiar ca se poate ajunge la nivelul la care se gasesc tehnologiile de informare si comunicare. Aceasta dezvoltare, va avea de asemenea un impact extraordinar asupra numarului de locuri de munca in industria de fabricatie; companii Nanotech au fost create in trecut si mult mai multe sunt de asteptat sa apara in viitor.

In ceea ce priveste finantarea NT, unele diferente intre regiunile lumii devin evidente. In timp ce in Statele Unite si Japonia exista o finantare echilibrata din fonduri private si publice, in Europa, investitorii privati participa mai putin substantial fata de agentiile de finantare publica. Pe de alta parte, nivelul finantarii publice NT din Europa este competitiv la nivel mondial si indica o reactie timpurie a politicii europene de cercetare la noile oportunitati deschise de nanotehnologie si participare la cursa „nano”. Pe de alta parte, lipsa investitiilor private nu este specifica domeniului „nano”, aceeasi participare slaba se inregistreaza pentru cercetare/dezvoltare in general, si ca urmare lipsa acestor investitii trebuie pusa pe seama unor motive mai generale in sistemul de cercetare industrial al Europei.

Nivelul ridicat al finantarii publice a cercetarii in domeniul nanotehnologiei este foarte probabil sa aiba un impact pozitiv asupra cercetare S&T de excelenta din Europa. Cunosterea si proprietatea intelectuala sunt create in proiecte de cercetare care sunt in mare masura finantate din fonduri publice. Cu toate aceste, punerea in practica a tehnologiilor si obtinerea de produse de succes comercial depind, de asemenea, de implicarea industriei in aceste proiecte, care trebuie imbunatatita.

Nanotehnologia are un numar si o varietate foarte mare de aplicatii in multe sectoare diferite. Potential, nanotehnologia ar putea duce la o utilizare mai eficienta si durabila a resurselor si poate avea un impact benefic pentru marea majoritate a oamenilor din intreaga lume. Cu toate aceste, ca toate tehnologiile care exista, ea ar putea avea un impact negativ asupra societatii, in ceea ce priveste aspecte legate de confidentialitate, divizarea societatii, comunicare si riscuri.

Confidentialitatea. Potentialul de abuz este prezent si limitele de tipul „informatii care pot fi capturate” (de exemplu cu ajutorul unor senzori) trebuie sa fie clar definite de societate, in general, prin intermediul sistemului legislativ. Problemele de confidentialitate pot aparea, de asemenea, prin progresele in diagnosticarea medicala care sa permita scanarea de rutina a oamenilor pentru diagnosticarea de boli genetice. O astfel de tehnologie ar trebui sa fie obligatorie pentru a permite tratamentul mai devreme? Daca da, atunci ce se intampla cu dreptul pacientului de a alege? Daca nu, atunci societatile de asigurari de sanatate vor considera aceasta diagnosticare o conditie necesara? Cine va avea acces la toate aceste informatii si cum vor fi pastrate in siguranta?

Divizarea societatii. Ca si in cazul tehnologiilor precedente, cum ar fi IT, nanotehnologia ar putea avea ca efect largirea decalajului dintre bogati si saraci, sau mai precis, lumea dezvoltata si in curs de dezvoltare. In primul rand acest lucru poate fi resimtit prin progresele in asistenta medicala, transport, aprovizionarea cu energie, etc. care vor fi (mai) disponibile pentru cei bogati. Cu toate acestea, paradoxul poate veni, de asemenea, din utilizarea scazuta a resurselor naturale. Multe din metalele pretioase si mineralele pe care nanomaterialele noi urmeaza sa le inlocuiasca, si sa reduca astfel dependenta de non-regenerabile, sunt exploatate in tarile in curs de dezvoltare. Pierderea acestor venituri, fara o strategie de inlocuire a acestora, va avea un impact negativ asupra economiei si dezvoltarii acestor tari. Pentru a raspunde acestor efecte potentiale, strategiile in nanotehnologie trebuie abordate diferit in tari diferite, in functie de nevoile acelor tari.

Comunicare. Acceptarea noilor progrese ale nanotehnologiei si, in special, a efectelor ei la scara larga, se poate realiza doar prin comunicare si dialog intre oamenii de stiinta, industrie, guverne si societate in general. Acest lucru a fost ignorat de multe ori si a dus la dezinformare si neintelegere cu privire la riscurile si beneficiile asociate cu noile progrese. Necesitatea comunicarii a fost recunoscuta de catre guvernele, agentile de finantare a cercetarii si industrie, si aceste institutii au acum initiative de a exploata activ dialogul cu oamenii de stiinta si cetatenii interesati, prin explicarea implicatiilor noilor dezvoltari, cu scopul ca opiniile diferitelor membri ai societatii sa fie incorporate in planurile viitoare. Un exemplu in acest sens este Planul Strategic NNI.

Concluzii: Analiza efectuata cu privire la situatia nanotehnologiei in diverse tari scoate in evidenta in primul implicarea guvernelor in promovarea si finantarea unui program coerent de cercetare in domeniul NT, in acord cu resursele si prioritatile nationale. Este promovata cooperarea mediului academic cu industria, dezvoltarea si sustinerea sectoarelor educationale si sustinerea unei dezvoltari NT responsabile.

1.8 Particularitati ale nanotehnologiei

Sa remarcam anumite **particularitati ale nanotehnologiilor**, care, chiar daca nu sunt apanajul exclusiv al domeniului, sunt extrem de importante.

- Pentru nanostiinta si nanotehnologie asa-numitul “triunghi al cunostierii” (knowledge triangle) educatie – cercetare – inovare, este un concept esential. Cercetarea in domeniul “nano” nu se poate dezvolta fara noi resurse umane si fara directia data de aplicatii (inovarea pentru crearea de noi produse si tehnologii). Aceste activitati se desfasoara adesea implicand unele resurse umane si materiale comune.
- Domeniul este intr-o masura esentiala interdisciplinar, cu implicarea stiintelor fundamentale (fizica, chimie, biologie), a disciplinelor ingineresti.
- Este remarcabil ciclul scurt de la cercetarea fundamentala la aplicatie, iar distinctia intre cercetarea fundamentala



- Ca și în fizica atomică și tehnica nucleară, facilitățile experimentale sunt esențiale, chiar dacă aceste facilități sunt mai puțin costisitoare și mai numeroase (în 2007 în SUA existau peste 70 de centre de nanotehnologie); menționăm ideea de facilități (centre) “deschise”, la care au acces simultan (și adesea colaborează) cercetători din diverse discipline, doctoranzi, firme.

Surse principale de informație:

- „*Inventory of National Science, Technology and Innovation Policies for Nanotechnology 2008*”, OECD, Directorate for Science, Technology and Industry, July 2009.
- Christos Tokamanis (DGRTD/G4) “*Leveraging European Investment in Nanotechnologies, R&D and Innovation*”, September 2009.
- “*Position Paper on Future RTD Activities of NMP for the Period 2010-2015*”, European Commission, November 2009.
- „*UK Nanotechnologies Strategy. Small Technologies, Great Opportunities*”, HM Government, March 2010.
- „*Ireland’s Nanotechnology Commercialisation Framework (2010 – 2014)*”, Forfas, August 2010.
- „*National Nanotechnology Initiative, Strategic Plan*”, NSF, December 2010.
- National Nanotechnology Initiative (NNI) Centres, Networks, and Facilities, *list available at http://www.imt.ro/NANOPROSPECT/Appendix_D_NNI_centers_10-1210.pdf*
- “*Cross-sectoral Analysis of the Impact of International Industrial Policy on Key Enabling Technologies*”, Within the Framework Contract Sectoral Competitiveness ENTR/06/054, Final report (Client: European Commission, Directorate-General Enterprise & Industry, March 2011).
- “*Evaluarea potențialului românesc de cercetare în domeniul fizicii și elaborarea strategiei naționale de cooperare internațională*” (ESFRO), Program sectorial, Raport 2010.
- „*Programul National de Reforma*”, Guvernul României, aprilie 2011.

CAPITOLUL 2. Organizarea activitatii in proiectul NANOPROSPECT

Este vorba de o prezentare selectiva, subliniind anumite particularitati ale proiectului. In acest raport la faza II-a nu se prezinta planul de activitati, responsabilitatile la nivelul fiecarui partener etc.

2.1 Organizarea pe grupuri de lucru

Grupuri de lucru pe problematici. Problematicele complexe ale nanotehnologiilor au fost repartizate pe *Grupuri de lucru* (GL). Acestea sunt:

GL1. Cercetare/tehnologie

GL2. Probleme specifice ale industrializarii si ale comercializarii rezultatelor CD (inovare, transfer tehnologic, standardizare, metrologie etc.)

GL3. Educatie si formare de competente (instruire, formare multidisciplinara prin cercetare)

GL4. Infrastructuri experimentale (centre experimentale deschise s.a.)

GL5. Dezvoltarea responsabila a nanotehnologiilor (protectia mediului si a sanatatii, riscuri), inclusiv reglementari si legislatie

GL6. Comunicarea cu publicul si networkingul celor implicati in domeniu.

In aceste grupuri de lucru au fost inclusi specialisti din consortiu, dar si din afara acestuia, pe baza recomandarii conducerilor organizatiilor respective. Functionarea acestor "grupuri" de lucru a fost in cel mai bun caz "intermitenta". O dificultate majora a fost imposibilitatea includerii unor actori din afara sistemului CD (esentiala in cazul GL2, GL3, GL5). A existat o participare a "industriilor", reprezentata prin cateva multinationale si un numar de IMM-uri. Aceste grupuri de lucru au produs rapoarte care au fost incluse in Raportul intermediar NANOPROSPECT (decembrie 2010). In faza finala se punteaza concluziile noi si aspectele esentiale: in buna masura structura acestui raport de sinteza deriva din aceasta structura pe grupuri de lucru.

Subgrupuri de lucru pe directii de aplicatie. GL 1. Cercetare/tehnologie a fost divizat pe Subgrupuri de lucru (SGL) pe directii de aplicatie, avand in vedere orientarea din Raportul Genesys (*White Paper Genesys, Grand European initiative on Nanoscience and nanotechnology using NEutron- and SYncrotron Sources*, Max Planck Gesellschaft, 2009). Clasificarea pe aceste subdomenii (dupa aplicatii) a fost esentiala pentru unele din bazele de date electronice NANOPROSPECT, create si utilizate in 2011, anume cele legate de proiecte, brevete, tehnologii si produse (a se vedea mai jos). Aceste subgrupuri de lucru sunt listate mai jos.

SGL. 1.0 Cercetare fundamentala

SGL. 1.1 Nanoelectronica si fotonica

SGL. 1.2 Bio-nanosisteme (Medicina, Stomatologie, Medicamente, Cosmetica, Agricultura, Industrie alimentara, Nanosisteme naturale - *de ex. lemn, biomasa etc.*)

SGL. 1.3 Industrie chimica (Industria chimica, Industria petrochimica, Cataliza)

SGL. 1.4 Tehnologie nucleara

SGL. 1.5 Energie (Productia de energie, Conversia de energie, Stocarea si transportul de energie, Economia de energie)

SGL. 1.6 Industrie de prelucrare (Metalurgie, Ceramica, Polimeri si compozite)

SGL. 1.7 Transporturi (aeronautica si auto) (Transporturi Aeronautice, Transporturi Auto)

SGL. 1.8 Toxicologie

SGL. 1.9 Mediu

SGL. 1.10 Reconstituire si conservare

SGL. 1.11 Securitate si siguranta.

Si subgrupurile de mai sus au fost completate cu specialisti din consortiu sau cu specialisti din afara acestuia (recomandati de conducerea institutiilor). Consultarea acestor specialisti s-a facut de regula prin e-mail. Responsabilitatea a cazut pe coordonatorul grupului. Daca in faza intermediara (decembrie 2010), s-au elaborat studii, in mare masura bazate pe rezultatele “anchetei fulger” (a se vedea mai jos) in faza finala activitatea unor subgrupuri de lucru nu a mai fost vizibila. Bazele de date electronice furnizeaza si o explicatie: domeniile respective nu par sa aiba o masa critica (Sectiunea 3). Desigur, exista si explicatia ca cercetatorii (si firmele) din domeniile respective nu au raspuns solicitarii NANOPROSPECT.

O situatie speciala o are “cercetarea fundamentala”, la care si-au declarat apartenenta diversi specialisti care au completat bazele de date. Raportul SGL 1.0 din prima etapa (decembrie 2010) a aratat ca in mod paradoxal cercetarea zisa fundamentala listata acolo era grupata pe aplicatii. De fapt, in nanotehnologie aceasta este o situatie comuna: cercetarea fundamentala este adesea prezenta in investigatii orientate aplicativ.

2.2 Bazele electronice de date NANOPROSPECT

Ancheta fulger Rezultatele anchetei fulger (formulare completate si listate pe pagina de web a proiectului www.imt.ro/NANOPROSPECT, noiembrie 2010 - decembrie 2010), au fost prezentate in faza intermediara a proiectului). Ele totalizeaza circa 200 pagini cu date completate de 55 de organizatii (inclusiv centre de cercetare din universitati). Aceste date sunt insa dificil de consultat si nu sunt utile pentru cooperare internationala (fiind in limba romana).

In perioada martie – mai 2011 au intrat in functiune si au fost completate **bazele de date electronice NANOPROSPECT**. Acestea aduc o contributie la transparenta si circulatia informatiei. Aceste baze de date (BD) nu sunt numai interactive (informatia poate fi corectata si completata ori de cate ori este necesar), dar si relationale (exista 13 categorii de informatii, introduse independent prin chestionare separate, dar ele corelate intre ele). Faptul ca informatia este **publica** si poate fi accesata printr-un mecanism de cautare avansata (exemplificare in anexa) ar trebui sa aiba implicatii aparte asupra comunitatii stiintifice, antrenand o anumita responsabilizare si facilitand colaborarea, inclusiv pe plan international (informatia este in **limba engleza**).

Structura bazelor de date este urmatoarea. Exista 13 formulare care se completeaza independent si anume:

- organizatii (inclusiv entitati autonome, fara personalitate juridica);
- grupuri CD cu activitati in “nano” (colective, laboratoare, departamente etc.) din organizatiile respective;
- specialisti care activeaza in nanostiinta si nanotehnologie;
- infrastructuri (transfer tehnologic, experimentale etc.);
- parteneriate;
- echipamente specifice;
- proiecte in domeniu, finantate din diverse surse;
- articole in periodice legate de domeniul “nano”;
- brevete;
- produse;
- tehnologii;
- cursuri in domeniu;
- carti.



Bazele de date sunt corelate (relationale), astfel incat se pot lista inregistrarile facute pe organizatii, grupuri, specialisti deoarece inregistrarile se fac (cu parola) la aceste nivele.

S-au facut aproape 3000 de inregistrari in bazele de date. Cele mai interesante date sunt cele legate de infrastructuri, echipamente, proiecte, brevete, produse, tehnologii. Ultimele 4 categorii pot fi identificate si dupa domeniul de aplicatii (care corespund subgrupurilor de lucru).

Nu toate inregistrarile sunt complete si nu toata informatia corespunde profilului “nano”. Exista doua aspecte importante. In primul rand, informatia este publica, astfel incat oricine poate sa constate, de pilda, daca o publicatie interna intr-un institut a fost inregistrata drept “carte”. In al doilea, cel care a introdus informatia o poate completa sau corecta ulterior.

2.3 Consultare diaspora

Un rol crucial a fost jucat de **Dr. Mihail C. Roco** de la National Science Foundation (NSF, SUA), savant de origine romana, asa-numitul « arhitect al National Nanotechnology Initiative » (SUA, 2000). Domnia sa a vizitat Romania in ianuarie 2011 si timp de trei zile a avut intalniri cu oficialitati, a vizitat institute si firme, Universitatea “Politehnica” din Bucuresti (unde a primit titlul de Doctor Honoris Causa), a facut o expunere de sinteza la Academia Romana, a acordat interviuri etc. Dr. Roco si-a sintetizat opiniile privind problematica NANOPROSPECT intr-o prezentare sintetica care a ghidat, intr-o mare masura, concluziile proiectului. Opiniile lui Mihail Roco (anexa) au servit ca punct de plecare si pentru consultarea specialistilor din tara si din strainatate.

Consultarea diasporei a avut loc in martie 2011. Un numar de 24 de specialisti romani care lucreaza in diverse tari s-au inscris intr-un formular special al proiectului NANOPROSPECT. Majoritatea au participat la dezbaterile problematicei proiectului si aprecierile sau propunerile lor se regasesc in acest raport (anexa).

In urma consultarii diasporei si a interactiunii in consorciu s-au elaborat un set de concluzii si recomandari preliminare ale proiectului (anexa). Aceste concluzii au fost prezentate si la dezbaterile finale la nivel national (24 mai 2011) si se regasesc si in capitolele 3-9 al prezentului raport.

In plus, consultarea a inclus in ultima faza abordarea a trei reprezentanti nationali in High Level Group Nanotechnology de la Comisia Europeana, din care au raspuns doi: din Irlanda si respectiv din Franta (anexe). Acesti specialisti au examinat concluziile si recomandarile mentionate si au fost intr-o mare masura de acord cu ele.

2.4 Consultare on-line

O consultare ceva mai larga privind situatia din Romania (resurse umane, baza materiala etc.), cu puncte tari si puncte slabe a avut loc cu ajutorul unui chestionar electronic cuprinzand aprecieri gradate pentru un numar de 45 de intrebari. La aceasta consultare au participat 162 de specialisti din tara. Au putut participa numai specialistii inscrisi in bazele de date NANOPROSPECT. Opiniile introduse sunt “anonime” (spre deosebire de consultarea mentionata anterior) si se obtin date statistice (ca la un sondaj). Pentru comparatie s-a cerut si opinia specialistilor din diaspora



(au raspuns 13 persoane). De remarcat ca au fost situatii (intrebări ale chestionarului) in care opiniile exprimate de catre cei din tara au fost mai favorabile decat cele exprimate din diaspora.

O alta consultare on-line a avut loc pe domeniul bio-nanosisteme si a angrenat 36 de specialisti, rezultatele fiind prezentate in capitolul 8.

2.5 Diseminarea informatiei

Buletin electronic. O diseminare larga a informatiei legate de rezultatele proiectului a avut loc printr-un buletin electronic (e-News) al proiectului NANOPROSPECT. Acesta a fost difuzat saptamanal (au fost 28 editii), la peste 2000 de adrese (s-au atins 2700 de adrese). Ocazional, a fost difuzat si un “supliment” cu informatii despre domeniul “nano” (de exemplu evenimente din tara si din strainatate).

Pagina de web a proiectului (www.imt.ro/NANOPROSPECT), a afisat o informatie bogata privind evenimentele desfasurate in cadrul proiectului, inclusiv prezentarile facute la aceste evenimente, informatia din buletinele saptamanale etc.

Comunicarea in interiorul consortiului a fost facilitata de o pagina web cu parola (Extranet).

Anexa 2.1 Exemple de cautare avansata in bazele de date NANOPROSPECT

Anexa 2.2 Propuneri Dr. Mihail Roco**

Anexa 2.3 Opinii ale unor specialisti din diaspora

Anexa 2.4 Concluzii si recomandari preliminare ale raportului.

Anexa 2.5 Experienta Irlandei si propunerile NANOPROSPECT

Anexa 2.6 Experienta Frantei si propunerile NANOPROSPECT

Anexa 2.7 Consultare on-line specialisti din tara si diaspora

CAPITOLUL 3. Situatia domeniului

3.1 Finantarea domeniului

Unul din obiectivele NANOPROSPECT a fost evaluarea situatiei in tara in domeniul nanotehnologiilor. Consorțiul si-a fixat ca reper *intervalul de timp din 2005 pana in prezent*. Este perioada in care finantarea cercetarii a crescut (cel puțin in primii ani) intr-un ritm impresionant. In aceeasi perioada s-a investit masiv si in baza materiala. In acelasi timp, reducerea de finantare din PNCDI II incepand cu 2009 (in 2009 si 2010 nu s-au tinut competitii, iar bugetul proiectelor contractate in 2007 si 2008 a fost serios amputat) a fost intr-un fel “compensata” de investitii substantiale in infrastructura de cercetare facute cu ajutorul fondurilor structurale (POS Competitivitate), investitii care continua pana in 2013.

Lipsa unei prioritati CD distincte legate de “nanotehnologii” in programele nationale finantate incepand cu anul 2005 a facut oarecum riscanta asocierea unor finantari interne cu domeniul nanotehnologiilor si cu subdomenii de aplicatie ale acestora. Intr-o prima evaluare, cautand particula “nano” in titlul si in rezumatul proiectelor s-au gasit (in CEEEX si PNCDI II) circa 400 de contracte (dintre care 300 de cercetare, iar restul de infrastructura, actiuni suport) semnate incepand cu anul 2005. Ordinul de marime pentru valoarea totala a acestor contracte este probabil 100 milioane de euro, dar valoarea finala a fost serios redusa de “amputarea” contractelor semnate in 2007 si 2008. Valoarea investitiilor in infrastructura obtinute din fondurile structurale (2008-2013) este si ea probabil de ordinul zecilor de milioane de euro, dar aici estimarile sunt dificil de finalizat deoarece: (a) scopul declarat al investitiilor nu este de regula legat de domeniul “nano” (de fapt toate zonele de inalta tehnologie au fost excluse din start de la finantarea prin fonduri structurale, ceea ce spune ceva despre raporturile dintre UE si Romania); (b) multe echipamente de caracterizare performante au rezolutie in domeniul “nano”, fara ca ele sa fie folosite sistematic pentru investigatii in nanostiinta si dezvoltari in nanotehnologie.

Circumstantele de mai sus justifica *dificultatea estimarilor* legate de finantarea “nanotehnologiilor”, dar problema de fond este alta: este evidenta **fragmentarea finantarii pe proiecte de cercetare si pe investitii**, astfel incat nici nu putem sa ne asteptam la rezultate deosebite, in afara cresterii numarului de publicatii si a numarului de echipamente. Aceasta imbunatateste vizibilitatea internationala si conditiile de lucru ale cercetatorilor, dar nu creaza in mod automat perspective pentru competitivitate tehnologica si pentru investitii straine in “high-tech”.

3.2 Cresterea numarului de publicatii.

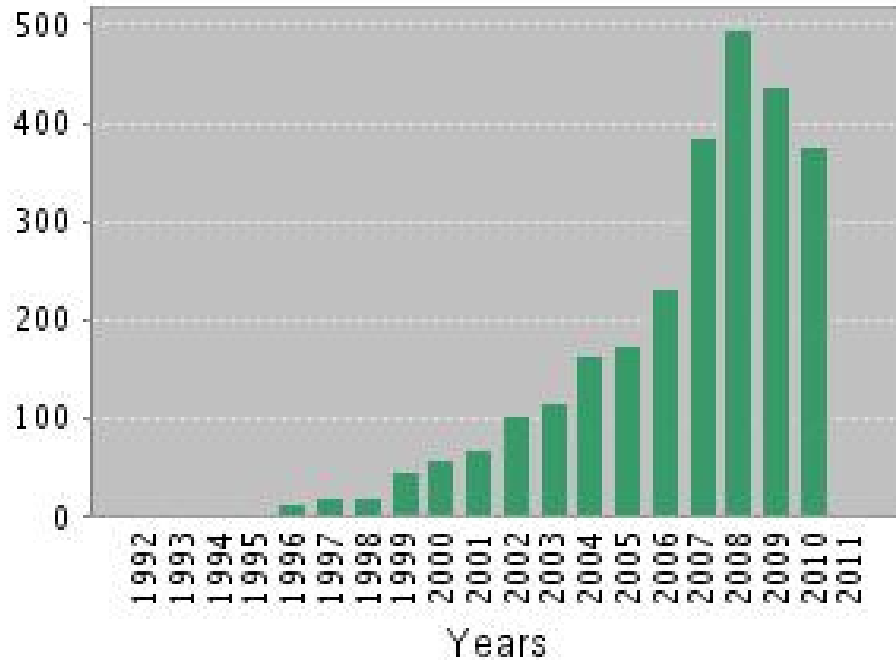
Diagramele de mai jos ilustreaza dinamica publicatiilor si a citarilor autorilor romani in domeniul nanostiinta – nanotehnologie in ultimile doua decenii. Datele sunt *preluate de pe ISI Web of Science* (explicatii detaliate au aparut in raportul NANOPROSPECT din prima faza, decembrie 2010).

Cresterea rapida a numarului de publicatii reflecta de fapt un fenomen care a avut loc si pe plan mondial. Interesanta este scaderea numarului de publicatii pe an in ultima perioada (2009, 2010).

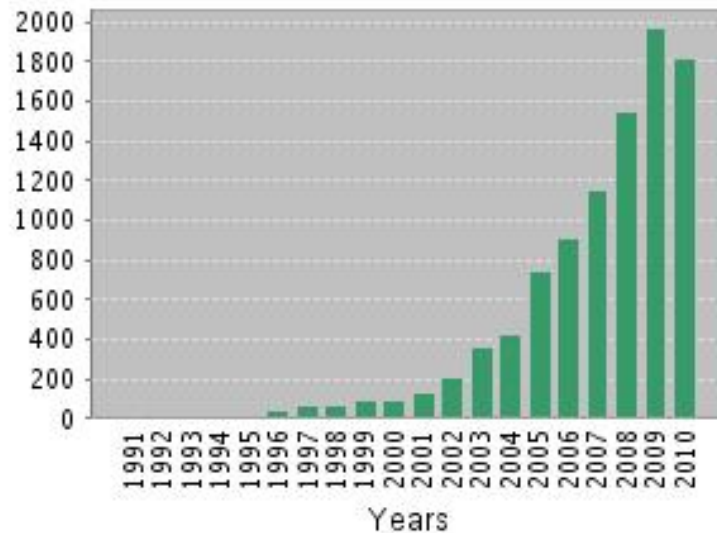
Un aspect interesant este urmatorul: este posibil ca atat pe plan mondial, cat si in lume, dezvoltarea rapida a domeniului asa cum apare in cresterea numarului de publicatii sa fie legata

si de redefinirea unor domenii existente in contextul nanostiintei si nanotehnologiei. Nu poate fi ignorata insa aparitia si dezvoltarea rapida a programelor nationale, dar si cresterea rapida a centrelor experimentale de nanotehnologie.

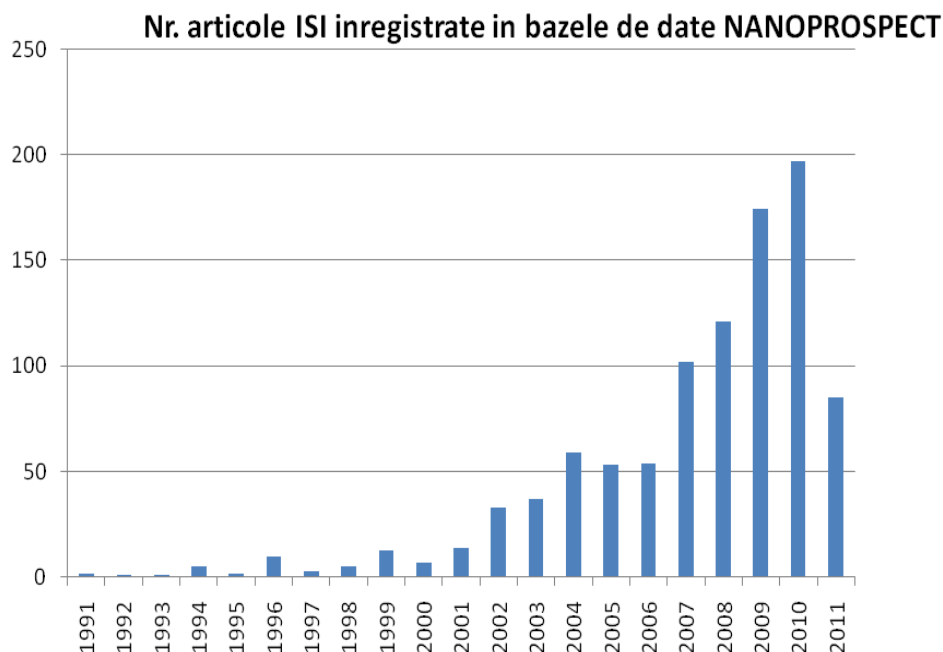
Published Items in Each Year



Citations in Each Year



Informatii privind evolutia numarului de articole ISI in domeniul “nano” apar si in figura urmatoare. Diagrama se bazeaza pe *numarul de articole inregistrate in bazele de date NANOPROSPECT*. Evident, numarul de articole inregistrate aici este sensibil mai mic, dar totusi semnificativ. Alura curbei nu este exact aceeaasi, de exemplu aici nu apare o scadere a numarului de articole in anii 2009, 2010 (probabil datorita insistentei asupra articolelor de data foarte recenta).



3.3 Proiectele in domeniul “nano”, conform inregistrarilor in BDE.

Informatii privind domeniul de aplicatie sunt furnizate de bazele de date electronice (BDE) NANOPROSPECT, in care au fost inregistrate 312 proiecte, dintre care 235 in programele nationale iar 77 – in programe internationale. Este clar ca nu toate proiectele nationale relevante au fost inregistrate in BDE, ci numai ceva mai mult de jumatate. In orice caz, numarul de proiecte nationale inregistrate in BDE este suficient de mare, pentru a putea trage concluzii relevante asupra domeniilor de aplicatii.

Distributia proiectelor nationale este urmatoarea: 27,2% sunt legate de cercetarea fundamentala si 6,8% de “nano-tools” (instrumente specifice domeniului “nano”). Distributia pe domenii de aplicatie da urmatorul clasament: 18,3% in bio-nanosisteme; 17,4% in nanoelectronica si fotonica; 9,8% in industria de procesare; 7,7% in energie, 5,5% in mediu si numai 3% in industria chimica. Domeniile de aplicatie corespund subgrupurilor de lucru pe domenii de aplicatie (clasificarea Genesys).

*Daca statistica se refera la *numarul total de proiecte* (interne si internationale), situatia nu difera foarte mult. Circa 24% din proiecte (75 din 312) sunt atribuite cercetarii fundamentale, la care se adauga 20 proiecte (6,4%) legate de “nano-tools”. *Distributia pe domenii de aplicatii este**

urmatoarea: 19,6% (61 proiecte) in nanoelectronica si fotonica; 16,7% (52 proiecte) in bio-nanosisteme; 10,6% (33 proiecte) in industria de procesare; 7,4% (23 proiecte) in energie; 6,4% (20 proiecte) in mediu; 3,8% (12 proiecte) in industria chimica etc.

Analiza scientometrica (ISI Web of Science) efectuata in Faza I-a a contractului a aratat ca primele trei domenii ca numar de publicatii sunt **Bio-nanosisteme, Energie, Nanoelectronica si fotonica**.

domenii de aplicare-proiecte

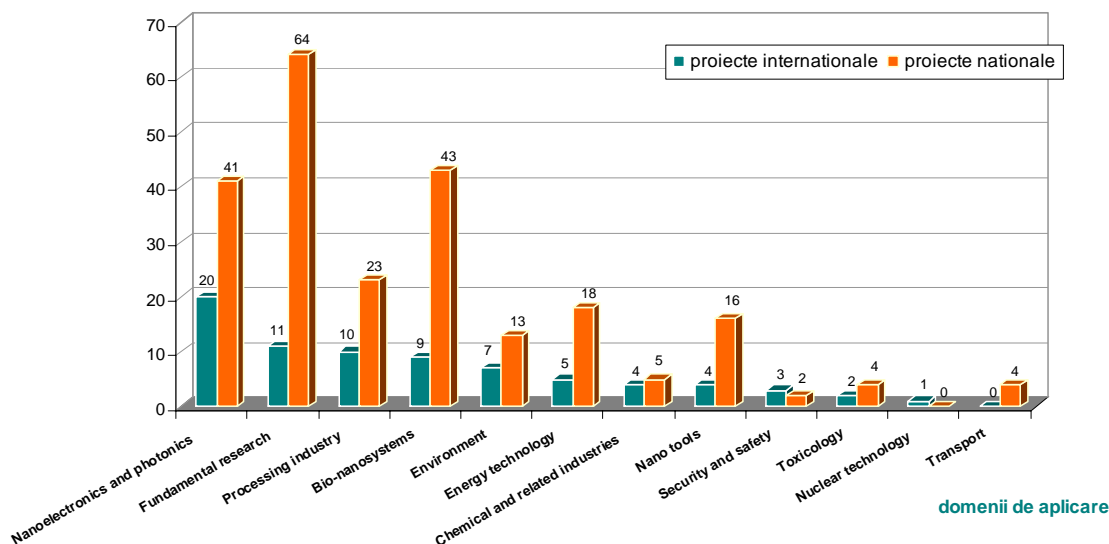
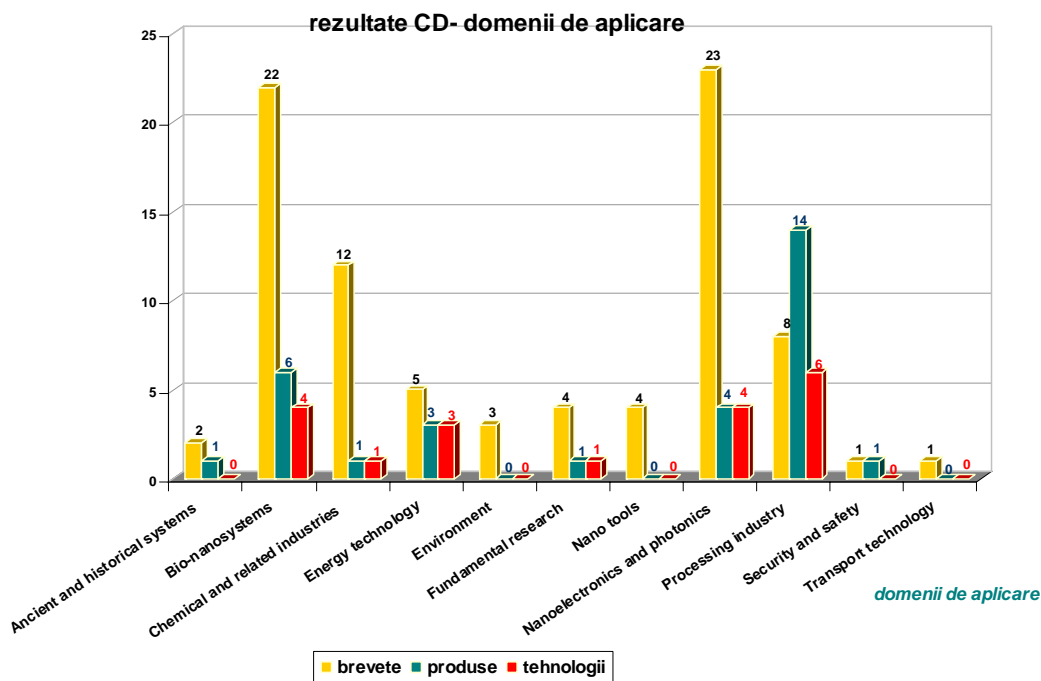


Figura de mai sus reprezinta distributia proiectelor nationale si respectiv internationale pe domeniu de aplicare, conform structurii grupurilor de date (clasificarea Genesys). Exista o oarecare incertitudine, legata de urmatoarele circumstante: (a) nu toate proiectele au fost inregistrate in bazele de date; (b) selectia domeniului a fost facuta de catre cei care au introdus datele si nu este clar cum au interpretat ei sintagmele “fundamental research” si respectiv “nano-tools”.

3.4 Rezultatele obtinute in diverse domenii.

Bazele de date NANOPROSPECT permit o comparatie intre domenii de aplicare si in cazul informatiilor legate de brevete, de produse si de tehnologii, asa cum se vede din diagrama de mai jos. In ceea ce priveste numarul de brevete inregistrate in BDE, domeniile de “Nanoelectronica si fotonica” si respectiv “Bio-nanosisteme” isi mentin suprematia constatata in listarea proiectelor, dar situatia nu mai este aceeaasi pentru produse si tehnologii, unde in general avem numere foarte mici.



Observatii finale:

- Tematica de nanotehnologii a intrat in planurile nationale CD incepand din anul 2000, dar a fost abordata in stiluri diferite de la un program la altul, fara sa existe o continuitate, fara a se trage concluzii din etapele anterioare. Incepand cu anul 2005, s-au derulat numeroase proiecte, s-au finantat achizitiile de echipamente performante, dar fara un plan anume.
- Nu a existat o focalizare pe tematici dovedite viabile nu numai din punctul de vedere al “consumatorilor de fonduri”, ci si din punctul de vedere al industriei, al noilor tehnologii, al integrarii in ERA, al nevoilor societatii etc. (de exemplu numarul proiectelor “nano” identificate in programul de Inovare a fost comparativ foarte mic).
- Trebuie remarcat totusi ca tematicile de nanoelectronica si de nanomedicina (cu numarul cel mai mare de proiecte inregistrate in bazele de date) au fost prezente in PNCDI II (in zona tehnologiilor informatiei), intr-o stransa corelare cu tematica din proiectele europene. Nici faptul ca Romania este prezenta in patru proiecte de nanoelectronica din parteneriatul public-privat ENIAC-JU nu pare a fi intamplator.
- Infrastructura a fost si ea dezvoltata avand in vedere preocuparile diverselor institutii si grupuri, iar cand a avut la baza un plan la nivel national, acesta nu a vizat in mod expres nanotehnologiile.
- Este resimtita si lipsa unei strategii care sa acopere toate aspectele importante ale dezvoltarii nanotehnologiilor pe plan national.

Recomandare:

Evaluarea domeniului nanotehnologiilor trebuie sa continue, inclusiv in cadrul proiectului “Evaluare intermediara a implementarii Strategiei nationale CDI si a Planului national de cercetare, dezvoltare si inovare 2007-2013” (proiect lansat la 26 mai 2011). De asemenea, concluziile NANOPROSPECT trebuie completate si aprofundate cu ajutorul specialistilor in domeniu si a reprezentantilor industriei, la cererea ANCS si a CNDI.

CAPITOLUL 4. Resurse umane, educatie

4. 1 Problematika educatiei in nanotehnologii

Pe un plan general, tinand seama de particularitatile domeniului si de cerintele actuale in Romania, mentionam:

- Necesitatea unei educatii multidisciplinare, la diverse nivele, dar si a unei formari interdisciplinare, prin cercetare in echipa.
- Importanta sprijinirii cercetatorilor tineri, precum si a specialistilor reveniti dupa studii/activitate de durata in strainatate (finantare, conditii de lucru, mobilitate, promovare). De remarcat si faptul ca cercetatorii reveniti in tara nu pot fi apreciati dupa criteriile identice cu cei formati in tara, deoarece au lucrat intr-un sistem diferit: de pilda – in cazul tinerilor - ei conduc mai rar proiecte, nu sunt angajati pe durata stagiului de doctorat (deci nu conteaza la vechime) etc.
- O cerinta “subiectiva” care poate sa conteze foarte mult in atragerea cercetatorilor experimentati, dar si in mentinerea in tara a tinerilor talentati este *recunoasterea performantei, intr-un climat de transparenta*.
- Exista sentimentul ca actualele dotari, unele extrem de bine performante, nu sunt bine folosite datorita numarului relativ redus de specialisti, precum si a unei mobilitati reduse (din nefericire, dupa instalarea celor mai multe echipamente a intervenit si reducerea fondurilor pentru cercetare, inclusiv “amputarea” proiectelor in curs de derulare).
- O problema cu totul speciala, specifica situatiei actuale din Romania, o constituie necesitatea cresterii implicarii universitatilor in activitatile CD si in interactiunea cu industria, inclusiv prin master si doctorat, la nivelul universitatilor din tarile puternic dezvoltate. Atat universitatile cat si firmele trebuie sa colaboreze, la niveluri de eficienta similare cu cele din tarile dezvoltate, pentru a creste calitatea absolventilor de facultate la nivel international. Reglementarile legale trebuie sa sustina si incurajeze un asemenea trend, fara care pot apare pericole de plafonare la nivel economic. In acest sens, prezentam in caseta de mai jos o luare de pozitie semnificativa.

Dr. ing. Michael Neuhaeuser, General Manager Infineon Technologies România, participand la Masa rotunda “Perspectiva utilizarii nanotehnologiilor in industrie”, organizata de NANOPROSPECT, la CCIR (10 mai 2011) a pus accentul pe necesitatea corelării strategiilor din cercetare cu cele din sistemul educational. Citam urmatoarea interventie: “*Știu că nu există suficienți bani în sistem, dar mesajul meu cheie este ca resursele disponibile trebuie investite direcționat și structurat, către acele business-uri care promit că sunt de succes. De asemenea, sistemul educational trebuie structurat, gândit în funcție de nevoile programului național cadru de CDI. Dacă o direcție va fi cea legată de dezvoltarea nanoelectronicii, așa cum se prefigurează acum, atunci educația trebuie remodelată în funcție de noile coordonate, iar jucători industriali puternici, precum Renault, Continental sau Infineon pot sprijini acest demers. În momentul de față suntem o companie în creștere, limitată de faptul că nu mai găsim pe această piață ingineri cu nivelul de calificare pe care ni-l dorim.*” (Market Watch, mai 2011).

Punctul de vedere de mai sus este exprimat intr-o forma diplomatica. In dezbaterile care au avut loc in luna mai 2011, *directorii generali ai Infineon Technologies Romania si respectiv Honeywell Romania s-au exprimat mai transant* in legatura cu scaderea calitatii nivelului pregatirii universitare (exista “varfuri”, dar este greu sa se recruteze un numar de zeci de absolventi capabili), precum si in legatura cu esecurile intampinate in incercarea de a implementa laboratoare in universitati.

4.2 Activitati didactice universitare legate de nanotehnologie

Activitatile didactice universitare legate de nanotehnologie exista in mai multe facultati din Bucuresti, Cluj-Napoca, Iasi, Timisoara: discipline in curriculum-ul mai multor programe de licenta, programe de master in “nanostiinte”, cursuri in domeniu in cadrul unor programe de master, teze de doctorat cu tematica explicita din nanostiinte si nanotehnologii, programe post-doctorale (Programe Europene sau Fonduri structurale).

Programele de licenta includ capitole speciale cu aspecte specifice nanostiintelor si nanotehnologiilor in cadrul specializarilor de inginerie sau de fizica, chimie si biologie (ex. Introducere in nanostiinte (si/sau nanotehnologii), Bazele nanotehnologiilor; Specializare in Microelectronica, optoelectronica si nanotehnologii la Universitatea Tehnica “Gh. Asachi” Iasi).

Exemple de *programe de master* cu discipline dedicate exclusiv rezultatelor cercetarilor din acest domeniu: *Universitatea "Politehnica" Bucuresti* - Microelectronica si Nanoelectronica; Nano- si microsisteme electromagnetice; Ingineria Nanostructurilor si Proceselor Neconventionale; Tehnici avansate de obtinere si caracterizare a nanomaterialelor; Stiinta si Ingineria Materialelor Oxidice si Nanomaterialelor; *Universitatea Bucuresti* - Master in nanostiinte; *Universitatea „Babes-Bolyai”*, *Cluj-Napoca* - Stiinta si Ingineria Materialelor Oxidice si Nanostructurate; *Universitatea de Vest Timisoara* - Nano-microsisteme pentru protectia mediului si nano-microtehnologii; *Universitatea “Dunarea de Jos” Galati* - Nanotehnologii si Materiale Multifunctionale.

Aceste cursuri ofera tinerilor studenti posibilitatea insusirii unor cunostinte teoretice, dar si deprinderi practice, necesare unei cariere in acest domeniu nou si multidisciplinar prezent in aproape toate sectoarele economice, pornind de la nanoelectronica, telecomunicatii, industria farmaceutica, textila, a lemnului sau cea biomedicala.

Educatia in domeniul nanostiintelor si nanotehnologiilor trebuie sa fie mult mai prezenta in cadrul Scolilor doctorale si post-doctorale si de asemenea in cadrul diferitelor forme de pregatire continua a cercetatorilor si cadrelor didactice. *Marea problema a doctoratelor desfasurate pana acum (atunci cand nu s-au desfasurat la ... „fara frecventa”) este derularea lor in relativa izolare, fara a depasi granitele unui colectiv sau laborator.* Se propune organizarea unor Scoli doctorale si post-doctorale de excelenta in domeniul nanostiintelor si nanotehnologiilor *de catre consortii de universitati si institute de cercetare*, in care sa exista acces la aparatura variata si interactiune cu specialisti din diverse discipline.

Nu exista date detaliate privind eficienta acestor activitati (abordare interdisciplinara, acces la baza experimentală) si nici o conceptie unitara la nivel national. *Ancheta on-line* arata, atunci cand este vorba de educatie si de sprijinirea tinerilor, o lipsa de satisfactie pronuntata atat la nivelul specialistilor din tara, cat si al diasporei. Trebuie sa remarcam totusi unii specialisti din tara au avut si aprecieri pozitive, desi nu la superlativ.

4.3 Observatii finale

- *Educatia in nanostiinta si nanotehnologie este necesara chiar si numai pentru faptul ca este vorba de aspecte de ordin fundamental (un nou mod de organizare al materiei), care nu mai pot fi ignorate in predarea stiintelor fundamentale, iar uneori nici in inginerie.*



- *In lume, universitatile reprezinta mediul ideal pentru formarea multidisciplinara in nanostiinta si nanotehnologie, dar mentalitatile din Romania mentin o fragmentare care constituie o piedica foarte serioasa. Lipsesc de regula si centrele experimentale care sa permita accesul doctoranzilor de diverse specialitati si formarea interdisciplinara prin cercetare.*
- *Conditii mai bune de lucru exista in institutetele de cercetari, dar nici aici nu pare sa existe o atentie speciala pentru o formare interdisciplinara “prin cercetare”.*
- *O orientare promitatoare este infiintarea unei “Comisii de ingineria materialelor si nanotehnologie” in cadrul Panelului de stiinte ingineresti al CNATDCU (Consiliul National de Atestare a Diplomelor, Titlurilor si Certificatelor Universitare).*

Recomandare:

Este necesara sensibilizarea *factorilor de decizie* din domeniul Educatiei (Minister, Rectorate) si organizarea unei *consultari la nivel national*, care sa duca o examinare mai serioasa a educatiei/instruirii in domeniul nanotehnologiilor, cu recomandari si un schimb de experienta permanent. Educatia trebuie sa fie parte a unei “strategii in nanotehnologie”, care depaseste cadrul NANOPROSPECT. O astfel de strategie trebuie sa propuna si sa sprijine prin masuri concrete o sinergie educatie-cercetare in domeniu, cum ar fi finantarea accesului la centre si retele de centre experimentale.

CAPITOLUL 5. Infrastructura experimentală

5.1 Aspecte de ordin general

- Deoarece crearea unor facilitati experimentale complete este costisitoare si necesita timp pentru integrarea resurselor umane, ceea mai eficienta cale de a beneficia de baza materiala este aceea de a forma *retele de facilitati experimentale*, facilitati care functioneaza in stransa legatura cu "centre de competenta". In felul acesta se creaza premisele utilizarii mai eficiente a bazei materiale existente sau in constructie.
- Aceste "retele de facilitati" trebuie sa asigure *servicii stiintifice si tehnologice*, dar pe cat posibil si *accesul direct* la baza materiala al colectivelor interdisciplinare de cercetare, doctoranzilor, firmelor inovative.
- La reseaua de facilitati experimentale de nanotehnologie trebuie sa se adauge centre medicale (cercetare in nanomedicina) si centre de calcul.
- Cercetarea de durata in retea (consortii, parteneriate), dar si accesul la facilitatile europene de profil pot contribui la asigurarea unei baze materiale adecvate cercetarii in nanostiinta si nanotehnologie.

Inventarierea din NANOPROSPECT

- NANOPROSPECT a permis inventarierea a peste 350 de echipamente destinate fabricatiei si caracterizarii la scara "nano", pe categorii, in functie de utilitatea acestora pentru domeniul nanotehnologiilor.
- Informatiile de care dispunem arata ca utilizarea acestor echipamente este sub posibilitati, fapt indicat si de ancheta on-line, in special in randul celor din **diaspora**.

5.2 Facilitatile experimentale complexe

Problema existentei si functionarii facilitatilor experimentale complexe este de importanta cruciala pentru dezvoltarea nanotehnologiilor. In unele tari dezvoltate functioneaza centre "deschise" de nanotehnologie, care pot fi folosite de catre diversi beneficiari din exterior. Problematika acestor centre este destul de speciala, asa dupa cum se vede din enumerarea de mai jos. Imaginea conturata de aceste aspecte este total diferita decat cea pe care o avem despre cele mai multe din laboratoarele de cercetare din tara.

Caracteristici ale infrastructurilor experimentale complexe

- Procesele tehnologice esentiale necesita zone *special amenajate si izolate, cu mediu controlat si monitorizat* - numar de particule pe unitatea de volum (clasificare standardizata), temperatura, umiditate, presiune - "camera alba" (clean-room).
- *Infrastructura-suport este complexa si costisitoare*, cu urmatoarele elemente esentiale: personal auxiliar pentru suport, sisteme complexe pentru stocarea, transportul si monitorizarea gazelor de proces, instalatii de neutralizare a apei si gazelor reziduale, statie de preparare a aerului, statie de apa deionizata etc.
- De o importanta majora este existenta *personalului cu expertiza* in operarea si intretinerea echipamentelor.



- Dotarile unei infrastructuri complexe acopera in cele mai multe cazuri etapele unui *flux tehnologic complet*: modelare-simulare → micro-nano fabricatie/structurare → caracterizari → testare.
- In ce priveste echipamentele, este vorba despre instrumente moderne, caracterizate in general prin *uzura morala* relativ rapida (4-6 ani), si cu *preturi* mari si foarte mari (300 mii - 1 milion euro).
- Echipamentele necesita actualizari periodice (module cu functiuni si parametri noi, piese de schimb, mentenanta, recalibrari, cursuri), conducand la costuri anuale de *service, mentenanta si piese de schimb* de aproximativ 1-3% din pretul de achizitie.
- Cu toate particularitatile de mai sus, se ajunge la *costuri de operare foarte mari* (2-4 mii euro/an), aproape egale cu pretul de achizitie a infrastructurii-suport.

In lume, un accent evident se pune pe *networking*: combinare a capabilitatilor si expertizei si coordonare a utilizarii si investitiilor diversilor parteneri.

- in SUA: NNIN - National Nanotech. Infrastructure Network - o retea organizata si sprijinita la nivel guvernamental, formata din peste 70 de centre/facilitati. NNIN reprezinta un exemplu excelent de buna practica pentru organizarea unei retele nationale de infrastructuri. In ce priveste costurile serviciilor, acestea sunt rambursate de catre beneficiari (din cercetare si industrie).
- in Europa: EUMINAFab - reprezinta un parteneriat pan-european format din 10 centre/facilitati pentru servicii tehnologice si de consultanta. Aici, serviciile sunt gratuite pentru utilizatori, fiind acoperite din fonduri europene.

5.3 Situatiia din Romania.

Despre situatiia la nivel *national* a infrastructurilor complexe pentru nanotehnologie se pot face intai urmatoarele observatii generale:

- Instrumentele de finantare din ultimii 5-6 ani (programe Capacitati, POS-CCE, Parteneriate) au lansat procesul de creare/dezvoltare a unor centre si infrastructuri complexe moderne. Se poate spune ca se atinge treptat o "masa critica" de capabilitati competitive.
- Cu aceasta ocazie a crescut expertiza in *dezvoltarea capabilitatilor*, in ceea ce priveste selectia, asigurarea conditiilor de functionare, operarea eficienta a unor echipamente esentiale din toate categoriile experimentale.
- In paralel a fost initiat un proces (aflat inca in stadiu incipient) de dezvoltare a expertizei in operare si de largire/pregatire a bazei de specialisti prin formarea tinerilor (programe de Master si Doctorate in domeniu, de exemplu in Univ. Politehnica Bucuresti).
- Se observa ca si in Romania apare problema *subutilizarii* infrastructurilor si capabilitatilor existente. Astfel se constata insuficienta gradului de diseminare a capabilitatilor existente si in pregatire care sa permita largirea bazei de beneficiari si a gradului de utilizare a serviciilor disponibile. Si din acest punct de vedere se simte nevoia crearii unui *organism coordonator* al unui *networking* eficient la nivel national, capabil sa coordoneze coerent si unitar dezvoltarea si utilizarea infrastructurilor.

Analiza datelor stranse in baza de date NANOPROSPECT conduce la urmatoarele concluzii principale. Se constata o acoperire rezonabila a tuturor capabilitatilor relevante pentru CD in nanotehnologie. Exista 10 infrastructuri (din 60 de entitati inscrise) care acumuleaza jumatate din punctajul total. Situatiia este mult diferita de la o familie de echipamente la alta (detalii in Anexa).

5.4 Concluzii si recomandari

Nanotehnologia reprezinta revolutia stiintifica si tehnologica a lumii moderne, pe care Romania nu isi permite sa o rateze, cu atat mai mult cu cat este evident ca exista potentialul uman necesar pentru inalta performanta. Unul dintre obiectivele esentiale ale unei strategii eficiente pentru nanotehnologie consta in *dezvoltarea si optimizarea utilizarii* infrastructurii de cercetare. Eforturile in acest sens au motivatii/beneficii multiple:

- Reprezinta instrumentul de baza pentru abordarea cercetarilor de avangarda din directiile programelor europene si din alte colaborari internationale. Altfel spus: reprezinta conditia necesara pentru *aliniera la cercetarile avansate*.
- O infrastructura avansata si bine mentinuta reprezinta motorul dezvoltarii domeniului, prin faptul ca *atrage specialistii* si pune in valoare experienta acestora.
- Deasemenea, infrastructurile dezvoltate coerent reprezinta *materialul didactic* pentru formarea resurselor umane ale domeniului.
- Avand in vedere nivelul prohibitiv al costurilor pentru majoritatea afacerilor, infrastructurile majore de cercetare indeplinesc rolul deosebit de important de a fi un *punct de intalnire* intre cercetarile pre-aplicative si cele industriale.

Este recunoscut faptul ca performanta reala in domeniul nanotehnologiei apare numai dupa atingerea unei *mase critice* a resurselor, acestea constand atat in *echipamentele* experimentale disponibile, cat si in *expertiza* utilizarii lor. *Din acest punct de vedere, din rezultatele analizei bazei de date NANOPROSPECT se poate afirma aproximativ ca, la nivel national, masa critica este atinsa in 4 din cele 13 categorii de capabilitati specifice nanotehnologiei, grupate in special in 10 infrastructuri.*

Recomandare finantare. *Dezvoltarea bazei (resurselor) experimentale* - propunem ca solutii optime 2 mecanisme: *organizarea de competitii dedicate dotarilor pentru nanotehnologie; actiuni de finantare centralizate*. In aceste cazuri recomandam aplicarea urmatoarelor *criterii* specifice majore in acordarea punctajelor sau prioritatilor de achizitie a unor echipamente: asigurarea operatorilor cu experienta pentru utilizarea echipamentului achizitionat; asigurarea conditiilor (mediu controlat, utilitati speciale); asigurarea unei uniformitati in distributia geografica a capabilitatilor; integrarea intr-un flux experimental coerent in contextul propriu deja existent; integrarea intr-o strategie stiintifica coerenta, cu potential confirmat; existenta/potentialul unor parteneriate cu, si nevoi ale, industriei; asigurarea cadrului pentru un rol educational real, prin actiuni de hands-on training (laborator, practica, internship), integrarea studentilor in colectivele proiectelor; colaborari pe baza de idei/proiecte proiecte evaluate de board-ul infrastructurii

O a doua prioritate este *utilizarea eficienta si mentinerea* resurselor experimentale (este vorba de valorificarea unor investitii de ordinul a 100 milioane euro). In afara de masurile care urmeaza sa se ia in cadrul fiecărei organizatii (asigurarea operarii cu personal de inalta calificare, completarea cu module suplimentare etc.) *utilizarea eficienta* inseamna *colaborarea in retea de facilitati* (partenerii au dotari complementare) si *deschiderea catre utilizatori cat mai diferiti* (inclusiv din educatie si cercetare).

Accesul industriei. Un caz special este cel al utilizatorilor industriali, care au cerinte extrem de diferite, de la servicii standard pana la accesul direct la echipamente. O problema vitala pentru partenerii industriali este asigurarea protectiei drepturilor de proprietate intelectuala. Accesul firmelor poate facilitat printr-un sistem de burse: un exemplu tipic este reprezentat de catre competitii de tip SBIR/STTR din sistemul de finantare al SUA, competitii dedicate numai industriei (SBIR=Small Business Innovation Research; STTR=Small Business Technology Transfer Research).

Alte particularitati ale domeniului care explica si interesul industriei sunt: (a) posibilitatea de a realiza in multe cazuri cercetare si „microproductie” pe aceleasi echipamente; (b) combinarea facilitatilor de micro- si nanofabricatie (consortiiul EUMINAfab mentionat mai sus, peste 20 de centre de micro- si nanotehnologie in Marea Britanie), uneori si cu manipularea materialului biologic, pe linia asa numitei integrari a tehnologiilor (ceea ce deschide campul unor noi aplicatii).

Recomandare organizare. Optimizarea utilizarii facilitatilor experimentale utilizate in nanotehnologie la nivel national necesita coordonare si finantare coerenta. Aceasta se poate realiza prin crearea (pe model SUA) a unei asa-numite "*Retele Nationale a Infrastructurilor pentru Nanotehnologie - RNIN*". Acest organism poate avea, de exemplu, o finantare public-privata si *ar functiona ca un organism national pentru coordonare si networking*: un prim pas este crearea echipei de management (board-ul) acestei entitati, pe baza de competitie in urma unui apel al ANCS; echipa de management trebuie sa includa membri din cercetare, educatie si industrie.

Detalii suplimentare. Crearea unui organism national de acest tip (RNIN) ar asigura eliminarea "cercurilor vicioase" care conduc la sub-utilizarea infrastructurilor, deoarece s-ar concentra pe urmatoarele puncte de actiune: valorizarea/valorificarea investitiilor anterioare; dezvoltarea corelata, coerenta si unitara a infrastructurii nationale pentru nanotehnologie (considerata ca un ansamblu); dezvoltarea si mentinerea expertizei nationale in operarea infrastructurilor si categoriilor de echipament. Activitatile principale care trebuie realizate in cadrul unei RNIN sunt de urmatoarele 3 tipuri: *monitorizare, analize, recomandari*, iar obiectivul coordonator al acestor activitati este asigurarea *eficientei prin coordonare*.

Cateva exemple de activitati de importanta majora: *inventarierea* riguroasa a echipamentelor, capabilitatilor, operatorilor experti, infrastructurii suport; analiza *complementaritatilor* tehnologice si de expertiza, pe 3 grupe majore: fabricatie, caracterizare, modelare/simulare; analiza disponibilitatilor, cadrului si variantelor de *acces si utilizare* in comun a capabilitatilor existente; *popularizarea* eficienta a capabilitatilor si



practicilor de acces; trasarea necesitatilor si prioritatilor, aplicand *tendintele si bunele practici internationale* la situatia nationala

Nota finala. Proiectul NANOPROSPECT a dus la inventarierea a numeroase echipamente si facilitati legate de domeniul „nano”. Remarcam si existenta (din 2009) a facilitatii IMT-MINAFAB (IMT centre for Micro- and NAnoFABrication), care functioneaza ca un „centru deschis” pentru activitati de cercetare, educatie, inovare (www.imt.ro/MINAFAB).

Anexa 5.1 Infrastructuri experimentale cu functionalitate complexa

- analize, concluzii si recomandari finale.

Anexa 5.2. Extras din bazele de date NANOPROSPECT: Infrastructuri nano

CAPITOLUL 6. Interactiunea cu industria

6.1 Aspecte de ordin general

- Pe un plan mai larg interactiunea educatiei si cercetarii, pe de-o parte, cu industria, pe de alta parte este esentiala pentru formarea resurselor umane, pentru asigurarea competitivitatii tehnologice, pentru economia bazata pe cunoastere (in care cunostiintele trebuie sa se transforme *rapid* in efecte economice).
- Interactiunea CD cu industria in nanotehnologii devine cu adevarat atractiva prin interesul marilor companii, dar si prin formarea de clustere de intreprinderi cu interese legate de aplicatii intr-un anumit domeniu. Exista ideea crearii si la nivel national a unor *platforme stiintifice si tehnologice* incluzand institutii CD si firme. Acestea ar fi cumva similare platformelor tehnologice europene, dar trebuie sa fie mult mai focalizate pe anumite tehnologii si "nise" in domeniile de aplicatii: aceasta concentrare este strict necesara pentru a obtine rezultate (un profil larg nu ar face decat sa duca la fragmentarea activitatilor, discreditand in fapt avantajele "platformei").
- Complexitatea cercetarii interdisciplinare legate de nanotehnologii, dar si marea varietate de domenii de aplicatii fac atractiva cearea de "ecosisteme de inovare", dar acestea necesita resurse considerabile, greu de atras in momentul de fata la nivel national.
- In absenta unei mase critice in interactiunea cu industria, nu poate fi neglijata "metoda pasilor mici", constand de exemplu in colaborarea cu firmele din strainatate, sau in crearea de "spin-off"-uri.
- Deosebit de importanta este problema proprietatii industriale, in conditiile in care protectia asigurata de brevetarea in tara este iluzorie si brevetarea la nivel european este extrem de costisitoare. In aceste conditii este deosebit de atractiva brevetarea in contextul unei colaborari cu companiile multinationale.

6.2 Punctul de vedere al "firmelor mari"

Ca un preambul, mentionam punctul de vedere legat de un anumit domeniu al nanotehnologiilor (nanoelectronica), al unei firme high-tech, care activeaza in Romania. Firma Infineon Technologies Romania s-a implicat pe diverse planuri, in activitatile promovate de autoritatile guvernamentale, dar si in colaborari cu institutiile publice. Acest punct de vedere emblematic al unui manager strain (Dr. Michael Neuheuser) este inserat in urmatoarea caseta.

Propunerile Infineon Technologies Romania (Market Watch, mai 2011)

Implementarea de programe/platforme nationale care sa tina cont de nevoile industriei locale si care sa fie centrate pe finantarea domeniilor tehnologice cheie.

Crearea unui program national cadru trebuie sa plece de la intrebari precum: Ce avantaje aduc domeniile selectate pentru societate? Ce companii exista in acest moment pe piata si cum pot sustine domeniile alese? Cate locuri de munca putem crea?

Infintarea unor grupuri nationale de coordonare strategica privind participarea la programele de finantare europene sau a celor guvernamentale.

Crearea de clustere nationale multidisciplinare menite sa sustina cooperarea dintre companii, universitati si guvern pentru dezvoltarea de programe de substanta pentru aceasta industrie.

Imbratisarea unor concepte noi privind cooperarea dintre universitati, instituttele de cercetare si partenerii industriali, pentru o platforma solida de colaborare si pentru a permite formarea unui sistem educational mai bine adaptat nevoilor pietei, economiei reale.

Propunerile unor companii multinationale. Este vorba de trei companii care au activitati CD in Romania: *Renault Technologie Roumanie, Infineon Technologies Romania, Honeywell Romania*. Aceste trei companii au raspuns interviului *NANOPROSPECT* si au participat la diverse activitati organizate de ANCS, *NANOPROSPECT* etc. Mai jos prezentam o sinteza a acestor propuneri (raspunsurile la interviu ca atare, documente originale, apar in Anexe).

Initiative legislative:

- Armonizarea legislatiei in domeniul proprietatii intelectuale cu cea din UE;
- Subventionarea directa a fortei de munca implicate in activitatile de cercetare-dezvoltare din mediul privat;
- Simplificarea procedurilor de propunere si derulare a proiectelor finantate din fonduri publice;
- Clarificarea legislatiei referitoare la efectele nanomaterialelor asupra sanatatii (in masura existentei unor studii relevante in domeniu si a necesitatii alinierii la legislatia internationala).

Sugestie pentru pachetele de informatii ale competitorilor

Ar trebui sa se diferentieze doua tipuri de proiecte:

- Proiecte “*nanotechnology assisted*” in care nanotehnologiile pot oferi o solutie “suport” pentru aplicatii care, altfel, sunt apanajul altor domenii de interes; de exemplu, folosirea unor tehnici de (nano)structurare a suprafetelor materialelor, care vor fi folosite intr-o aplicatii “macro”;
- Proiecte “*nanotechnology driven*” in care nanotehnologia este vectorul principal, oferind o solutie unica si optima din punctul de vedere al aplicatiei finale (“end-customer”).

Finantarea unor clustere legate de aplicarea nanotehnologiilor, crearea unor “ecosisteme de inovare”

- Sustinerea financiara a dezvoltarii cantitative si calitative a resurselor umane pentru activitati de cercetare-dezvoltare-inovare in sectorul privat. Alocarea de fonduri pentru formarea personalului propriu, in domeniile noi, de perspectiva.
- Formarea acestor clustere ar trebui precedata de: dezbateri publice referitoare la rolul acestor clustere si modul lor de functionare si organizare; dezbateri la nivelul firmelor de “high tech” din Romania (orientate, in principal, pe dezvoltarea de produse “hardware”) – a prioritatilor si oportunitatilor oferite de piata si modul cum sunt percepute acestea de mediul de afaceri; un proces de selectie si clasificare a tematicilor prioritare (resurse, experienta, rezultate obtinute pana in prezent, oportunitatea de piata, relevanta/impact pentru economia nationala); inventarierea la nivel national a facilitatilor si echipamentelor (caracterizare, micro fabricatie, micro–nano litografie, etc.)
- Sistemele de educatie, inovare si cercetare trebuie sa asigure o dezvoltare multidisciplinara pentru a integra studenti, cercetatori si activitati din industrie in clustere

pentru tehnologii emergente. Cercetatorii din Romania ar trebui sa isi orienteze activitatile mai mult catre cercetarea aplicativa, pentru a fi in pas cu noile tendinte in dezvoltarea unor domenii cum sunt conservarea energiei, mobilitatea persoanelor si securitatea.

- Romania trebuie sa gaseasca abordarea optima pentru interactiunea dintre industrie-mediul academic-agentii guvernamentale, pentru a se asigura caracterul multidisciplinar impus de dezvoltarea nanotehnologiilor. Conectarea cercetarii din universitati cu industria in cadrul unor proiecte europene sau cu finantare nationala este una dintre solutii, dar aceasta nu va fi de ajuns daca nu exista o concentrare a eforturilor pentru sustinerea unei evolutii pe termen lung.

6.3 Situatia IMM-urilor din Romania interesate de nanotehnologii.

Consortiul NANOPROSPECT a facut mari eforturi pentru atragerea IMM-urilor inovative in activitatile de proiect, in conditiile in care printre parteneri nu s-au numarat (fiind neeligibili) parteneri specifici (asociatii, camere de comert etc.). O prima ancheta (noiembrie-decembrie 2010) a permis culegerea de informatii legate de domeniile de interes, pe directii de aplicatie, rezultate (proiecte, brevete), resurse umane si infrastructura. Din pacate nu toate se regasesc in baza de date electronice create ulterior, iar la chestionarul distribuit in martie-aprilie 2011 nu au raspuns decat 20 de firme. Rezultate detaliate sunt prezentate in versiunea extinsa a raportului.

La CCIR, pe data de 10 mai, in organizarea ICPE-CA, IMT, IMNR si in parteneriat cu AROTT a avut loc masa rotunda dedicata *aplicarii nanotehnologiilor in industrie*, la care s-au abordat problemele cu care se confrunta firmele care vor sa aplice nanotehnologiile, facilitarea transferului de tehnologie, accesul intreprinderilor la baza experimentală a unitatilor CD. Participarea industriei a fost de peste 50%. Principalele propuneri rezultate in urma dezbaterilor au fost:

- este nevoie de o focalizare a finantarii pe domeniile de perspectiva, de interes (nanoelectronica, biomedical);
- s-a mentionat necesitatea sustinerii clusterelor prin programe dedicate;
- sistemele de finantare trebuie sa incurajeze accesul firmelor la facilitatile experimentale existente din institute si universitati;
- singura sansa pentru o finantare suplimentara fata de cea primita din programele nationale o reprezinta participarea la clusterare cu firmele mari, cu tinte precise in ceea ce priveste cercetarea si dezvoltarea de produse.

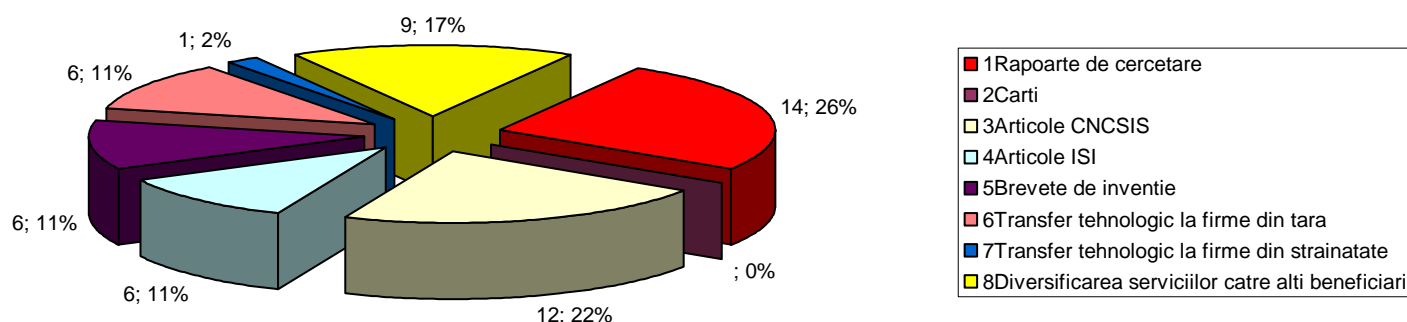
La chestionarul distribuit in martie-aprilie 2011 au raspuns 20 de firme: 13 unitati economice din Bucuresti si Sectorul Agricol Ilfov, 2 din judetul Harghita, si cate o unitate economica din judetele Arges, Alba, Dolj, Constanta si Giurgiu.

Domeniile de activitate in care unitatile economice/industriale sunt active acopera intreaga varietate a domeniilor nano descrise de ancheta fulger Nanopropect. Cele mai bine reprezentate domenii sunt industria chimica si de mediu: cate 5 entitati cu preocupari in aceste domenii, urmate de electronica si fotonica, bionanosisteme si industria de prelucrare (cate 4 entitati), energie, transporturi, toxicologie si securitate si siguranta (cate 3 entitati), industria nucleara (2 entitati) si reconstituire si conservare (1 entitate).

Doar 10% dintre entitatile care au raspuns chestionarului afirma ca ponderea nanotehnologiilor in activitatea lor este foarte mare, 30% afirma ca nanotehnologiile ocupa o pondere mare in

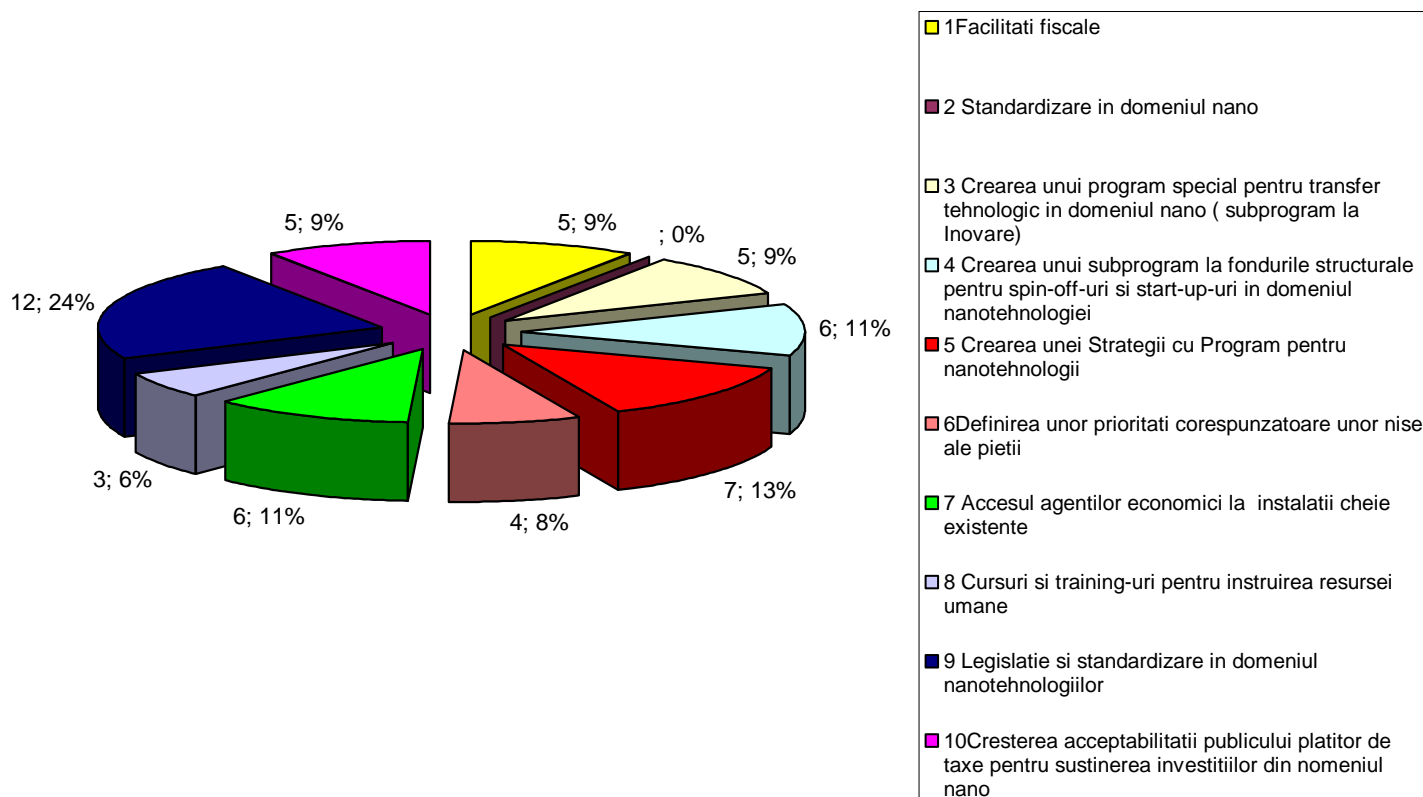
activitatea firmei, in timp ce pentru 35% dintre acestea nanotehnologiile ocupa o pondere mica din totalul de activitati. O pondere medie a nanotehnologiilor din totalul de activitati au confirmat 25% dintre repondenti. Exista un balans intre firmele producatoare si utilizatoare de nanotehnologii (44% sunt producatori, 44% sunt utilizatori si restul de 12% distribuitori.)

Entitatile economice/industriale sunt implicate in activitati de cercetare in domeniul nanotehnologiilor in cadrul programelor nationale (proportia in randul unitatilor chestionate este de 90%). Activitatile desfasurate de firme in cadrul contractelor de cercetare la care au participat, au avut ca finalitate rapoarte de cercetare, carti, articole CNCSIS, articole ISI, brevete de inventie, transfer tehnologic la firme din tara si din strainatate, diversificarea serviciilor catre alti beneficiari, asa cum este prezentat in diagrama de mai jos. Firmele care au prezenta activitatea de brevetare sunt si cele mai in masura pentru transferul in productie a rezultatelor cercetarii.



Unitatile economice/industriale si-au exprimat opiniile si in ceea ce priveste **masurile de sprijinire necesare pentru implementarea cu succes in industrie a rezultatelor din domeniul nanotehnologiilor**. Cele mai importante masuri identificate au fost urmatoarele:

1. Legislatie si standardizare in domeniul nanotehnologiilor
2. Crearea unei strategii cu program pentru nanotehnologii
3. Accesul agentilor economici la instalatii cheie existente
4. Facilitati fiscale
 - Crearea unui program special pentru transfer tehnologic in domeniul nano (subprogram Inovare)
 - Crearea unui subprogram la fondurile structurale pentru spin-off-uri si start-up-uri in domeniul nano
 - Definirea unor prioritati corespunzatoare unor nise ale pietii
 - Cresterea acceptabilitatii publicului platitor de taxe pentru sustinerea investitiilor din domeniul nano
5. Cursuri si training-uri pentru instruirea resursei umane
6. Standardizare



Unitatile economice/industriale considera ca publicul larg cunoaste in foarte mica si mica masura avantajele si riscurile utilizarii nanotehnologiilor si recunosc importanta alocata protectiei mediului atunci cand este vorba de utilizarea nanotehnologiilor.

6.4 Observatii finale

Anexa 6.4 Nota de fundamentare directii strategice de actiune in domeniul **transferului tehnologic si industrializarii nanomaterialelor si nanotehnologiilor** fundamenteaza un plan de actiune in domeniu, preluand concluzii dezvoltate mai sus, in acest capitol.

Un material publicat recent, adaugat in aceasta versiune a raportului se intituleaza “*Un raport al Comisiei Europene evidentiaza existenta unei crize a inovarii in Europa*” (Anexa 6.5). Concluziile acestui raport evidentiaza cu tarie faptul ca urgenta momentului este elaborarea si implementarea unei strategii unice cercetare-inovare. Desigur, nu numai in UE in general, ci si in Romania.

Anexa 6.1 Interviu NANOPROSPECT cu Renault Technologie Roumanie (RTR)

Anexa 6.2 Interviu NANOPROSPECT cu Infineon Technologies Romania

Anexa 6.3 Interviu NANOPROSPECT cu Honeywell Romania

Anexa 6.4 Nota de fundamentare directii strategice de actiune in domeniul transferului tehnologic si industrializarii nanomaterialelor si nanotehnologiilor

Anexa 6.5 Un raport al Comisiei Europene evidentiaza existenta unei crize a inovarii in Europa

CAPITOLUL 7. Riscurile utilizarii nanotehnologiilor

7.1 Generalitati

Problema dezvoltarii “responsabile” a nanotehnologiilor (cu evitarea sau controlul riscurilor pentru sanatate si pentru mediu) a fost abordata periodic in deceniul trecut in “colocvii SUA – EU”, fara a se ajunge insa la rezultate notabile. In prezent, riscurile legate de nanotehnologii atarna insa ca o “sabie a lui Damocles” asupra perspectivelor de dezvoltare ale domeniului. Companiile vor fi extrem de precaute in a investi in domeniul nanotehnologiilor atat timp cat nu exista reglementari foarte precise.

Despre ce este, de fapt, vorba? Principala problema este legata de utilizarea *nanoparticulelor* sau de aparitia acestora ca urmare a utilizarii unor materiale sau procese tehnologice. Anumite tipuri de nanoparticule sunt studiate in prezent in medicina, pentru a fi folosite in detectarea timpurie si tratarea unor boli, dar nanoparticulele pot fi si periculoase pentru organism. Ele exista de mai bine de doua decenii in produse cosmetice, dar si in unele vopsele.

Periculoase pot fi si *alte nanostructuri* care se misca libere in mediu, pot fi inhalate etc. (a se vedea mai jos). Acesta este cazul cu materialul numit *azbest*. Acesta este un mineral fibros din grupa silicatilor care a fost folosit pe scara larga in materiale de constructie de diverse tipuri, pentru a le mari rezistenta la foc si a le face bune izolatoare de caldura. *Fibrele de azbest* care ajung in plamani sunt cancerigene. In prezent utilizarea acestuia este interzisa prin directiva europeana iar reclamele de produse izolante au grija sa specifice ca acestea nu contin azbest. Azbestul devine periculos in momentul in care este eliberat prin deteriorarea produsului respectiv. Iata un exemplu de nanomaterial care a aparut inainte de a se vorbi de “nanotehnologii”. *Problema nu este legata numai de “nanotehnologii” ca atare, ci de materiale si produse extrem de diferite si de intregul ciclu de viata al acestora.*

Prin comparatie, nanoelectronica, care foloseste structurarea la scara “nano” in actuala tehnica de fabricatie a circuitelor si sistemelor electronice, nu duce la produse periculoase.

Riscurile legate de utilizarea nanotehnologiilor si a unor produse care contin nanoparticule nu pot fi evitate, chiar daca in tara nu exista un program CD dedicat nanotehnologiilor. Dimpotriva, *un program si o strategie in domeniul nanotehnologiilor trebuie sa existe si pentru a asigura – printre altele - posibilitati de control pentru a proteja sanatatea populatiei si mediul.* Dintr-un anumit punct de vedere, trebuie sa existe o grija comparabila cu cea din domeniul nuclear, cu mentiunea ca pericolele sunt mult mai difuze si mai greu de depistat. Acesta este motivul pentru care in Sectiunea 8 s-a propus si o directie prioritara legata de evaluarea si gestionarea riscurilor.

Pentru moment, nanotehnologiile se află sub protectia legislatiei curente, cum ar fi reglementarea REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical substances - regulament al Comunitatii Europene referitor la substante chimice si folosirea lor in mediu in conditii de securitate), dar cunostintele in ceea ce priveste caracterizarea nanomaterialelor, riscul si expunerea la ele trebuie perfectionate in viitor si *va trebui stabilita o legislatie specifica* (a se vedea un subcapitol detaliat in raportul complet).

Colaborarea internationala in domeniu este imperios necesara. Pentru moment Romania (prin INCDD-Microtehnologie) este implicata in astfel de activitati prin proiectele din PC7 cu acronimul NANOSUSTAIN si respectiv NANOVALID.

7.2 Cum reactioneaza Uniunea Europeana

Informatie de ultima ora. La data de 25 mai 2011 a avut loc la Bruxelles, in organizarea Comisiei Europene o intalnire de brainstorming destinata testarii nanomaterialelor in scopuri de reglementare. Au participat 70 de reprezentanti din agentii guvernamentale, industrie, laboratoare de cercetare si universitati din Statele Membre UE, inclusiv din Romania. S-a colaborat cu OECD-WPMN (grupul de lucru pentru materiale nanofabricate al OECD). Organizatiile de cercetare au facut scurte prezentari ale capabilitatilor, activitatilor si provocarilor viitoare. S-au tras urmatoarele concluzii:

- Activitatile propuse sunt foarte relevante si trebuie sa inceapa fara intarziere.
- Participantii au fost de acord ca impactul acestor activitati pentru asigurarea potentialului de inovare al nanotehnologiilor este foarte important. Un obstacol major pentru aplicarea metodelor de evaluare a riscului il reprezinta lipsa datelor comparabile si validate.
- Comunitatea stiintifica isi exprima o dorinta puternica pentru unirea fortelor in toate domeniile legate de analiza riscului – evaluarea riscului, oferind suport pentru legislatie, si anume:

- Caracterizarea materialelor
- Identificarea riscului/testarea toxicitatii, ecotoxicitatii
- Controlul expunerii
- Activitati suport (standardizare, comunicare, educatie, etc.)
- Intreaga actiune trebuie sa aiba un puternic caracter international si sa furnizeze informatii catre OECD-WPMN.
- Activitatile propuse pot conduce la progrese semnificative ale unor obiective pe termen lung (ex. evitarea testelor pe animale)

Comisia Europeana a propus masuri de finantare a activitatilor (CE si statele membre, dar si OECD) care vor fi facute publice ulterior. Mentionam faptul ca este vorba de o finantare extrem de complexa, care nu are precedent in Uniunea Europeana

Listam mai jos activitatile de cercetare stiintifica si dezvoltare tehnologica avute in vedere:

- Caracterizarea materialelor
- Testarea toxicitatii, ecotoxicitatii
- Evaluarea expunerii
- Evaluarea riscului
- Alte activitati
- Management intern pentru partea stiintifica

Recomandare

Este necesara crearea unui comitet special care sa reuneasca autoritati guvernamentale, industrie, laboratoare de cercetare si universitati, pentru a examina riscurile legate de dezvoltarea nanotehnologiilor in lume, dar si potentialul acestora in depistarea unor pericole care par din utilizarea si fabricarea unor materiale aparent inofensive sau din cauze naturale. Acest comitet trebuie sa elaboreze recomandari fundamentate pentru reglementari, dezvoltarea unei infrastructuri si a unor proceduri de control (testare), participarea la colaborarea internationala in domeniu, inclusiv prin activitati CD etc.

Anexa 7. Riscuri legate de utilizarea nanotehnologiilor.

CAPITOLUL 8. Domenii prioritare propuse

8.1 Aspecte de ordin general (consultarea cu diaspora)

- Este necesara o selectie a domeniilor in care exista o comunitate multidisciplinara activa si se poate crea un ecosistem de inovare, pe baza unei mase critice si a unor avantaje competitive.
- In selectia acestor domenii ar trebui luate in considerare interesele unor companii mari care activeaza in Romania, dar si politica de dezvoltare nationala a statului.
- Nu are sens sa se investeasca pentru cercetare acolo unde pe plan international s-a avansat deja foarte mult si unde posibilitatea de a dezvolta activitati CD competitive este mai mult decat problematica.

8.2 Propuneri de domenii prioritare

Un caz special: domeniul auto

Industria auto este o ramura in care nanotehnologia are un potential imens pentru dezvoltare si daca se doreste ca Romania sa beneficieze de aceasta dezvoltare inerenta, este necesara stabilirea unei retele de infrastructura pentru cercetare relevante pentru crearea unor parteneriate public-private strategice intre sistemul educational, parteneri din industrie si agentii finantatoare.

Renault Tehnologie Roumanie (RTR) propune finantarea unui cluster cu tematici specific domeniului auto, create in jurul RTR, cu participarea furnizorilor de componente si subansamble auto, institute de cercetare, centre universitare.

Se propune, de asemenea finantarea unor **tematici prioritare:**

- Electronica, inclusiv semiconductori, pentru industria auto
- Materiale avansate, nanomateriale si nanotehnologii
- Dezvoltarea de componente si sisteme de control pentru stocarea energiei necombustibile (electrica, pneumatic, mecanic etc.)
- Dezvoltarea de sisteme de control pentru cresterea securitatii rutiere
- Dezvoltarea de tehnologii inovante si componente pentru favorizarea si imbunatatirea mobilitatii tuturor persoanelor

Analiza intreprinsa in cadrul proiectului NANOPROSPECT a dus la urmatoarele concluzii:

Expresiile de interes formulate de 55 de organizatii in prima etapa a proiectului (decembrie 2010) au aratat ca aproape toate domeniile de aplicatii prezinta interes – cel putin de principiu - pentru colectivele din Romania.

O analiza mai detaliata, bazata pe inventarierea (prin bazele de date electronice NANOPROSPECT) proiectelor interne si internationale, a brevetelor, tehnologiilor si produselor (a se vedea si sectiunea 3) a demonstrat ca exista experienta importanta in numai cateva domenii.

Avand in vedere si ale considerente, s-a ajuns la propunerea a numai patru domenii de aplicatii (din cele 11 pentru care s-a facut analiza) pentru nanotehnologii si anume:

- A. Nanoelectronica si fotonica;
- B. Bio-nanosisteme (dar numai pe anumite directii, cum ar fi nanomedicina; aplicatiile farmaceutice; nanomateriale magnetice pentru aplicatii biomedicale si biotehnologii)
- C. Energia
- D. Nanomateriale (pentru anumite directii de aplicatie, in afara celor de mai sus).

la care s-a adaugat si:

- E. Evaluarea si gestionarea riscurilor

In cele ce urmeaza se prezinta rezumativ situatia pentru cele 5 domenii de aplicatie (prezentarile in extenso apar in Anexe).

A. Nanoelectronica si fotonica

A.1 Nanoelectronica

Din datele inscrise in baza de date, de 33 organizatii, rezulta ca exista 138 grupuri de cercetare si cca 500 specialisti, care dezvoltati tematici legate de nanotehnologii. Exista 25 proiecte interne si internationale legate de **nanoelectronica**, (FP7 sau legate de programul FP7 ex: ENIAC) in curs de desfasurare, terminate recent, sau care vor incepe in curand cu o valoare de peste 20 milioane de Euro. Se observa ca exista cel putin 6 organizatii cu rezultate notabile, in care tematica de nanoelectronica este avansata sau destul de avansata. Odata cu aparitia proiectelor de tip ENIAC, diverse grupuri de cercetare au fost puse in contact direct cu firme importante din Europa ca Thales sau Infineon sau NXP (Philips). Exista si firme de nanoelectronica care actioneaza in Romania ca Infineon, Honeywell si Renault, beneficiari directi ai produselor provenite din domeniul nanoelectronicii, insa cooperarile dintre domeniul cercetarii cu aceste firme sunt punctuale si la inceput de drum.

Este evident ca este nevoie de un liant care sa faca ca toti acesti actori sa coopereze impreuna utilizand o infrastrctura moderna de peste 80 milioane de Euro care se afla in acest in Romania in special in institutele de cercetare

Domeniile de aplicare sunt legate de:

1. Industria comunicatiilor
2. Industria auto
3. Industria de calculatoare
4. Industria aeronautica, transporturi si securitate
5. Medicina si mediu

Domeniile in care consideram ca pot fi dezvoltate, in cadrul unor programe nationale, tinand cont de existenta infrastructurii, a potentialului uman din institute si universitati precum si a unor beneficiari industriali /parteneri din industria high-tech autohtona sunt:

1. Nanoelectronica bazata pe nanomateriale carbonice

Nanotuburile de carbon, grafena sunt principalele materiale carbonice care au proprietati fizice si mecanice care promit a inlocui semiconductorii traditionali. Este de asteptat ca performantele dispozitivelor fabricate pe aceste materiale sa le depaseasca pe cele fabricate pe Si, SiGe,

semiconductori compusi. In IMT, se va construi un centru al nanotehnologiilor (CENASIC) bazate pe carbon, finantat din fonduri structurale (2010-2013) si care va putea in circa 3 ani sa furnizeze aceste nanomateriale.

2. Circuite nanoelectronice la frecventa inalta (>60 GHz);

In circa 10 ani circuitele wireless vor avea o viteza de transmisie a datelor de 5-10 GB/s ceea ce implica ca semnalele purtatoare sa depaseasca 100 GHz. Tinand cont ca frecventa cea mai inalta atinsa de un circuit integrat este de 125 GHz, si ca dispozitivele electronice care lucreaza peste 60 GHz sunt rare, acest obiectiv este de maxima importanta. De asemenea electronica auto, sistemele anticolidiune si monitorizare a traficului folosesc frecvente de 77 si 94 GHz. Sistemele de securitate pe baza de "imaging" utilizeaza frecvente de 94 GHz si 150GHz. Se intrevede utilizarea pe scara tot mai larga a circuitelor bazate pe GaN, care asigura performante de putere si frecventa net superioare siliciului. De asemenea utilizarea GaN permite dezvoltarea unor dispozitive acustice pe baza de GaN, (in care grupuri din Romania detin prioritati pe plan mondial) utilizabile la filtre ultraperformante cu utilizari in sistemele W-LAN si telefonie mobila 4G, si in sensori de gaze si temperatura. Exista o dorinta explicita a unora dintre firmele high tech din Romania de a se implica in fabricatia de asemenea senzori. Fabricatia GaN/Si va fi dezvoltata in facilitatea CENASIC de la IMT Exista infrastructura (nanolitografia) care este necesara in dezvoltarea tehnologiei GaN.

3. Nanoelectronica bazata pe nano materiale organice si hibride si pe materiale artificiale

- Nanostructuri si dispozitive nano/optoelectronice bazate pe noi materiale organice si hibride (semiconductori organici, oxizi metalici semiconductori, nanocompozite hibride organico-anorganice) cu aplicatii in stocarea si conversia energiei, monitorizarea mediului, securitate, aplicatii biomedicale. Exemple: dispozitive nano electronice si optoelectronice pe substrat flexibil pe baza nanocompozite; electronica transparenta (bazata pe straturi nanometrice de semiconductori).
- Dispozitive nano/optoelectronice bazate pe materiale artificiale (metamateriale, cristale fotonice, nanostructuri plasmonice); dezvoltare aplicatii: dispozitive si circuite pentru comunicatii si senzori.
- Micro-nano-bio-sisteme integrate pe materiale compozite organice si hibride: sisteme inteligente combinand micro/nano-senzori, micro/nano-electronica, nanofotonica, optofluidica, biologia moleculara, biochimia, tehnici de masura, etc

4. Circuite electronice multifunctionale pentru automobilul electric (E-mobile, and hybrid mobile)

Pentru automobilul electric sunt necesare circuite nanoelectronice cu consum scazut de energie si circuite care sa inmagazineze energie din mediul inconjurator (de exemplu energie solara, RF, etc.), ecrane transparente, circuite flexibile, senzori care monitorizeaza parametrii electrici si mecanicii ai automobilului.

Un cluster pentru nanoelectronica

Cele trei firme multinationale care activeaza in Romania ca producatori si utilizatori de circuite nanoelectronice (Infineon, Honeywell si Renault) au adresat scrisori catre ANCS in contextul proiectului Nanopropect si au solicitat un cluster orientat spre aplicatiile nanotehnologiilor. Cum

toate aceste firme multinationale sunt producatori de circuite nanoelectronice sau le utilizeaza curent in industria automobilelor, acest cluster va fi orientat spre nanoelectronica. Un cluster este un parteneriat public-privat care urmareste pentru o anumita durata de timp obiective stiintifice ambitioase care sa duca la obtinerea unor produse inovative care produca beneficii economice clare si un leadership fie regional, fie la o scara mai mare, de exemplu european.

In Romania exista premisele unui cluster al nanoelectronicii la nivel de tara din urmatoarele motive:

- In domeniul invatamantului exista deja masterate pe domeniul nanoelectronicii (Univ. Politehnica Buc, Univ. Tehnica Cluj Napoca) sau in nanostiinte Fac. Fizica Buc., Univ. Dunarea de Jos Galati etc.) si deci se pregatesc specialisti cu cunostiiinte de baza in domeniu;
 - In domeniul cercetarii exista organizatii care au cercetari avansate si proiecte in domeniul nanoelectronicii (IMT-Bucuresti, INCD-FM, INCD-FPLR, Inst. Cime macromoleculara Petru Poni, Iasi etc.)
 - Exista infrastructura bazata pe echipamente recent achizitionate pentru cercetari privind nanoelectronica (IMT-Bucuresti, INCDFM , Inst. Pteru Poni, INCD Fizica Tehnica etc.)
- Exista o remacabila rata de succes ala proiecte FP7 si ENIAC pe tematici legate direct de nanotehnologii, aici leader fiind IMT.

A.2 Fotonica

Baza de date NANOPROSPECT arata ca 19 organizatii au indicat fotonica ca domeniu cu rezultate notabile sau ca o orientare spre fotonica in viitor, intre care 14 institute de cercetare 4 universitati si o firma. Nu s-au exprimat inca trei actori in nanofotonica care activeaza in Romania: companiile Honeywell si Alcatel, precum si Universitatea Bucuresti – Facultatea de Fizica. Din lista de mai sus se vede ca masa critica a nanofotonicii din Romania se afla in institutele de cercetare; universitatile contribuie la nanofotonica cu centre de nanotehnologii care s-au dezvoltat in ultimii ani. Firmele importante ca Honeywell sau Alcatel-Lucent au deja parteneriate cu institute de cercetare si universitati.

Se constata ca cercetatorii romani abordeaza teme avansate si de mare impact in nanofotonica, una din “key enabling technologies of Europe” (in acord cu Roadmap-urile europene “MONA” („Merging Optics and Nanotechnologies”) si „PHOREMOST” („Photonics for molecular scale technologies”): nanomaterialele cu impact in nanofotonica, dispozitivele si circuitele nanofotonice pentru comunicatii performante sau sensori, celulele solare si alte metode de colectarea si conservarea energiei pe baza circuitelor nanofotonice s.a. Se constata ca organizatiile mentionate au colective care actioneaza in domeniul nanofotonicii sau care isi pot orienta activitatea rapid catre nanofotonica. Numarul de specialisti trebuie sa creasca cu cel putin 25% in urmatorii 5 ani si cu peste 100 % pana in 2020 aceasta insemnand si crearea unor noi institute dedicate nanotehnologiilor, aparitia unor noi firme multinationale pe piata romaneasca si noi catedre universitare dedicate nanofotonicii. Exista un numar mare de proiecte internationale si interne care privesc nanofotonica. Toate sunt recente, majoritatea sunt in desfasurare.

Resursele cele mai mari care insemnana specialisti si echipamente se afla in institutele de cercetare. Exista un numar insemnat de echipamente noi, performante, care pot fi utilizate in nanofotonica. Echipamentele si metodele folosite sunt cruciale pentru imbunatatirea performatelor dispozitivelor nanofotonice. Metodele care vor avea cel mai mare impact potential asupra nanofotonicii si in acelasi timp au potential pentru producerea in masa sunt: **MOCVD, CNT**

CVD, sinteza coloidala, fabricarea de nanofosforuri, sinteza sol-gel, OVPD, litografia UV, nanoimprimarea si corodarea. Metodele si echipamentele cu aplicabilitatea cea mai larga sunt: **MOCVD, MBE si chimia coloidala**, ca abordari tehnologice „bottom up” si **litografiile UV, e-beam si nanoimprimarea**, ca abordari tehnologice „top down”.

Parteneriatele organizatiilor care activeaza in domeniul nanofotonicii au fost introduse in baza de date fara a se specifica in ce subdomeniu al nanostiintelor functioneaza acestea. Totusi, se poate observa ca organizatiile studiului nostru se cunosc, au incheiate acorduri de parteneriat si au proiecte in comun. In plus exista numeroase parteneriate cu industria de nanofotonica; remarcam Honeywell, Thales, Siemens AG, Alcatel. Existenta unui numar redus de brevete arata ca nanofotonica in Romania are o puternica componenta de cercetare, insa transferul tehnologic si existenta firmelor de nanofotonica in Romania sunt insuficient considerate. De aceea, institutetele de cercetare care reprezinta principala forta in domeniul nanofotonicii au ca parteneri in primul rand firme din UE si mai putin firme romanesti.

- Se poate spune deci ca in domeniul nanofotonicii exista institute performante (INCD-INFPLR, IMT, INCD-FM, INCD-Optoelectronica, Inst. Petru Poni-Iasi) firme puternice (Thales, Honeywell, Alcatel si Siemens), universitati cu centre dedicate nanotehnologiile (Universitatea Bucuresti –Fac. Fizica, Universitatea Politehnica Bucuresti –Fac. Electronica, Univ. „Dunarea de jos” din Galati).
- Consideram ca datele din ancheta permit realizarea la scara nationala a unui pol al nanofotonicii pe Platforma Magurele, care implica pe de o parte o utilizare eficienta a echipamentelor existente si pe de alta parte asigura pe termen lung intarirea parteneriatelor dintre universitati, institute de cercetare si firme.
- Se recomanda intarirea legaturilor cu platformele europene de fotonica (PHOTONICS 21) si participarea la actiunile organizate de acestea.
- Se recomanda apeluri de proiecte anuale in domeniul nanofotonicii si investitii constante in acest domeniu pana la nivelul anilor 2020.

Domeniile care consideram ca pot fi dezvoltate, in cadrul unor programe nationale, tinand cont de existenta infrastructurii, a potentialului uman din institute si universitati precum si a unor beneficiari industriali /parteneri din industria high-tech autohtona sunt:

1. **nanofotonica bazate pe siliciu sub forma de fire, puncte, sau straturi monoatomice;**
2. **circuite fotonice in niobat de litiu si in cristale fotonice;**
3. **celule solare de generatia 4, de mare eficienta si cu pret redus (in colaborare cu domeniul de aplicatii „Energia”);**
4. **nanosenzori fotonici in constructii, aviatie, sanatate, industria automotiva;**
5. **display-uri active cu nanolaseri si cu LED-uri eficiente cu puncte cuantice;**
6. **laseri cu puncte cuantice, surse de “single photons”, comunicatii cuantice;**
7. **nano-materiale si nano-procesare cu laseri ultra-intensi (proiectele CETAL, ELI).**

Au fost identificate noua domenii de **aplicatii**, in care nanofotonica va avea un impact major:

1. Senzori
2. Datacom/Telecom
3. Stocare de date
4. Afisoare cu ecran plat (FPD)
5. Imagistica
6. Instrumentatie
7. LED-uri si iluminare
8. Interconexiuni optice
9. Fotovoltaice

Din analiza facuta reies cele mai importante dispozitive nanofotonice pe care ar trebui sa se concentreze cercetarea si industria noastra. Pentru afisaje, dispozitivele nanofotonice cu un impact mare sunt iluminatoare pentru LCD si LED-uri. OLED-urile sunt un caz particular. Desi impactul tehnologic nu va fi asa puternic, exista o concurenta mare in Europa care justifica alegerea OLED-urile ca dispozitive cheie si pentru FPD-uri sau iluminare. Pentru aplicatii de iluminare, importante sunt LED-urile cu fire cuantice II-VI (ZnO) si cristalele fotonice III - V. Pentru telecomunicatii, efortul ar trebui sa se concentreze pe dispozitivele fotonice cu Si (laseri, ghiduri de unda, comutatoare si detectori), fibre optice active (amplificatoare) cu nanoparticule si dispozitive nanofotonice integrate folosind tehnica CMOS. Interconexiunile optice ar trebuie sa beneficieze de dezvoltarea laserilor si portilor logice cu nanocristale de Si, dispozitivelor nanofotonice folosind tehnica CMOS si laserilor cu nanocristale din grupa III-IV. Pentru fotovoltaice, un impact mare vor avea celulele solare cu nanocristale. Fotodetectoarele de infrarosu cu nanocristale din grupa III-V (QDIP) si plasmonica au un rol important in imagistica. Marcaje fluorescente cu nanocristale si senzori de indice de refractie sau biologici folosind plasmonica vor fi foarte importanti pentru generatia urmatoare de biosenzori.

B. Bio-nanosisteme

Domeniul bio-nanosisteme este reprezentat aici de trei subdomenii:

- Nanomedicina;
- Aplicatii biofarmaceutice
- Nanomateriale magnetice (Nanoparticule magnetice, nanofluide si nanocompozite magnetizabile pentru aplicatii biomedicale si biotehnologii)

B1. Nanomedicina

Domeniul bionanosistemelor este un subdomeniu complex al nanotehnologiei, implicand atat utilizarea nanotehnologiei in sisteme biologice, cat si utilizarea tehnicilor bio-mimetice in nanotehnologie.

Bionanosistemele au o gama diversa de aplicatii, in medicina, agricultura, industria alimentara, cosmetica, nanosisteme naturale (ex. lemn, biomasa etc.). Sunt realizate si utilizate nano-dispozitive pentru livrarea tintita a medicamentelor, nanomateriale biocompatibile in medicina regenerativa, nano-membrane pentru dezvoltarea unor sisteme eficiente de purificare a apei, toate avand ca scop imbunatatirea calitatii vietii.

La nivel national, domeniul nanobiosistemelor este abordat in cadrul a numeroase organizatii, atat institute de cercetare, dar si universitati si IMM-uri (aproximativ **40 organizatii** si **120 specialisti** activi in domeniu indentificati in urma anchetei Nanopropect).

Organizatiile coopereaza in cadrul diverselor **proiecte de cercetare-dezvoltare**, atat la nivel national, dar si international. In urma anchetelor derulate in proiectul NANOPROSPECT au fost identificate **87 proiecte nationale** si **21 proiecte internationale in domeniul bio-nanosistemelor**, derulate incepand cu anul 2007.

Rezultatele obtinute sunt reflectate de un numar mare de **publicatii**, **32 brevete** si 20 cereri de brevete in domeniu.



Se evidentiaza in mod deosebit potentialul si expertiza institutiilor de cercetare din Romania pentru directia „**Nanomedicina**” (incluzand si directia **nano-farmaceuticelor**): participarea in aproximativ **80 proiecte nationale** si **16 proiecte internationale** (la Programul Cadru 7, COST, MNT-ERA NET, EuroNanoMed ERA-NET, acorduri bilaterale cu diverse tari - Grecia, Franta, USA), **27 brevete** pentru aplicatii in medicina.

Grupurile de cercetare au **resursa umana inalt calificata**, inclusiv specialisti formati in strainatate si unele dintre acestea beneficiaza de **infrastructura moderna** dedicata (ex.: *facilitati specifice pentru culturi celulare si modele animale; echipamente de biochimie, biologie celulara si moleculara; microarray Plotter; microarray Scanner; platforma de genomica functionala, bioanalizor, RT-PCR; laborator de culturi celulare acreditat RENAR, sistem de analiza celulara prin flow-citometrie, secventializator ADN, citometru in flux (analizor), sortator de celule*).

Cateva dintre **institutiile din Romania** active in domeniul nanomedicinei sunt si **membre in Platforma Tehnologica Europeana „Nanomedicine”** (IMT-Bucuresti este reprezentantul Romaniei in Mirror Group), participand la conferinte, adunari generale si sedintele grupurilor de lucru ale platformei.

De asemenea, organizatiile din tara au o participare semnificativa la competitile lansate anual in cadrul initiativei EuroNanoMed ERA-NET, unde sunt finantate proiecte transnationale si translationale.

Avand la baza rezultatele studiului NANOPROSPECT, **Nanomedicina** este recomandata ca o **directie prioritara la nivel national**, urmarind dezvoltarea a trei directii principale (asa cum au fost definite de Platforma Tehnologica Europeana de Nanomedicina): **administrarea si eliberarea controlata a medicamentelor, medicina regenerativa, diagnosticarea cu ajutorul nanotehnologiilor** (inclusiv imagistica medicala). Cercetarile in nanomedicina vin in intampinarea cerintelor pacientilor legate de diagnosticul si tratarea bolilor si restaurarea unor functii ale organelor sau tesuturilor afectate. Nanomedicina ofera metode de diagnostic si tratament eficiente, de inalta calitate, minim invazive si la un cost redus, avand o contributie majora in special in tratamentul unor tipuri de cancer, boli cardio-vasculare sau boli cronice degenerative.

Se vor avea in vedere urmatoarele aspecte: imbunatatirea cooperarii dintre mediul stiintific si partenerii din industrie si zona clinica/medicala; formarea de tineri specialisti prin dezvoltarea unor programe specializate de studii post-universitare in domeniul nanomedicinei si incurajarea formarii unor colective de cercetatori multidisciplinare; dezvoltarea infrastructurii de cercetare si asigurarea utilizarii eficiente a echipamentelor deja existente pe plan national pentru directia „nanomedicina”; stabilirea standardelor privind obtinerea si utilizarea bio-nanomaterialelor si produselor derivate si armonizarea metodologiilor si reglementarilor legale cu cele existente la nivel international.

Principalele avantaje oferite de nanomedicina sunt legate de gasirea unor solutii noi si revolutionare pentru rezolvarea problemelor de sanatate, cu un impact pozitiv pentru societate prin contributiile aduse la cresterea calitatii vietii si reducerea costurilor din sistemul de sanatate. Alte beneficii sunt reprezentate de crearea unor noi locuri de munca si oferirea oportunitatilor pentru dezvoltarea unor IMM-uri inovative (posibilitati de utilizare a unor materiale si tehnologii noi de tip microarray, microfluidica, realizarea unor noi instrumente si produse miniaturizate folosite pentru diagnostic in vitro si in vivo, efectuarea de analize medicale la standarde internationale).

B. 2 Aplicatii biofarmaceutice

Subdomeniul “Nanotehnologii cu aplicatii biofarmaceutice” poate fi definit ca arie prioritara si inclus intre obiectivele strategiei nationale in de cercetare-dezvoltare-inovare in domeniul nanotehnologiilor.

Tematicile de cercetare au un puternic caracter multi- si interdisciplinar si “combina” elemente de ultima noutate provenind din “spatiul cercetarii biofarmaceutice” si din cel al “nanostiintelor”.

Analiza situatiei domeniului a evidenciat principalele tendinte pe plan international, existenta unui nivel relevant de performanta si expertiza (ca resurse umane si infrastructura) pentru promovarea si sustinerea cu succes a domeniului de cercetare.

Nanotehnologiile biofarmaceutice sunt identificate ca principalele “instrumente” – stiintifice si tehnologice pentru rezolvarea unor necesitati terapeutice stringente, inaccesibile solutiilor oferite de abordarile farmaceutice si medicale “clasice”, intre care enumeram:

- Traversarea unor bariere biologice cvasi-impermeabile pentru agentii terapeutice in forme conventionale de administrare (de ex. Bariera hematoencefalica)
- Transportul dirijat si descarcarea selectiva a medicamentului la tinte terapeutice
- “Constructia” (“structurarea”) instrumentelor terapeutice pentru terapiile genice si epigenetice
- “Vehicule” sau alte structuri capabile de vectorizare si eliberare ce ating tinte terapeutice actualmente considerate ca “farmacologic inabordabile” (“un-druggable targets”). -

Caracterizarea toxicologica a nanomaterialelor, frecvent privita ca un sub-domeniu bine delimitat, **nanotoxicologia**, reprezinta o componenta indispensabila domeniului, asigurand atingerea cerintelor pentru reducerea/eliminarea riscurilor pentru viata si sanatate rezultate din utilizarea “nano” preparatelor farmaceutice si de diagnostic, precum si pentru estimarea riscurilor generate de expunerea “accidentala” la materiale nanostructurate cu destinatii non-medicale. Un subiect cheie este acela ar estimarii adecvarii si conformitatii cu reglementarile a metodelor de testare.

In fine, o a treia directie majora este cea a dezvoltarii “instrumentatiei” nanotehnologice pentru aplicatiile biomedicale si farmaceutice, prin noi platforme si bio (nano) cu aplicabilitate in diagnosticul si monitorizarea in vivo (in situ), precum si pentru cercetarea bio-medicala si farmaceutica.

Alaturi de componenta majora, reprezentata de obiectivele stiintifice expuse, se identifica o serie de obiective-suport, ce adreseaza politicile si reglementarile domeniului, planificarea si alocarea financiara, pregatirea resurselor umane, aspectele etice, infrastructura de cercetare etc.

Pacientii reprezinta beneficiarii finali ai rezultatelor progresului in cunoastere si tehnologie; “transferul” catre beneficiarul final este mediat de cateva grupuri tinta: asociatii de pacienti (ca forma “institutionalizata” de reprezentare a intereselor pacientilor), medici si alti specialisti din sistemul de sanatate (utilizatori ai rezultatelor), membrii ai comunitatii academice (implicati in procesul de cercetare-inovare), industrie. De asemenea, alti potentiali actori relevanti sunt autoritatile de reglementare/autorizare din domeniu.

Beneficiile estimate constau in cresterea calitatii si performantei actului medical, regasita in cresterea sperantei de viata si timpului de viata activa, scaderea costurilor terapeutice si sociale,

infiintarea de noi afaceri si locuri de munca in industria de profil, cu predilectie in stimularea IMM-urilor. Complexitatea stiintifica este in masura sa stimuleze performanta si excelenta stiintifica, oferind sanse marite de participare a colectivelor la “fluxul international al cercetarii”.

B.3 Nanomateriale magnetice

Este vorba de nanoparticule magnetice, nanofluide si nanocompozite magnetizabile pentru aplicatii biomedicale si biotehnologii.

Particulele magnetodirijabile multiresponsive sunt cele mai noi tipuri de nanomateriale cu larga aplicabilitate in medicina, respectiv in biotehnologii farmaceutice si alimentare. Exista o mare diversitate de nanomateriale care au la baza nanoparticule si sisteme de nanoparticule magnetice superparamagnetice (in special magnetita, maghemita, dar si Fe pasivat superficial), de ex. nanoparticule/clustere functionalizate, nano/microsfere polimerice (de ex. nano-si microgeluri) multiresponsive (temperatura, pH, camp magnetic, camp electric, radiatii). Domeniul este in plina dezvoltare pe plan mondial, cu implicarea marilor corporatii din industria farmaceutica si alimentara. Tematica „magnetic (nano)carriers” a castigat o pondere insemnata in ultimul deceniu, ilustrata de cresterea rapida a publicatiilor in reviste cu impact ridicat.

Interesul companiilor de farmaceutica a condus la dezvoltarea de noi procedee de diagnosticare si de tratament al tumorilor canceroase prin utilizarea de nanocompozite magnetice, dar si la abordarea de biotehnologii „magnetice” pentru separarea de proteine scumpe, de ex. BBI.

Ca urmare a dezvoltarii, in special dupa 2005, a infrastructurii de cercetare din INCD-uri, universitati si unitati ale Academiei Romane, s-au acumulat rezultate stiintifice valoroase cu privire la producerea si caracterizarea fizico-chimica de nanoparticule/nanofluide/nanocompozite magnetice.

Cercetarile avansate in perioada urmatoare vor avea ca obiective: Producerea si caracterizarea complexa a nanoparticulelor si sistemelor de nanoparticule magnetice biocompatibile; Procedee fizice, fizico-chimice si chimice avansate pentru productia de nanoparticule magnetice/sisteme de nanoparticule magnetice functionalizate; Interactiunea nanoparticulelor cu mediul biologic (de ex. celule canceroase, proteine, enzime), nanotoxicitate; Detectie, separare biomolecule; Sisteme de nanoparticule multiresponsive pentru diagnoza si tratament (nanotheranostics), medicina regenerativa, procedee de separare magnetica biomateriale (proteine).

Cercetarile preconizate sunt favorabile dezvoltarii unei productii de mic tonaj de nanomateriale cu valoare adaugata mare.

C. Energie

Este vorba de **aplicatiile nanomaterialelor si nanotehnologiilor in generarea, stocarea, transportul si utilizarea energiei**, avand ca efect atat utilizarea mai eficienta a resurselor energetice cat si reducerea considerabila a poluarii, indeosebi a gazelor cu efect de sera generate in energetica traditionala, fiind principala cale inovativa pentru a asigura atingerea obiectivelor noii politici energetice si de mediu ale Uniunii Europene, asumate si de Romania.



Analiza bazei de date realizata de studiul proectiv NANOPROSPECT evidentiaza existenta unui potential uman si facilitati experimentale capabile sa deschida noi posibilitati de cercetare intersectoriala si utilizarea mai eficienta a know-how-ului si infrastructurii existente. NANOPROSPECT evidentiaza existenta unor grupuri performante din domeniul nanotehnologiilor care au abordat proiecte aplicative in domeniul energiei, concretizate in peste 3100 lucrari in reviste indexate ISI cu peste 5.760 de citari (indice Hirsch 22), 5 patente, 3 produse si 3 tehnologii transferate.

Impactul a fost diminuat din cauza colaborarii reduce intre institute si firmele care realizeaza echipamente si tehnologii energetice si grupurile din domeniul nanotehnologiilor. O data cu aprobarea **strategiei nationale in domeniul energetic**, se deschid noi posibilitati de cercetare care sa faciliteze cooperarea intersectoriala si utilizarea mai eficienta a know-how-ului si infrastructurii existente in acest moment in Romania.

In acest context, prioritatile strategice pentru activitatea de CDI sunt: *(i) Realizarea unui program prioritar de cercetare pentru dezvoltarea nanomaterialelor si nanotehnologiilor cu aplicatii in energetica, implementat in perioada 2013-2020; (ii) Realizarea unui cluster pentru nanoenergie; (iii) Participarea la clusterul pentru industria auto.*

Realizarea prioritatilor strategice prevazute sunt posibile prin realizarea unor activitati de cercetare stiintifica si dezvoltare tehnologica, in domeniul nanomateriale si nanotehnologii pentru: **energetica neconventionala si regenerabila; conversia de energie; distributia de energie; stocarea de energie; utilizarea eficienta a energiei.** Domeniul asigura totodata sansa unor dezvoltari pe orizontala prin implicarea firmelor si centrelor de cercetare din domenii conexe precum chimia, constructiile de masini, metalurgie si materiale de constructii.

Prin masuri de natura administrativa, legislativa si logistica necesare initiale de Consiliul National pentru Dezvoltare si Inovare si ANCS si cu participarea centrelor de cercetare performante din tara, firmele si companiile din domeniul echipamentelor si componentelor energetice vor beneficia de noi locuri de munca high-tech, cresterea capacitatii de export, cresterea numarului de specialisti de inalta calificare angajati in industrie, produse noi cu un inalt grad de inovare, gestionarea eficienta si intensiva a resurselor naturale, tehnologii cu **impact redus asupra mediului.**

Fata de nivelul actual este nevoie de cresterea numarului de cercetatori, indeosebi tineri absolventi doctori sau doctoranzi, care sa asigure un grad ridicat de utilizare a infrastructurilor din institute si universitati, integrarea infrastructurii celor mai performante centre din domeniul nanotehnologiilor si din domeniul energeticii, prin realizarea unui cluster de energii neconventionale si **resurse financiare estimate de 50 – 70 milioane EUR** pe parcursul a 7 ani.

D. Nanomateriale

Directia strategica nanomateriale: preparare si caracterizare

Nanomaterialele sunt materialele cu structuri morfologice in domeniul 1-100 nm care au aplicatii in domenii din cele mai diverse, de la electronica la optoelectronica, stocare si conversie de energie, cataliza, protectia mediului, textile, materiale de constructii, industria auto.

Nanomaterialele sunt fie materiale noi, descoperite in ultimii ani, fie materiale descoperite cu mai mult timp in urma si re-incadrate in aceasta categorie generala. Principala problema tehnologica si economica legata de nanomateriale este dificultatea de a obtine cantitati mari de material de calitate ridicata. Preturile actuale de pe piata mondiala arata acest lucru, in majoritatea cazurilor acestea reflectand dificultatea de obtinere a unor cantitati care sa acopere cererea.

In aceasta arie sunt cateva probleme importante in care in ultimii ani au fost investite in mod deosebit eforturi si care sunt in continuare prioritare pentru cercetarea din tarile dezvoltate dar si pentru grupul de tari cu economii emergente (vezi exemplul tarilor BRIC):

1. Modelare si design de nanoparticule cu proprietati controlate

- investitii puternice in programe de cercetare pe probleme de modelare
- dezvoltarea metodelor de simulare si a infrastructurii de simulare/modelare bazate pe evolutiile recente din industria IT – supercomputere bazate pe procesoare grafice obtinute la preturi mai mici decat masinile clasice
- investitii in programe de educatie/specializare in probleme de modelare de nanostructuri, programe de invatamant interdisciplinare

Motivatia: este mult mai usor si eficient sa produci nanomateriale optimizate pentru rezolvarea unei probleme specifice comparativ cu o abordare experimentală/empirică.

2. Metode de preparare care sa duca la fabricarea de nanoparticule in conformitate cu cerintele specificate:

- parametrii morfologici, compozitionali si structurali doriti
- monodispersitate a proprietatilor
- cantitati industriabile la preturi rezonabile
- mod de productie sustenabil si cu impact redus asupra mediului

Motivatia: Numarul jucatorilor industriali dispusi sa investeasca in produse atunci cand materia prima este indisponibila sau scumpa este mic.

3. Standardizare, evaluare a riscurilor pentru sanatate si mediu:

Dezvoltarea de standarde care sa acopere proprietatile nanoparticulelor: comisii la nivel european sau in US

Motivatia: Evaluarea precisa a riscurilor privitoare la existenta nanoparticulelor in diverse tipuri de produse va permite intrarea in forta a marilor companii in zona nano. In unele cazuri la momentul actual se constata reticenta datorita caracterizarii insuficiente

4. Dezvoltarea metodelor de caracterizare complexa pentru determinarea proprietatilor fizico-chimice si evidentierea celor noi, potential exploatabile in aplicatii lucrative.

Motivatia: Dezvoltarea de aplicatii noi, se bazeaza pe o buna intelegere a proprietatilor specifice ale nanomaterialelor si a modului cum acestea depind de dimensiunile reduse (efectele confinarii si ale raportului mare suprafata/volum).

Actualmente potentialul academic referitor la cercetarea in nanomateriale in Romania este mare, acest domeniu reprezentand aproximativ 35% din domeniile aferente acestora indexate de ISI Web of Science. De asemenea infrastructura aferenta prepararii si caracterizarii acestora.

Ca tinta pentru nanomateriale exista aplicatii directe de tipul materialelor compozite cu nanomateriale precum si aplicatii complexe, cateva exemple fiind enumerate in continuare: i) nanostructuri de tip quantum dots cu aplicatii in dispozitivele utilizate in comunicatii (consum mic de energie si raspuns ultrarapid in jurul lungimii de unda utilizata in comunicatiile optice); ii)

nanoparticule semiconductoare de tip quantum dot cu aplicatii in domeniul celulelor solare, fotodiodelor, senzorilor, biofotonicii, terapiei fotodinamice, etc., iii) nanostructurilor de tip nanowires cu aplicatii in domeniul ghidurilor de unde, dispozitivelor fotovoltaice si a celulelor de combustie, nanobio-tehnologiilor, iv) nanostructurilor de tip nanowells cu aplicatii in domeniul fotonicii, diodelor, tranzistorilor, exciton-polariton spin switches, v) nanoparticule bimetalice cu aplicatii in domeniul senzorilor; vi) nanoparticule core-shell plasmonice pentru dispozitive fotovoltaice; etc. Practic este imposibil de gasit un domeniu in care sa nu existe o multitudine de aplicatii pentru nanomateriale.

Piata totala aferenta numai nanomaterialelor este estimata la sume variind intre 500 si 2000 de miliarde de dolari la nivelul anului 2020, pentru Romania aceasta fiind o oportunitate majora.

E. Evaluarea si gestionarea riscurilor

Identificarea si gestionarea pericolelor si evaluarea riscurilor utilizarii nanomaterialelor si nanotehnologiilor

Nanotehnologia are potentialul de a imbunatati dramatic eficacitatea a o serie de produse de consum si industriale existente si ar putea avea un impact semnificativ asupra dezvoltarii de noi aplicatii, de la diagnostic si tratament si pana la protejarea si remedierea mediului inconjurator. Din cauza gamei largi de aplicatii posibile in nanotehnologie, evaluarea continua a riscurilor potientiale asupra sanatatii asociate cu expunerea la nanomateriale este esentiala pentru a asigura manipularea lor in conditii de siguranta.

Pericole potientiale pentru sanatate si pentru siguranta

- potentialul nanomaterialelor de a intra in corpul uman
- incendii si explozii
- reactii catalitice

Orientari si Directii de urmat pentru lucrul cu Nanomateriale

- potentialul de expunere profesionala
- factorii care afecteaza expunerea la nanoparticulele

Caracterizarea si Evaluarea Expunerii la Nanoparticule

- monitorizarea expunerilor la locul de munca
 - esantionare fractionata a marimii-aerosolilor
 - prelevare de probe in timp real a aerosolilor
 - masuratori de arie a suprafatei aerosolilor
 - masuratori de concentrare a numarului de particule
 - estimarea ariei suprafatei nanoparticulelor
- Propunere de strategie de esantionare

Procedurile Controlului Expunerilor

- controale ingineresti
- eficienta colectarii de praf a filtrelor
- Practicile de munca
- Imbracaminte de protectie personala
- Protectie respiratorie
- Curatirea si inlaturarea/eliminarea nanomaterialelor

Supravegherea Sanatatii Ocupationale

Cercetare - subiecte critice de cercetare

- Toxicitate
- Evaluarea riscurilor
- Epidemiologie si supraveghere
- Controale
- Metode de masurare
- Expunere si doze
- Siguranta
- Recomandari si Orientare
- Comunicare si Educatie
- Aplicatii

Obiective pentru directia prioritara „Identificarea si gestionarea pericolelor si evaluarea riscurilor utilizarii nanomaterialelor si nanotehnologiilor”.

Prioritati strategice pentru activitatea de CDI:

- Cercetarea stiintifica trebuie sa cuprinda teme care au in vedere determinarea sigurantei si riscului nanomaterialelor si care sa vizeze aspectele etice, legale si sociale ale nanotehnologiilor/nanomaterialelor. Scopul este sustinerea transferului tehnologic al nanotehnologiilor pentru accesul pe piata.

Obiective stiintifice:

- Analiza riscului nanomaterialelor din perspectiva tipului organismului receptor, timpului de expunere, si din perspectiva nanostructurii si caracteristicilor ei.
- Studiul interactiilor nanostructurilor cu mediul natural
- Acumularea si existenta nanoparticulelor de-a lungul lantului alimentar.
- Elaborarea unor metode pentru masurarea nanoparticulelor

Masuri de natura administrativa, legislativa si logistica necesare:

- Reglementari la nivel national sau regional privind standardizarea si eco-toxicitatea nanomaterialelor
- Facilitati fiscale (alocarea de fonduri mai mari)
- Dialoguri informative, deschise pentru informarea publicului, clarificarea ingrijorarilor nefondate, si impiedicarea esecului nanotehnologiilor din punct de vedere social
- Reglementari privind responsabilitatea companiilor aliniate celor europene;
- Elaborarea ghidurilor de etica si conduita in conformitate cu reglementari europene

Autoritate initiatoare si institutii participante:

- Agentia Nationala pentru Cercetare Stiintifica, Consiliul Nat. Dezvoltare si Inovare
- Ministerul Mediului si Padurilor
- Ministerul Sanatatii
- Agentia Nationala pentru Protectia Mediului / Agentia Nationala pentru Substante si Preparate Chimice Periculoase
- Ministerul Economiei si Mediului de Afaceri

Grupuri tinta, beneficiari:

- Societatea Civila
- Companiile nationale si multinationale
- IMM-urile inovative
- Firme care comercializeaza nanomateriale si nanotehnologii



Anexa 8.1.A Nota de fundamentare directii strategice de CDI in domeniul nanomaterialelor si nanotehnologiilor – NANO ELECTRONICA

Anexa 8.1.B Nota de fundamentare directii strategice de CDI in domeniul nanomaterialelor si nanotehnologiilor – FOTONICA

Anexa 8.2.A Nota de fundamentare directii strategice de CDI in domeniul nanomaterialelor si nanotehnologiilor – NANOMEDICINA

Anexa 8.2.B Nota de fundamentare directii strategice de CDI in domeniul nanomaterialelor si nanotehnologiilor - NANOTEHNOLOGII CU APLICATII BIOFARMACEUTICE

Anexa 8.2.C Nota de fundamentare directii strategice de CDI in domeniul nanomaterialelor si nanotehnologiilor - NANOPARTICULE MAGNETICE, NANOFLUIDE SI NANOCOMPOZITE MAGNETIZABILE PENTRU APLICATII BIOMEDICALE SI BIOTEHNOLOGII

Anexa 8.3 Nota de fundamentare directii strategice de CDI in domeniul nanomaterialelor si nanotehnologiilor – NANOENERGIE

Anexa 8.4 Nota de fundamentare directii strategice de CDI in domeniul nanomaterialelor si nanotehnologiilor – NANOMATERIALE

CAPITOLUL 9. Cooperare internationala

9.1 Observatii preliminare

- Este facilitata de performanta resurselor umane (nu numai prin cresterea numarului de publicatii, dar si prin *excelenta si specializare in "nise"*). Existenta unor scoli de cercetare in disciplinele fundamentale ar trebui sa constituie o premiza favorabila.
- Cooperarea internationala (inclusiv in programele europene) trebuie promovata printr-o politica interna. Mentionam finantarea interna a unor domenii/tematici cu potential, circulatia informatiei relevante - in primul cea legata de "bune practici", stimulentele materiale si morale etc.
- Diaspora poate juca un rol important prin accelerarea stabilirii contactelor, initierea unor propuneri de colaborare, crearea unor laboratoare "gemene", participarea la activitatile de evaluare din tara, participarea la elaborarea unor politici interne destinate cresterii competitivitatii grupurilor de cercetare romanesti si implicat a sanselor de cooperare internationala etc.

Comentarii:

- *Atat Centrul IBM care se prefigureaza la Targu-Mures, cat si proiectul ELI (Extreme Light Infrastructure) au legatura mai mult sau mai putin directa cu domeniul nanotehnologiilor si ele demonstreaza ca exista posibilitati reale pentru colaborarile internationale de anvergura.*
- *Romania trebuie sa dezvolte in cadrul european (si nu numai) o politica a tehnologiilor emergente (trebuie sa decide unde si cum investeste).*
- *Nu se stie ce va contine inca PC8, deci o proiectie a colaborarii in plan european pana in 2020 este imposibila. De remarcat totusi atentia speciala acordata tehnologiilor emergente (Key and enabling technologies), in cadrul carora nanotehnologiile sunt prezente direct si indirect (Sectiunea 1 a prezentului raport de sinteza).*

9.2 Participarea la cooperari internationale.

Parteneriatele internationale contribuie la dezvoltarea si intarirea legaturilor stiintifice si tehnologice, diminuarea diferentelor pe plan stiintific fata de celelalte tari europene, promovarea interdisciplinaritatii prin abordarea in comun a ideilor.

O analiza a parteneriatelor internationale la care participa Romania releva participari in proiecte cadru FP6, FP7, proiecte de cooperare stiintifica si tehnica bilaterala si multinationala, proiecte COST.

Intr-o prima etapa, au fost identificate **43 proiecte la tematica NMP in Programul Cadru 6**, cu participarea Romaniei, intre care s-au evidentiat **18 proiecte cu referinte clare la domeniul "nano"**. Printre tematicile proiectelor FP6 cu participare romaneasca la tematica NMP la competitii lansate in anii 2002, 2003, 2004 se regasesc: *Long-term interdisciplinary research into understanding phenomena, mastering processes and developing research tools; Development of nanostructured materials; New materials by design; Understanding materials phenomena; Materials processing by radically innovative technologies; Impact on human health and environment; New production technologies for high added-value products, exploiting and using nano-scale precision engineering techniques; Three dimensional nano-structures based on elements other than carbon; Support to the development of new knowledge-based added-value products and services in traditional less RTD intensive industries.* (Anexa 9.1)

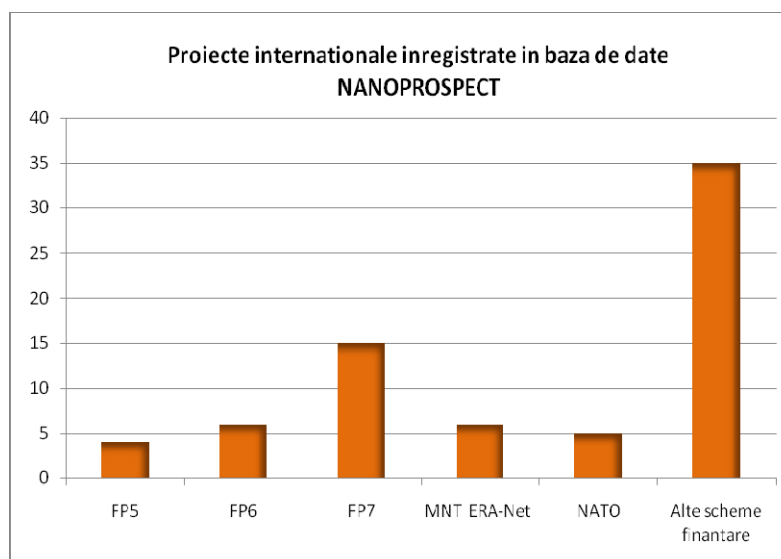
In cadrul initiativei din cadrul PC6/ INCO, privind dezvoltarea centrelor de excelenta in tarile candidate asociate la PC6 – Bulgaria, Romania, Turcia, Romania a castigat 8 proiecte, care au reprezentat o valoare totala de aproximativ 6.500.000 EUR. S-au acoperit domeniile: informatica si stiintele comunicarii, biotehnologie, **nano-stiinte, noi procese de productie**, biologie.

De asemenea, **in Programul Cadru 7** au fost identificate **41 de proiecte in domeniul nanotehnologiilor, cu participarea Romaniei**, dintre care **31 proiecte corespund ariei tematice NMP** (2007-2010) si respectiv urmatoarelor tipuri de proiecte: Coordination (or networking) actions; Large-scale integrating project; Small or medium-scale focused research project; Support actions. **14 proiecte din aceasta arie tematica (la care participa 11 institutii din Romania) au activitate exclusiv „nano”**. Exemple de tematicile identificate pentru proiectele NMP din FP7: *Nano-technology enabled applications for integrated, cost-effective volume production; Converging sciences and technologies (nano, bio, info and/or cogni); Pilot lines to introduce nanotechnology-based processes into the value chain of existing industries; Nanostructured polymer-matrix composites; Nano-scale mechanisms of bio/non-bio interactions; Nanostructured coatings and thin films; Nanostructured materials with tailored magnetic properties.* (Anexa 9.2)

Pe langa tematicile din NMP, au existat proiecte cu participare din partea institutiilor romanesti la FP7 la aria tematica ICT si alte programe-scheme de finantare: KBBE, Capacitati – REGPOT, Energie, Marie Curie RTN. Tematicile pentru aceste proiecte au fost: *Micro/nanosystems; Nano-scale ICT devices and systems; Characterisation and/or manipulation devices and techniques; Demonstration of hybrid systems combining different renewable energy source; Network for facilitating the implementation of high-tech processing at industrial scale.*

Se remarca de asemenea participarea Romaniei la proiecte de tip ERA-NET: “MNT-Era Net: *„From Micro- and Nanoscale Science to New Technologies for Europe”* si “*EUROpean network of trans-national collaborative RTD projects in the field of NANOMEDicine EuroNanoMed ERA-NET*”.

Pe langa proiectele mentionate mai sus, au fost inregistrate in ultimele luni in **baza de date NANOPROSPECT** alte **64 proiecte internationale care abordeaza domeniul nanotehnologiilor si nanomaterialelor finantate in cadrul FP5, FP6, FP7, MNT ERA-NET, ENIAC JTU, NATO, cooperari bilaterale, EUREKA, COST, mobilitati.** (Anexa 9.3).



In aceste proiecte au fost/sunt implicate 18 organizatii, printr-un numar de 31 de grupuri cu preocupari in domeniu. **Domeniile de aplicare** in care sunt incadrate aceste proiecte sunt urmatoarele:

- | | |
|--------------------------------|-------------|
| 1. nanoelectronica si fotonica | 17 proiecte |
| 2. cercetare fundamentala | 10 proiecte |
| 3. industria de prelucrare | 10 proiecte |
| 4. bio-nanosisteme | 9 proiecte |
| 5. mediu | 6 proiecte |
| 6. energie | 5 proiecte |
| 7. nano-tools | 4 proiecte |
| 8. industrie chimica | 4 proiecte |
| 9. securitate si siguranta | 3 proiecte |
| 10. toxicologie | 2 proiecte |
| 11. tehnica nucleara | 1 proiect |

9.3 Corelarea dintre programele nationale si cele europene.

Un rol esential in stabilirea de parteneriate internationale a avut experienta dobandita in proiectele nationale. Programul Cercetare de Excelenta a fost astfel conceput incat sa se coreleze cu PC 7 atat in ceea ce priveste structura, cat si in ceea ce priveste ariile tematice si domeniile stiintifice si tehnologice, care, conform pachetului de informatii ale programului, se suprapun in mod explicit celor din FP7. In total, prin programul CEEX s-a finantat un numar de 206 proiecte dedicate domeniului nanostiinta si nanotehnologie (mai restrans decat aria tematica NMP din PC 7).

Corelarea structurala a programului Cercetare de Excelenta cu PC 7

Programe specifice din FP7	Modulele Programul Cercetare de Excelenta
Cooperare	1- Proiecte de cercetare-dezvoltare complexe
Idei	3 - Proiecte de promovare a participarii la programele europene si internationale de cercetare
Resurse umane	2 - Proiecte de dezvoltare a resurselor umane pentru cercetare
Capacitati	4 - proiecte de dezvoltare a infrastructurii pentru evaluarea si certificarea conformitatii

Domeniul nanotehnologiilor se regaseste cu precadere in PC 7 in:

- **aria tematica 4 „Nanostiinte si nanotehnologii, materiale si noi procese de productie”**, cuprinzand 4 directii tematice: nanostiinte, nanotehnologii; materiale; productii noi; tehnologii integrate pentru aplicatii industriale, urmarind integrarea cunostintelor si tehnologiilor noi, nanomaterialelor si proceselor de productie in aplicatii sectoriale si intersectoriale
- **aria tematica 3 „Tehnologii informatinale si de comunicatii”**, **directiile tematice:** 3.1. Pilonii tehnologici ai ICT, cu 3.1.1. Sisteme nanoelectronice, fotonice si micronanosisteme integrate.

In tabelele 9.1, 9.2 sunt prezentate corelarile intre tematicile de cercetare corespunzatoare unor directii din cadrul Domeniului 1. “Tehnologiile informatiei si comunicatii” si Domeniului 7. „Materiale, procese si produse inovative” din cadrul Programului „Parteneriate in domeniile prioritare”, PNCDI II cu tematicile de cercetare din PC7, ariile tematice “Information and communication technologies” (ICT) si “Nanosciences, nanotechnologies, materials & new production technologies” (NMP).

Tabelul 9.1 Corelarea tematicilor de cercetare pentru Directia 1.7 “Nanoelectronica, fotonica si micronanosisteme integrate”, Domeniul 1, PNCDI II cu cele corespunzatoare ariilor tematice ICT si NMP din PC7

Tematica de cercetare Directia 1.7 “Nanoelectronica, fotonica si micronanosisteme integrate”, PN II	Numar de proiecte Parteneriate PNCDI II corespunzatoare tematicii	Tematica de cercetare ICT / NMP din FP7 corespondenta
<p>▪ Nanoelectronica</p>		
<p>1.7.1 Experimentarea de noi materiale si tehnologii pentru nanostructuri si circuite integrate la scara nano</p>	<p>- 3 proiecte in 2007 - 1 proiect in 2008</p>	<p>ICT-2011.3.2 Smart components and smart systems integration Future smart components and smart systems; Materials, technologies, processes, manufacturing techniques and design methods for: - Miniaturized and integrated smart systems with advanced functionality and performance including nanoscale sensing systems</p>
<p>1.7.2 Experimentarea de noi arhitecturi de sisteme pentru nanoelectronica 1.7.3 Experimentarea de noi concepte (principii) de dispozitive nanoelectronice</p>	<p>- 1 proiect in 2007 - 1 proiect in 2008 - 1 proiect in 2008</p>	<p>ICT-2007.8.1: FET proactive 1: Nano-scale ICT devices and systems - Demonstration of new concepts for switches or memory cells, to substantially improve performance, cost, integration density and/or power dissipation beyond those of ultimate CMOS technology using nanostructures or non-charge based approaches. Complementary challenges include circuit architectures, assembly and reconfiguration. - Demonstration of <i>new concepts, technologies and architectures for local and chip-level interconnects</i> with substantial improvements over current solutions</p>
<p>1.7.4 Electronica transparenta</p>	<p>- 2 proiecte in 2007 - 2 proiecte in 2008</p>	<p>▪ ICT-2007.3.2: Organic and large-area electronics, visualisation and display Advanced visualisation systems and novel display technologies - portable display systems such as zero-power / 'ruggedised' displays, flexible and/or transparent devices, energy efficient microprojectors, and lightweight high-resolution vision glasses ▪ ICT-2011.3.6 Flexible, Organic and Large Area Electronics and Photonics OLAE technology and components: Organic/printed logic and memory components; transparent electronic components; power supplies, etc.</p>
<p>▪ Micro - si nanosisteme</p>		
<p>1.7.5 Dezvoltarea componentelor si microsistemelor pentru sisteme de comunicatii; microsisteme inteligente reconfigurabile si flexibile</p>	<p>- 3 proiecte in 2007 - 1 proiect in 2008</p>	<p>ICT-2007.3.6: Micro/nanosystems - Smart systems for communications and data management: Smart micro/nanosystems enabling wireless access and facilitating intelligent networking with emphasis on the hardware required for communications and the management of smart device information. This includes solutions for adaptable RF and HF technologies (e.g. RFID, RF-NEMS and HF-NEMS).</p>

<p>1.7.6 Tehnologii microfluidice, micro/nano-biosenzori, laboratoare pe un cip, „microarrays”, micro- si nanostructuri si micro- si nanosisteme pentru diagnosticare si tratament medical (inclusiv nanomedicina)</p>	<p>- 4 proiecte in 2007 - 5 proiecte in 2008</p>	<p>▪ ICT-2011.3.2 Smart components and smart systems integration - Micro-Nano Bio Systems (MNBS) For those actions addressing in particular the health area, emphasis is on: – integrated systems for rapid, sensitive, specific and multi-parametric in vitro molecular analysis/detection and cellular manipulation based on biodegradable materials. Cost, manufacturing and real scenarios validation should be considered; – autonomous body sensor and actuator based systems for non- or minimally invasive targeted early detection, diagnosis and therapy ▪ NMP.2011.1.2-2 New targeted therapy using nanotechnology for transport of macromolecules across biological barriers ▪ NMP.2011.1.4-4 Nanotechnology based implantable and interfaceable devices</p>
<p>1.7.7 Microsenzori si actuatori (inclusiv 3D) 1.7.8 Tehnologii de integrare eterogena si asamblare/incapsulare 3D pentru a permite realizarea de sisteme complexe pe un cip</p>	<p>- 1 proiect in 2007 - 4 proiecte in 2008</p>	<p>ICT-2007.3.6: Micro/nanosystems Next-generation smart systems: - Major breakthroughs in intelligent sensor and actuator systems complexity, miniaturisation, networking, and autonomy. - Design and packaging technologies for new sensors, actuators and microsystems, their combination and integration.</p>
<p>1.7.9 Tehnologii convergente: micro-nano-bio-info</p>		<p>ICT-2007.3.6: Micro/nanosystems - Micro/nano/biotechnologies’ convergence ICT-2011.3.2 Smart components and smart systems integration - Micro-Nano Bio Systems (MNBS)</p>
<p>▪ Fotonica</p>		
<p>1.7.10 Noi materiale fotonice (materiale artificiale: cristale fotonice, materiale cu indice de refractie negativ etc.)</p>	<p>- 3 proiecte in 2007 - 5 proiecte in 2008</p>	<p>NMP-2007-2.2-1 Organic materials for electronics and photonics NMP.2011.2.2-3 Materials for solid state lighting</p>
<p>1.7.11 Componente micro/nano-fotonice si sisteme pentru interconexiuni si comunicatii</p>		<p>ICT-2011.3.5 Core and disruptive photonic technologies - Core photonic technologies Optical data communications – optical interconnects</p>
<p>1.7.12 Microsenzori optici pentru sisteme de supraveghere, monitorizare, robotizare</p>		<p>▪ ICT-2007.3.5: Photonic components and subsystems - Core photonic components and subsystems, which are essential in multiple application fields: (1) High performance lasers. (2) High brightness, power efficient solid-state light sources for ICT and general lighting applications. (3) Optical fibres for high performance and for specific functions. (4) High performance image sensors. (5) Sensors exploiting innovative sensing principles ▪ ICT-2011.3.5 Core and disruptive photonic technologies - Core photonic technologies</p>

<p>1.7.13 Noi tehnologii fotonice si bio-senzori fotonici pentru sisteme neinvazive de diagnostic <i>in vivo</i> si tratament: 1.7.14 Tehnologii fotonice pentru procese de fabricatie avansate la nivel micro si nano si pentru controlul proceselor si calitatii:</p>	<p>- 1 proiect in 2008 - 1 proiect in 2007 - 1 proiect in 2008</p>	<p>- Imaging and sensing for safety and security</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ICT-2007.3.5: Photonic components and subsystems - Application-specific photonic components and subsystems for application fields, which are strategic for Europe and which are important drivers of photonics technology development: Components and subsystems for: - minimally invasive medical diagnosis and prevention. - sensing for environment, well-being, safety and security. ▪ ICT-2011.3.5 Core and disruptive photonic technologies - Core photonic technologies - Biophotonics for early, fast and reliable medical diagnosis of diseases, such as cancer, infectious and eye-related diseases. The applications vary from point-of-care diagnosis to functional imaging
---	---	--

Tabelul 9.2 Corelarea tematicilor de cercetare pentru Directia 7.1 “Materiale avansate”, Domeniul “Materiale, procese si produse inovative”, PNCDI II cu cele corespunzatoare ariei tematice NMP din PC7

<p>Tematica de cercetare Directia de cercetare 7.1 „Materiale avansate”</p>	<p>Numar de proiecte Parteneriate PNCDI II corespunzatoare tematicii</p>	<p>Tematici de cercetare NMP - FP7 corespondente</p>
<p>7.1.1. Materiale avansate pentru generarea, transportul si utilizarea energiei</p>	<p>- 1 proiect in 2007 - 1 proiect in 2008</p>	<p>- NMP-2007-2.2-3 Advanced material architectures for energy conversion - NMP.2011.1.2-3 Active nanomembranes/-filters/-adsorbents for efficient water treatment with stable or regenerable low-fouling surfaces - EeB.NMP.2011-1 Materials for new energy efficient building components with reduced embodied energy - EeB.NMP.2011-2 New efficient solutions for energy generation, storage and use related to space heating and domestic hot water in existing buildings - NMP-2011-II.5.3 "Green Cars (GC)" - Public-Private Partnership - GC.NMP.2011-1 Advanced eco-design and manufacturing processes for batteries and electrical components</p>
<p>7.1.2. Materiale avansate pentru dezvoltarea infrastructurii</p>	<p>-</p>	<p>- NMP-2007-4.0-6 Innovative added-value construction product-services - NMP-2011 Energy-efficient Buildings (EeB) - Public-Private Partnership</p>
<p>7.1.3. Materiale care protejeaza mediul inconjurator în procese legate de producerea si utilizarea lor</p>	<p>- 3 proiecte in 2007 - 2 proiecte in 2008</p>	<p>- NMP-2007-2.4-1 Flexible efficient processing for polymers (smart use of materials in an environmentally friendly manner) - NMP-2007-3.4-2 Innovative pathways in synthesis - improving efficiency by smart synthesis, design and reduction of the number of reaction steps (environmentally</p>

		friendly solvents) - NMP.2011.1.4-1 Large-scale green and economical synthesis of nanoparticles and nanostructures
7.1.4. Materiale avansate pentru produse competitive la export	-	-
7.1.5. Materiale avansate pentru mijloace moderne de transport	3 proiecte in 2007 2 proiecte in 2008	- NMP-2007-4.0-3 Multifunctional materials for future vehicles - Green Cars.NMP.2011-1 Advanced eco-design and manufacturing processes for batteries and electrical components
7.1.6. Materiale si biomateriale avansate pentru cresterea calitatii vietii (sanatate, sport, educatie etc.)	15 proiecte in 2007, 6 proiecte in 2008	- NMP 2007 - 4.2.3 Novel biomaterials and bioinspired materials - NMP.2011.2.2-2 Biomaterials for tissue engineering for age-related cancer and sensory organ diseases - NMP.2011.1.2-2 New targeted therapy using nanotechnology for transport of macromolecules across biological barriers
7.1.7. Tehnologii de reciclare a materialelor avansate	-	-
7.1.8. Materiale avansate destinate sectoarelor-nisa ale economiei	3 proiecte in 2007, 2 proiecte in 2008	- NMP-2007-2.1-1 Nanostructured polymer-matrix composites - NMP-2007-2.2-1 Organic materials for electronics and photonics - NMP.2011.2.2-1 Novel superconducting materials, architectures and processes for - electro-technical applications - NMP.2011.2.2-3 Materials for solid state lighting

Alte arii tematice promovate prin FP 7 in care s-au incadrat proiecte CEEEX referitoare la nanostiinte si nanotehnologii au fost:

- **sanatate**, urmarind atât asigurarea sanatatii cetatenilor, cât si cresterea competitivitatii industriilor legate de sanatate;
- **alimentatie, agricultura si biotehnologii**, urmarind dezvoltarea bio-economiei bazate pe cunoastere;
- **energie**, urmarind dezvoltarea sustenabila pe termen lung si competitivitatea sistemelor energetice;
- **transporturi, inclusiv domeniul aeronautic**, ca dimensiune cheie pentru dezvoltarea durabila si cresterea competitivitatii industriei;

9.4 Participarea Romaniei la Platforme Tehnologice Europene in domeniul nanotehnologiilor

Platformele Tehnologice Europene ofera un cadru pentru definirea si dezvoltarea anumitor prioritati, calendare de lucru si planuri de actiune pentru un numar de directii strategice, pentru care obiectivele la nivel european legate de cresterea economica, competitivitate si sustenabilitate sunt in stransa legatura cu realizarile si evolutia din domeniile cercetare-tehnologie pe termen mediu si termen lung. Activitatile

platformelor sunt concentrate asupra domeniilor cu relevanta pentru industrie, acoperind intregul lant economic, mobilizeaza autoritatile la nivel regional si local si promoveaza parteneriatele public-private.

Aceste platforme au emis sau au in curs de elaborare o agenda strategica pentru dezvoltarea celor mai importante directii de cercetare din domeniul respectiv, pe termen mediu sau lung.

Platforma tehnologica europeana NANOMEDICINE s-a format in anul 2005 la initiativa unor grupuri din industrie si cu participarea Comisiei Europene. Platforma asigura coordonarea eforturilor comune in cercetare ale membrilor si faciliteaza comunicarea intre participanti din industrie, IMM-uri, mediul academic, institute de cercetare, clinici si pacienti. Membri din Romania ai Platformei de nanomedicina sunt INCD pentru Microtehnologie IMT-Bucuresti – *reprezentant al Romaniei in Mirror Group*, INCD pentru Metale Neferoase si Rare si Institutul de Chimie Fizica „Ilie Murgulescu” al Academiei Romane. Acesti membri participa la conferintele organizate de PTE Nanomedicina, adunari generale si sedintele grupurilor de lucru ale platformei.

Platforma tehnologica europeana pentru nanoelectronica ENIAC dezvolta si implementeaza o strategie coerenta pentru nanoelectronica la nivel european. Romania este membru ENIAC din anul 2009. **ENIAC Joint Undertaking (JU)** este un *parteneriat public-privat* care reuneste membrii ENIAC, Comisia Europeana si AENEAS (o asociatie care reprezinta actorii in domeniu din Europa). ENIAC JU lanseaza anual competitii de proiecte (la care participa si Romania), adresandu-se aplicatiilor high-tech in comunicatii, transport, sanatate, energie si mediu, securitate si siguranta.

Platforma tehnologica europeana pentru fotonica PHOTONICS 21 are ca obiectiv principal coordonarea activitatilor de cercetare-dezvoltare din Europa in domeniul fotonicii, cu aplicatii in cinci directii de importanta pentru industrie: Informatii si Comunicatii, Dispozitive de iluminat, Fabricatie, Stiintele vietii si Securitate. Platforma include 1400 membri din peste 49 tari, printre acestia numarandu-se si cateva organizatii din Romania: IMT-Bucuresti; INCDFLPR; INCD pentru Optoelectronica INOE 2000; Universitatea Politehnica Bucuresti; Universitatea Bucuresti, Facultatea de fizica; SC Optoelectronica SA.

Platforma tehnologica europeana pentru integrarea sistemelor inteligente EPoSS include membri din peste 20 tari, printre care se numara si IMT-Bucuresti.

Platforma tehnologica europeana pentru Micro si Nanofabricatie MINAM a fost lansata in anul 2008 si include peste 600 membri din 36 tari. Intre acestia, se regasesc urmatoarele organizatii din Romania: IMT-Bucuresti; INCDIE ICPE-CA; Universitatea din Craiova - Facultatea de inginerie si managementul sistemelor tehnologice; Facultatea de Automatica, Calculatoare si Electronica; Universitatea Tehnica Iasi; Universitatea Tehnica Cluj-Napoca; Microelectronica S. A.

Din activitatea MINAM a rezultat „**Initiativa europeana pentru dezvoltarea durabila a nanotehnologiilor NANOFUTURES**”, lansata in anul 2010, asigura conectarea si cooperarea intre toate platformele ce activeaza in domeniul nanotehnologiilor. A fost infiintata si **NANOfutures Romania**, ai carei membri fondatori sunt: INCDMNR-IMNR CTT AVANMAT; IPA S.A. Sucursala CIFATT Craiova; INCDFLPR; INCDFM; Universitatea Transilvania Brasov; Universitatea din Pitesti.

Platforma tehnologica europeana Advanced Engineering Materials and Technologies EuMaT asigura implicarea mediului industrial si a altor actori importanti in stabilirea prioritatilor CD in domeniul tehnologiilor si materialelor avansate. Printre membri acestei platforme se numara si INCDIE ICPE-CA.

Platforma tehnologica europeana INDUSTRIAL SAFETY include printre membri si urmatoarele organizatii din Romania: INCD pentru Tehnologii Criogenice si Izotopice - ICSI Ramnicu Valcea; INCD



pentru Energie ICEMENERG; INCD pentru protectia muncii "Alexandru Darabont"; Centrul pentru Servicii de Radiocomunicatii; SC IPA - CIFATT Craiova; S.C. Active Soft S.R.L. Grupul de lucru "Nanosafety - Safety related to nanotechnology" trateaza aspecte privind riscurile asociate inovarii si nanotehnologiilor, in special riscuri legate de sanatate.

9.5 Factori care asigura succesul participarii in proiecte internationale.

In urma analizei participarii Romaniei la cooperari internationale, s-a observat o evolutie crescatoare in timp a numarului de proiecte FP6, FP7. Se observa de asemenea ca ponderea cea mai mare in proiecte internationale o au instituturile nationale de CD, dar se remarca si o crestere a participarii IMM-urilor.

In perioada in care s-au derulat proiecte "nano" in Romania, s-a format o *masa critica de specialisti* capabili sa abordeze tematici in domeniu, in special in obtinerea de nanomateriale, o *infrastructura de nivel mondial*, adecvata sustinerii cercetarilor in domeniu, *colaborari interdisciplinare nationale si internationale*.

Factori de succes.

Infrastructura. In momentul de fata, institutiile romanesti dispun de echipamente moderne de obtinere, caracterizare, evidentiere a proprietatilor nanostructurilor, constructie de nanodispozitive. Aceste dotari sunt un motiv de mandrie pentru potentialii parteneri romani, dar dotarile respective trebuie sa atinga performantele "de catalog" si sa fie exploatate de personal de inalta calificare. Mult mai interesante sunt grupuri de echipamente, organizate in facilitati.

Competente. Infrastructura in sine nu este suficienta pentru atractivitatea partenerilor romani in viitoare propuneri de proiecte internationale. Este important ca acestia sa dispuna de competente de cercetare-dezvoltare vizibile, recunoscute pe plan mondial. Desigur, daca este vorba de expertiza si originalitate intr-un domeniu nou, solicitat prin competititiile de finantare iar raportul cerere/oferta este mare, atunci cresc sansele de a fi cooptat intr-un consortiu sau chiar de a atrage parteneri pentru o propunere coordonata de Romania.

Credibilitate. Cei care isi formeaza consortii (de pilda pentru propuneri de proiecte europene in parteneriat) apeleaza adesea la colective pe care le cunosc dintr-o colaborare anterioara, care le sunt recomandate sau care au participat la alte proiecte. Competentele dovedite prin publicatii si listele de echipamente nu sunt suficiente. Acestea deoarece intr-o colaborare, care uneori poate evolua intr-un mod neprevazut, conteaza foarte mult atitudinea partenerului. Este de asteptat ca acesta sa-si onoreze obligatiile cu seriozitate si profesionalism, dar si sa dea dovada de flexibilitate, preluand sarcini suplimentare, facand totul pentru succesul proiectului.

Diaspora. poate juca un rol important in cooperarea internationala prin accelerarea stabilirii contactelor, initierea unor propuneri de colaborare, crearea unor laboratoare "gemene", participarea la activitatile de evaluare din tara, participarea la elaborarea unor politici interne destinate cresterii competitivitatii grupurilor de cercetare romanesti si implicit a sanselor de cooperare internationala. Urmand aceasta idee, consortiuul NANOPROSPECT a identificat si contactat specialisti din diaspora care au transmis o serie de recomandari, contribuind la finalizarea propunerilor din proiect.

9.6 Perspectivele cooperării europene.

In momentul de fata *politica europeana in domeniul cercetarii si inovarii* sufera schimbari ample. Schimbari au loc s-au sunt anticipate si in Romania: se reformeaza cercetarea, se analizeaza PNCDI II, se asteapta elaborarea unei noi politici nationale de “inovare”.

Este inca dificil sa se prevada cum vor evolua lucrurile pe termen mediu (pana in anul 2020). De exemplu, nu se stie inca cum va arata noul program cadru (PC8). Se pot insa trece in revista lucrurile care sunt cunoscute in prezent (prezentare in Comisia Europeana, 28 martie 2011).

In momentul de fata in UE se dezvoltă un **cadru strategic comun pentru cercetare si inovare**: *Common Strategic Framework (CSF) for Research and Innovation*. In contextul in care *Obiectivul Lisabona* pentru 2010 nu a fost atins si s-a dezvoltat o strategie *Europa 2010*, CSF, deja in actiune, reuneste: actualul FP7 (PC7), *The Competitiveness and Innovation Programme, CIP* (Programul pentru Competitivitate si Inovare), *The European Institute of Technology* (Institutul – virtual – European de Tehnologie).

Obiectivele acestui “cadru strategic comun” sunt:

- Consolidarea bazei stiintifice;
- Cresterea competitivitatii;
- Rezolvarea “provocarilor societale” (sanatate, energie, resurse, climat).

In cadrul evaluarilor si dezbaterilor care au loc in legatura cu cresterea competitivitatii, un rol important il au asa-numitele “Enabling and Industrial Technologies” care sunt (a se compara cu pozitia din 2009, subcapitolul 1.6):

- Tehnologiile informatiei si comunicatii (*information technology and communications, ITC*);
- Nanotehnologiile;
- Materialele avansate;
- Biotehnologiile;
- Confectionare si procesare (*manufacturing and processing*);
- Tehnologii spatiale.

Pentru a intelege mai bine rolul nanotehnologiilor in acest ansamblu recomandam reexaminarea diagramei de la pagina 1, cu precizarea ca nanoelectronica si fotonica fac parte din ITC. De aici rezulta ca ITC si biotehnologiile, ca sa nu mai vorbim de “materialele avansate” interfereaza cu nanotehnologiile (de fapt ele au un rol esential sau complementar in toate tehnologiile mentionate mai sus).

Se recomanda in momentul de fata o abordare unica si integrata a KET (*Key Enabling Technologies*), care presupune:

- O largire a conceptului de cercetare-dezvoltare (in directia valorificarii cercetarii);
- O abordare integrata a diverselor etape in “crearea de valoare” (*integrated value chain*)
- O atentie speciala acordata “platformelor tehnologice” si liniilor pilot.

Europa este inca in cursa pentru KET, dar competitia este acerba. O politica mai putin inspirata a UE, cu externalizarea productiei, a dus la situatia in care, in anumite domenii, desi Europa detine o mare proportie din brevete si ofera cea mai importanta piata, ponderea acesteia in productie este foarte redusa. Si SUA se confrunta cu o problema similara, dar – reactionand la aceasta provocare - merge in ton cu Asia in politica CDI. Intr-adevar, in China, Coreea, SUA (finantare federala) cea mai mare parte a fondurilor CDI merg pentru dezvoltare, cu pana la 50% din fondurile publice atribuite direct companiilor private.

Printre problemele care sunt in dezbatere chiar in aceste saptamani in UE, in organizarea Comisiei Europene, se numara si:

- Cum sa se potenteze inovarea?
 - Tipuri de CD?
 - Modele de colaborare industrie-academia?
 - Elemente ale inovarii in stiinta?
- Cum se face conexiunea cu “provocarile societale” (*societal challenges*)?
- Cum sa se aleaga prioritatile pentru finantarea UE astfel incat sa se sustina inovarea?
- Cum sa se asigure complementaritatea intre prioritatile UE si cele ale statelor membre?

Stiind ca finantarea “centralizata” prin programele Comisiei Europene nu reprezinta decat cateva procente (5-6%) din finantarea totala CD in UE (ponderea majora avand guvernele nationale si firmele) devine limpede ca activitatile la nivel european au un rol “pilot”, sau un rol de “catalizator”.

In actualul context, este limpede ca statele membre trebuie:

- sa isi coreleze politica CDI cu cea a firmelor;
- sa aiba propriile prioritati CD, neputand acoperi tot spectrul cercetarii.

Pe de alta parte, ceea ce se contureaza in prezent ca o politica “inteleapta” la scara UE, cu o specializare a fiecărei regiuni (smart specialization).

9.7 Recomandari

Programul National de Reforma (PNR) al Guvernului Romaniei (aprilie 2011) recomanda deja directii de colaborare internationala pe linia participarii la marile infrastructuri de cercetare.

In ceea ce priveste prioritatile, PNR recomanda: TIC (adica ITC), energia, industria auto. Desigur, aceste prioritati trebuie sa se regaseasca si in colaborarea internationala.

Pe aceasta linie formulam urmatoarele **recomandari**, care in general nu sunt specifice domeniului nanotehnologiilor, dar care sunt deosebit de importante pentru acest domeniu:

- Sprijinirea formarii de clustere/poli de competitivitate cu parteneri traditionali pentru accesul la fonduri structurale;
- Sustinerea cu fonduri adecvate a participarii partenerilor romani la parteneriatele public – privat (PPP) la nivel european;
- Continuarea finantarii participarii Romaniei la schema de cooperare ERA-NET (de exemplu in “nanomedicina” si in “micro- si nanotehnologii”), deosebit de atractiva pentru companii;
- Sustinerea facilitatilor experimentale pe plan national care au sansa de a se integra in retelele de facilitati la nivel european (in nanotehnologii, situatia este complet nesatisfacatoare pentru toate *noile* state membre);
- Sustinerea infrastructurii de inovare si transfer si a companiilor pentru participarea la *Programul pentru Competitivitate si Inovare* (CIP) al UE;
- Sprijinirea dezvoltarii in continuare a *centrelor de excelenta* care au fost finantate prin programele europene;
- La modul general, finantarea prin programele nationale (inclusiv finantare institutionala de excelenta, conform noilor reglementari) a unor directii de cercetare care sustin competitivitatea colectivelor din tara in anumite *nise* ale colaborarii pe plan national.



Anexa 9.1 Proiecte FP6 in domeniul “nano” cu participarea Romaniei

Anexa 9.2 Proiecte FP7 in domeniul “nano” cu participarea Romaniei

Anexa 9.3 Proiecte din baza de date NANOPROSPECT

CAPITOLUL 10. Concluzii finale

10.1 Trecere in revista a capitolelor raportului

Nanotehnologiile sunt extrem de promitatoare pentru o gama larga de aplicatii (Capitolul 1), dar ar fi gresit sa se creada ca nanostiinta si nanotehnologia reprezinta pur si simplu un teren fertil pentru cercetatorii din intreaga lume, care publica un numar din ce in ce mai mare de articole intr-o gama tot mai larga de periodice stiintifice.

Epoca „romantica” (de explorare haotica) a domeniului a trecut, *acum directiile majore de cercetare sunt legate de aplicatii*, ceea ce inseamna o legatura stransa cu industria si dezvoltarea unor noi intreprinderi inovative. Progresul inseamna nu numai investitii in CD, cu numar mare de articole si brevete, dar si industrializare. Ca urmare, concurenta in domeniu inseamna si concurenta pe piata, iar Uniunea Europeana pierde teren, deoarece competitorii se focalizeaza pe productie si au un sistem mai eficient de inovare.

Tarile europene isi dau seama ca trebuie sa isi focalizeze interesul pe domeniile de aplicatie in care pot fi competitive (industrie, brevete, piata), pentru ca altfel investitiile in cercetare vor fi irosite.

Studiul NANOPROSPECT s-a concentrat pe situatia din tara (Capitolul 2) incercand sa inventarieze activitatile si rezultatele, cu scopul de a propune anumite directii prioritare de finantare, dar si de a avansa recomandari pentru cresterea eficientei activitatilor. Analiza situatiei existente nu a fost usoara, datorita urmatoarelor circumstante: (a) Desi incepand cu anul 2005 au fost finantate numeroase proiecte, inclusiv de infrastructura, legate de nanostiinta si nanotehnologie, dar nu a existat un plan si nici un sistem de urmarire a rezultatelor; (b) Lipsa de transparenta, comunicarea deficitara si colaborarea superficiala (daca nu chiar refuzul ostentativ al colaborarii) au constituit tot atatea bariere in culegerea de date si analiza informatiei. Totusi, s-au cules si s-au facut publice numeroase date, cu aproape 3000 de inregistrari in bazele de date, inclusiv informatii privind infrastructuri, echipamente, parteneriate care nu sunt disponibile din alte surse. In final s-a reusit si o interactiune rapida „on-line” cu o parte dintre specialistii inscrisi in bazele de date.

Caracteristica pentru NANOPROSPECT a fost **analiza situatiei din tara** (Capitolul 3) pe domenii de aplicatie. Nanoelectronica si fotonica, dar si bio-nanosistemele s-au situat cel mai bine din acest punct de vedere. Aceste subdomenii au fost de altfel propuse ca prioritare. In subsidiar, inventarierea rezultatelor a dus si la o evidentiere a grupurilor CD cele mai performante.

Educatia (de fapt formarea interdisciplinara) in domeniu (Capitolul 4) a retinut atentia, deoarece resursele umane sunt esentiale pentru explorarea acestui domeniu nou. Exista orientari spre „nano”, dar nu exista o linie directoare la nivel national si eficienta unor activitati din universitati (de regula in cadrul unor facultati) nu este dovedita. Nici formarea interdisciplinara prin cercetare nu s-a bucurat de o atentie deosebita.

Infrastructura (examinata in Capitolul 5) este absolut necesara pentru cercetarea in nanotehnologii. In ultimii ani s-a investit considerabil in echipamente, s-au creat noi laboratoare si centre in institute si in universitati (finantarea in infrastructura CD continua, prin intermediul fondurilor structurale, pana in 2013). Pentru prima oara, bazele de date NANOPROSPECT arata ce echipamente au principalii actori in domeniu si in ce masura ele asigura o masa critica, comparabila cu cea a unor facilitati existente in tarile dezvoltate. Nici in acest caz nu se poate insa conta pe o utilizare eficienta, plecand la faptul ca nu a existat

nici un plan de a asigura dotari complementare si o colaborare in exploatarea bazei materiale, inclusiv in asigurarea de servicii catre „terti”. Cheltuielile mari de functionare si uzura morala rapida pot duce curand la pierderea avantajului pe care il da in prezent aceasta dotare moderna, invidiata in clipa de fata chiar de unii parteneri straini.

Conexiunea cu industria este slaba in Romania (Capitolul 6). Raspunsul firmelor la activitatile NANOPROSPECT a fost limitat. Au raspuns la ancheta trei firme care reprezinta companii multinationale importante (Renault, Honeywell, Infineon Technologies) si numai 20 de IMM-uri. S-au desprins *necesitati urgente*: crearea unor clustere industriale care sa includa universitati si centre (institute) de cercetare; imbunatatirea legislatiei legate de proprietatea industrială, utilizarea fondurilor publice in beneficiul activitatilor din firme (cercetare, accesul la infrastructura, instruire). Din nefericire, experienta de pana acum cu IMM-urile nu este fericita: s-au cheltuit fonduri pentru proiecte de transfer de tehnologie, dar rezultatele nu se vad pe piata. Nu s-a facut pana acum o analiza a „Inovarii” in PNCDI II, dar este destul de clar ca situatia nu este buna. Pe un plan mai larg, aici trebuie rezolvata o problema cheie: trebuie sa exista o *strategie unica pentru cercetare si inovare*. Simpla existenta a unui program de „Inovare” in cadrul PNCDI nu este suficienta.

Una din problemele spinoase ale nanotehnologiilor (Capitolul 7) este **existenta unor riscuri pentru sanatate si pentru mediu**. Pana in prezent aceasta problematica nu a fost abordata in tara noastra decat fragmentar. In fapt, numai anumite nanomateriale sunt potential periculoase, dar absenta unor studii sistematice si a unor reglementari (standarde) constituie in momentul de fata o frana. Pe de-o parte exista posibilitatea unei campanii publice „anti-nano”, ca in cazul centralelor nucleare sau al organismelor modificate genetic. Pe de alta parte, firmele sunt reticente sa investeasca in tehnologii si produse in absenta standardizarii.

Capitolul 8 propune **directii prioritare de cercetare** legate de anumite domenii de aplicatie ale nanotehnologiilor. Acestea sunt „nanoelectronica si fotonica”, „bio-nanosisteme”, „energie”, „nanomateriale” (pentru alte domenii de aplicatie) si in fine „evaluarea si gestionarea riscurilor”. Aceasta este o “lista scurta” de optiuni. Industria indigena care s-a dovedit interesata este legata de domeniul auto, cu un interes special pentru tehnologia nanoelectronica. Alte domenii prezinta interes pentru eventualele investitii de inalta tehnologie sau pentru protectia populatiei si a mediului.

Cooperarea internationala (in special in interiorul UE) este analizata in Capitolul 9. Participarea organizatiilor din Romania este comparativ buna in domeniile de nanoelectronica, micro- si nanosisteme, materiale etc. Corelarea PNCDI cu PC 7 a jucat si ea un rol. Capitolul se incheie cu o prezentare a evolutiilor de ultima ora in UE si o suita de recomandari.

10.2 De ce “nano” in Romania?

Nanostinta si nanotehnologia se instaleaza rapid si profund in stiinta si tehnologia contemporana. Educatia in stiintele de baza si in inginerie nu mai poate ignora acest aspect.

Utilizarea nanotehnologiilor si a nanomaterialelor importate, reclama o atentie deosebita deoarece exista *riscuri potentiale pentru sanatate si pentru mediu*. Este inca un argument pentru a nu ignora domeniul, chiar daca in tara nu ar exista preocupari de CDI.

Dar argumentul esential este acela legat de *dezvoltarea unui domeniu de inalta tehnologie*, cu un mare potential aplicativ. Accesul la inalta tehnologie (nu numai prin cercetarile proprii, dar si prin investitiile straine in domeniu) sunt de natura sa creasca competitivitatea economica.

Ca in multe alte tari, cercetatorii de la noi au un anume grad de entuziasm pentru acest nou domeniu, care in fapt nu este complet nou si a permis printre altele regruparea unor cercetari din fizica (structuri cuantice) sau chimie (polimeri). Materia vie la nivel molecular este la scara “nano”. Caracteristic nanotehnologiei este controlul constructiei materiei la scara “nano”, prin configuratii atomice si moleculare care un exista in natura si care conduc la realizarea materialelor nanostructurate, a nanodispozitivelor si chiar a nanosistemelor cu functionalitate complexa (v. Capitolul 1).

Pentru cei care privesc acest domeniu ca un *El Dorado* al cercetarii este inasa oportuna o avertizare: acolo unde apare un *El Dorado* apare si o “goana dupa aur” (o competitie). Asa se intampla si in cazul nanotehnologiilor, unde cei care au o politica mai “agresiva” au si tendinta de a-si inlatura competitorii printr-o politica de brevetare si de investitii in dezvoltare si in productie. Un caz interesant este cel al *grafenei* (structura bidimensionala de atomi carbon), descoperita in Europa in 2007 (Premiul Nobel pentru fizica, 2010). Comisia Europeana constata cu stupeoare (martie 2011) ca numai firma Samsung (Coreea de sud) a investit in studiul si aplicatiile grafenei 300 milioane de dolari (care merg la universitati!), mai mult decat intreaga Uniunea Europeana. Ceea ce se stie mai putin este ca unul dintre descoperitorii grafenei a incercat zadarnic sa obtina finantare europeana pentru proiectul sau. Europa se misca inca lent, politicile sale nu sunt sincronizate, iar competitivitatea sa este amenintata.

Intr-un studiu destinat analizei domeniului nanotehnologiilor in Irlanda (tara care a atras in ultimele doua decenii investitii straine importante in inalta tehnologie) se spune foarte clar: *nu putem continua finantand cercetarea in nanotehnologie in general, trebuie sa stabilim prioritati*.

Aceiasi problema se pune si pentru Romania. De fapt, nu ajunge selectarea unor domenii de finantare CD, ci este necesara o politica mai complexa, o adevarata *strategie* a domeniului.

Un punct de plecare al eventualei strategii (si in acest timp un rezultat al NANOPROSPECT) este *analiza SWOT de mai jos*, rezultatul unor consultari intense in consortiu, dar si al consultarii diasporei si al unei anchete *on-line* care a atras peste 160 de specialisti inregistrati ca atare in bazele de date electronice ale proiectului.

10.3 Analiza SWOT

Analiza SWOT a domeniului de nanotehnologii (cercetare si aplicatii) la nivel national.

Punctele tari si cele slabe sunt ale domeniului CD in nanotehnologie din Romania, in timp ce oportunitatile si amenintarile vin din exteriorul acestuia. Spre exemplu, sistemul CD nu include tot ce este legat de nano: educatia in domeniu se situeaza in afara acestuia.

Puncte tari

- O activitate semnificativa in nanotehnologii, in comparatie cu alte domenii, materializata prin articole publicate in reviste ISI, proiecte castigate in programele nationale si participari la proiecte europene.
- Resurse umane bine pregatite, cu rezultate vizibile pe plan international in mai multe colective.

- Numeroase dotari experimentale recente, la nivel mondial si investitii in derulare, finantate din POS CCE O2.2.1 (fonduri structurale). O sansa de exceptie: posibila finantare a proiectului ELI (Extreme Light Infrastructure) cu impact de perspectiva asupra cercetarii in nanostiinta si nanotehnologie.
- O experienta a cercetatorilor intr-un spectru larg de la cercetare fundamentala la cercetare industriala, cu nise tehnologice si de materiale bine dezvoltate in unele institute.
- Companii multinationale care dezvoltata activitati CD in Romania si manifesta interes fata de domeniul nanotehnologiilor.
- Parteneriate cu organizatii din exterior in domenii legate de nanotehnologie.
- O diaspora numeroasa care activeaza in domeniu, cu o deschidere spre colaborare cu colectivele din tara.

Puncte slabe

Generale pentru intregul sistem CD din Romania

- Lipsa unei reale strategii a cercetarii (Strategia si Planul National din 2007 sunt in analiza in prezent) si necorelarea cu politica de inovare (care va trebui reconsiderata total).
- Finantarea din programele nationale in ultimii ani a fost faramitata pe numeroase teme, fara tinte precise la nivelul programelor si fara corelare cu activitatile industriale. Nu sunt abordate consistent nici provocarile "societale" (sanatate, energie etc.) sau colaborarea in cadrul UE. Lipsa unei strategii cu prioritati si existenta doar a contractelor de tip bottom-up
- Nu exista o coerenta si o continuitate de la o perioada la alta si nici o corelatie intre programe.
- Lipsa unui sistem de evaluare coerent si obiectiv a rezultatelor cercetarii si inovarii, cu modificari de abordare pe durata de derulare a proiectelor (se actioneaza in prezent); lipsa unei organizari clare a sistemului CDI-cu indicatori si criterii clare de evaluare/monitorizare pentru cercetarea stiintifica si dezvoltarea tehnologica
- Lipsa unui marketing al rezultatelor cercetarii.
- Unele limitari ale legislatiei, precum cea in domeniul brevetarii, sau legislatia privind incurajarea cooperarilor inter-instituti si a institutiilor de invatamant si cercetare pe de o parte cu firmele pe de alta parte.
- Instabilitatea resursei umane, cu calificare superioara.

Relevante pentru domeniul nanotehnologiilor

- Fragmentarea si monospecializarea resursei umane. Este nevoie de o masa critica si de colective multidisciplinare.
- Lipsa unei corelari (complementaritati) intre dotarile din diverse unitati de cercetare si lipsa colaborarii in exploatarea bazei materiale
- Dotarile experimentale din CD sunt slab folosite pentru promovarea cercetarii interdisciplinare, ca si pentru activitati educative. Accesul IMM-urilor este aproape inexistent, neexistand un sistem de finantare a acestui acces.
- Slaba cultura de organizatie in colaborarea intre colectivele din aceeasi unitate (institut, universitate) sau din unitati diferite.
- Cooperare redusa cu industria, in conditiile in care unele industrii traditionale care puteau beneficia de dezvoltari de nanotehnologie sunt in declin sau pe cale de disparitie.
- Un numar comparativ redus de IMM-uri inovative, cultura antreprenoriala scazuta, "spin-off"-uri aproape inexistente

Oportunitati

General valabile pentru statele membre UE

- Orientarea data de evolutia domeniului in UE sub presiunea tarilor puternic industrializate si a tarilor emergente (BRIC)
- Posibilitatea de focalizare a cercetarii pe directii de aplicatie de perspectiva, date de tehnologia inalta, in dezvoltare (key and emerging technologies).
- Politica de reorientare spre nevoile societatii (sanatate, energie etc.), domenii in care nanotehnologiile au un potential practic nelimitat.

Specifice Romaniei

- Industria auto existenta in Romania (inclusiv industria orizontala) creeaza premisele pentru o piata larga si diversa pentru nanotehnologii, in contrast cu alte industrii, care sunt in declin.
- Posibilitatea de corelare a finantarii din planul national CDI cu finantarea din fonduri structurale.
- Definirea domeniilor prioritare in dezvoltarea socio-economica a Romaniei
- Un numar relativ mare de tineri cercetatori postdoc s-au intors in tara sau doresc sa se intoarca. Creste ponderea tinerilor in cercetarea romaneasca.

Amenintari

Amenintari valabile in general in UE (si nu numai):

- Climatul economic nesigur poate duce la reducerea de fonduri destinate nanotehnologiilor.
- Este din ce in ce mai dificil sa se atraga investitii
- Exista competitori agresivi pe alte continente, inclusiv in tarile emergente si apare pericolul ca cercetarile sa nu duca la produse de succes (ajung prea tarziu pe piata);
- Lipsa unei informatii structurate si a unei imagini corecte a riscurilor pentru sanatate si mediu poate duce la neincrederea publicului

Amenintari specifice Romaniei:

- Lipsa unei strategii de dezvoltare nationala, care nu poate fi inlocuita de "Programul national de reforma" (2011-2013), document pe termen scurt, putin cunoscut.
- Absenta unui program strategic de "inovare", mai precis a unei strategii pentru "cercetare si inovare", asa cum se elaboreaza in UE
- Dificultatile colaborarii inter-ministeriale, colaborare fara de care nu se poate concepe colaborarea unei strategii in nanotehnologie.
- Mentalitatea curenta de izolare si reticenta in colaborare.
- Absenta unei educatii interdisciplinare in domeniu, de la curricula de facultate, pana la scolile doctorale.

10.4 Recomandari pentru o strategie nationala a domeniului de nanotehnologie.

Analiza efectuata de NANOPROSPECT a aratat ca in Romania exista resurse umane si materiale angajate in nanotehnologie. Nu exista insa o strategie, resursele sunt folosite neeficient, fara o directie precisa.

Crearea unui Comitet interministerial

Este necesara o abordare programatica, intr-un cadru mai larg decat cel al sistemului de cercetare. Se propune crearea unui comitet (High Level Group) interministerial, al carui secretariat sa fie asigurat de

catre MECTS/ANCS, grup care sa aiba ca scop elaborarea unei **propuneri de strategie nationala in domeniul nanotehnologiilor**. Se intrevede participarea unor reprezentanti ai Ministerului Educatiei, Cercetarii, Tineretului si Sportului, ai Ministerului Economiei, Comertului si Mediului de Afaceri, ai Ministerului Sanatatii, Ministerul Mediului si Padurilor etc., ai unor institute de cercetare si universitati implicate in domeniu, Camere de Comert si Industrie, Agentii Regionale de Dezvoltare, organisme nationale implicate in protectia proprietatii intelectuale, standardizare etc. Vor fi invitate sa participe companii importante care activeaza in Romania, dar si reprezentanti ai IMM-urilor inovative.

Continuarea activitatilor de evaluare si cu caracter consultativ

Se propune formarea unui grup de *monitorizare a progresului cercetarii si inovarii* pe plan national in nanostiinta si nanotehnologie (un “*Observator nano Romania*”, pe modelul existent in alte tari, de exemplu in Franta). Aprobarea componentei grupului (care poate cuprinde si specialisti romani din diaspora), a regulamentului de functionare si al modului de finantare a activitatii s-ar face prin Decizie a Presedintelui ANCS. In masura in care este necesar, partenerii din consortiu NANOPROSPECT, reprezentantii organizatiilor, coordonatorii grupurilor si specialistii inscrisi in bazele de date NANOPROSPECT, dar si alte organizatii si specialisti vor pune la dispozitie informatiile de care dispun si care pot fi facute publice. Grupul “*Observator nano*” va asigura, pe langa culegerea si diseminarea de informatie, activitati de consultanta.

Finantarea unor activitati CDI

Se propune dezbaterea in cadrul ANCS (cu CNDI s.a. organisme consultative) si al comunitatii stiintifice, cu participarea industriei a unui sistem de finantare (instrumente, pachete de informatii) care sa avantajeze dezvoltarea nanotehnologiilor, de exemplu:

- selectia unor tematici adecvate, care sa permita concentrarea eforturilor pe anumite directii de cercetare (prioritare);
- finantarea formarii si functionarii unor clustere industriale (cu participarea unor institutii publice orientate spre cercetare si spre educatie s.a.);
- finantarea dezvoltarii unor platforme tehnologice strict focalizate pe anumite aplicatii, cu orientarea spre realizarea unor linii pilot (eventual parteneriat public-privat);
- finantarea creerii si mentinerii a una sau mai multe retele de facilitati experimentale (din diverse institutii), care sa permita accesul tertilor (alte grupuri CD, doctoranzi, firme);
- finantarea unui sistem de “*vouchere*” in beneficiul firmelor inovative, cu scopul de a facilita executia de servicii, accesul pe linii pilot, instruirea etc.
- alte posibilitati de finantare a activitatii firmelor si a dezvoltarii de produse.

Propuneri de acest gen vor fi examinate si implementate in etape; ele pot fi definitive definitivare dupa elaborarea/revederea unei strategii nationale de cercetare si inovare (a se vedea si propunerile din Capitolul 4, 6, 7, 8).

Directii prioritare de cercetare

In capitolul 8 al prezentului raport s-au propus directii de cercetare prioritare. Fisele de fundamentare complete apar in Anexe.

Initiative legislative.

Se vor initia, dupa caz, propuneri legislative si de acte normative

Coordonarea unei orientari a activitatilor educative legate de nanotehnologii.

Coordonarea, in cadrul MECTS a unor activitati de orientare a invatamantului de diverse grade (incepand cu liceul) spre integrarea unor cunostinte de nanostiinta si nanotehnologie, inclusiv formare interdisciplinara prin cercetare in scoli doctorale si postdoctorale (a se vedea si propunerile din Capitolul 5).



Cooperarea internationala

In cadrul ANCS s-ar elabora un plan de masuri, care ar prevedea (a se vedea si propunerile din Capitolul 9):

- Elaborarea si implementarea unui plan de masuri privind marirea eficientei cooperarii europene in nanotehnologie
- Incheierea unor acorduri de colaborare cu tari/institutii care au o activitate notabila/de interes in domeniul nanotehnologiilor.
- Introducerea, respectiv consolidarea unor componente “nano” in parteneriatele cu institutii importante din strainatate, de exemplu parteneriatul IFA-CEA, care contine deja directia de micro-si nanotehnologii.
- Facilitarea unor parteneriate la nivel european pentru cooperarea Romaniei in retele de facilitati, respectiv accesul cercetatorilor romani la facilitatile externe.

Infintarea unei Retele Nationale de Nanotehnologie.

Consortiul NANOPROSPECT recomanda formarea unei retele de comunicare/transfer de cunostinte in nanotehnologie, care sa cuprinda grupuri CD, firme, ONG-uri etc. Aceasta retea poate fi extinsa la toti cei interesati. Ea va gestiona sistemele de comunicare (pagina web, baza de date, buletin electronic, tiparituri specifice).

Retea de facilitati experimentale.

Consortiul NANOPROSPECT recomanda infiintarea unei retele de facilitati experimentale destinata a asigura colaborarea intre partenerii retelei si servicii pentru terti, inclusiv firme.

Comunicare cu diaspora

Se propune incurajarea formarii unui grup de dialog cu cercetatorii din diaspora care activeaza in domeniu. ANCS ar putea fi un partener de dialog, facilitand – acolo unde este cazul - valorificarea propunerilor si initiativelor diasporei.

In final

- Consortiul NANOPROSPECT recomanda elaborarea unei strategii pentru nanotehnologie, avand in vedere importanta acestui domeniu de inalta tehnologie, pe termen mediu si lung pentru competitivitatea Romaniei. Se va tine in seama de urmatoarele.
 - Interesul companiilor mari care activeaza in Romania si posibilitatea de a atrage alte investitii in viitor.
 - Necesitatea focalizarii pe un numar mic de domenii, in care exista un potential.
 - Utilizarea eficienta a resurselor umane si materiale.
- Recomandarile NANOPROSPECT sunt menite *sa contribuie la* implementarea si concretizarea Planului National de Reforma (PNR, 2011-2013), dar si elaborarea unei strategii CDI pe termen mediu (2014-2020).

Autori:

Acad. Dan Dascalu, Dr. Raluca Muller, Dr. Mircea Dragoman, Dr. Radu Popa, Ing. Corneliu-Trisca Rusu, INCD pentru Microtehnologie

Dr. Lucian Pintilie, Dr. Ionut Enculescu, INCD pentru Fizica Materialelor

Dr. Ion Morjan, Acad. Valentin Vlad (Academia Romana), INCD pentru Fizica Laserilor, Plasmei si Radiatiei

Acad. Bogdan Simionescu, Dr. Luminita Marin, Institutul de Chimie Macromoleculara "Petru Poni" Iasi

Prof. Horia Nicolai Teodorescu, m.c. al Academiei Romane, Universitatea Tehnica "Gheorghe Asachi" din Iasi

Dr. Ladislau Vekas, Universitatea "Politehnica" din Timisoara - Centrul National pentru Ingineria Sistemelor cu Fluide Complexe

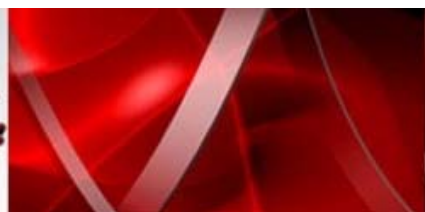
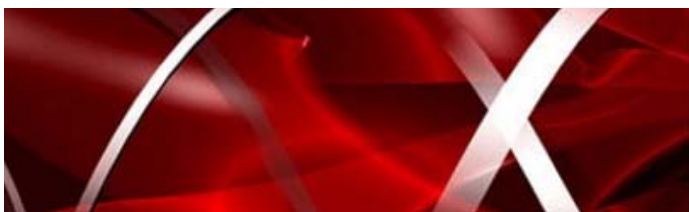
Prof. Wilhelm Kappel, Dr. Mariana Lucaci, INCD pentru Inginerie Electrica, INCDIE ICPE-CA

Prof. Simion Simon, Acad. Octavian Popescu, Universitatea "Babes-Bolyai" Cluj-Napoca - Institutul de Cercetari Interdisciplinare in Bio-Nano-Stiinte

Prof. Marius Enachescu, Universitatea "Politehnica" din Bucuresti

Dr. Roxana Piticescu, Dr. Radu Piticescu, INCD pentru Metale Neferoase si Rare

Dr. Misu Moscovici, Dr. Radu Albulescu, Dr. Irina Lupescu, INCD Chimico-Farmaceutica



“Nanotehnologia in Romania: studiu prospectiv” - NANOPROSPECT
Proiect finantat in cadrul Programului Capacitati 2010,
Modulul II, Studii prospective

CO: Institutul National pentru Cercetare Dezvoltare
in Microtehnologie, IMT-Bucuresti, www.imt.ro



P1: Institutul National de Cercetare-Dezvoltare
pentru Fizica Materialelor, INCDFM, www.infim.ro



P2: Institutul National pentru Fizica Laserilor,
Plasmei si Radiatiei, INFLPR, www.inflor.ro



P3: Institutul de Chimie Macromoleculara „Petru
Poni”, ICMPP, www.icmpp.ro



P4: Universitatea Tehnica “Gheorghe Asachi” Iasi,
TUIASI, www.tuiasi.ro



P5: Universitatea “Politehnica” din Timisoara -
Centrul National pentru Ingineria Sistemelor cu
Fluide Complexe, UPT, www.upt.ro



P6: Institutul National de Cercetare-Dezvoltare
pentru Inginerie Electrica, INC DIE ICPE-CA,
www.icpe-ca.ro



P7: Universitatea “Babes-Bolyai” Cluj-Napoca,
Institutul de Cercetari Interdisciplinare in Bio-
Nano-Stiinte, UBB, <http://icei.ubbcluj.ro/>



P8: Universitatea “Politehnica” din Bucuresti,
UPB, www.upb.ro



P9: Institutul National de Cercetare-Dezvoltare
pentru Metale Neferoase si Rare, IMNR,
www.imnr.ro



P10: Institutul National de Cercetare-Dezvoltare
Chimico-Farmaceutica, INCDCF-ICCF,
www.ncpri.ro

