

Anexa 8.4

NOTA DE FUNDAMENTARE DIRECTII STRATEGICE DE CDI IN DOMENIUL NANOMATERIALELOR SI NANOTEHNOLOGIILOR

1. Definirea strategiei:

1.1 Denumire: NANOMATERIALE: metode noi de preparare si caracterizare

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

Prezenta directie isi propune sa cuprinda dezvoltarea de metode noi de preparare a nanomaterialelor si de caracterizare a acestora.

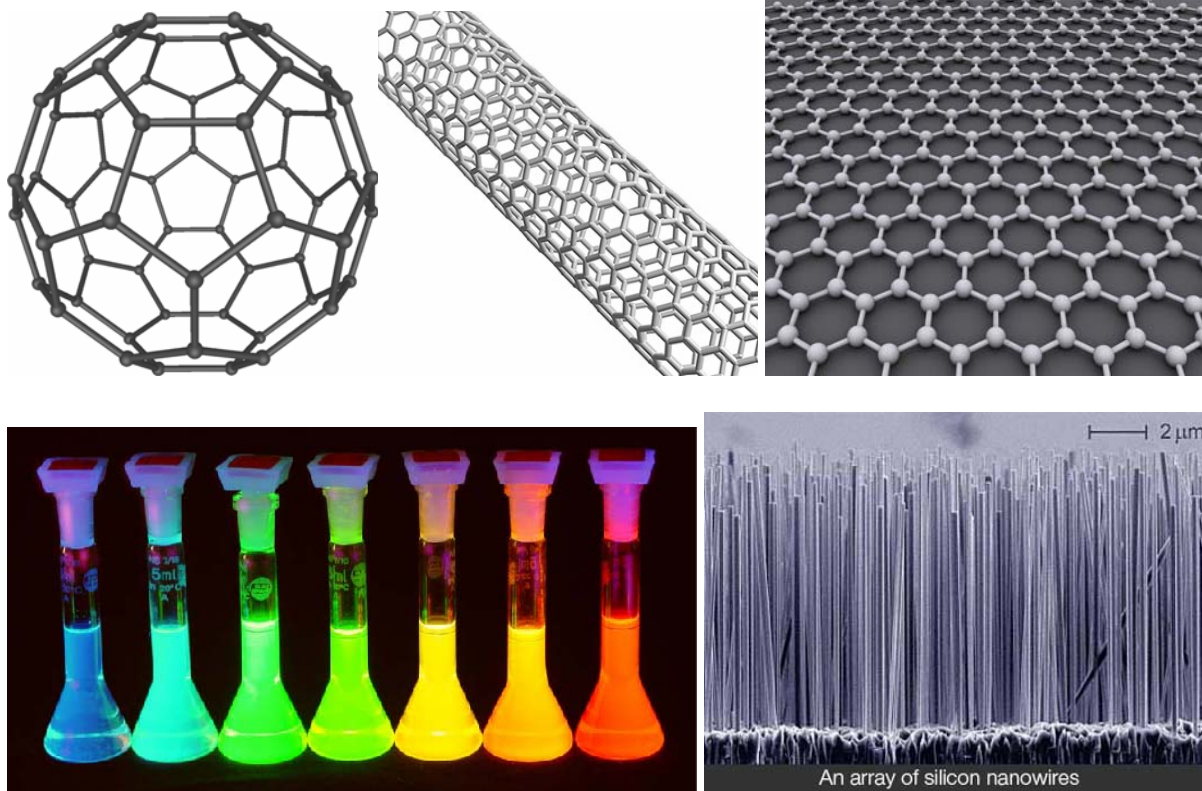
1.3 Inrudiri tematice/ suprapuneri:

Domaniul Nanomaterialelor cu: i) Domaniul Stiinta materialelor, ii) Domaniul Fizicii Aplicata, iii) Domaniul Fizica Materiei Condensate, iv) Domaniul Chimiei si v) Domaniul Inginerie si Electronica

Alte consideratii:

Nanomaterialele pot fi impartite in functie de compozitie in trei categorii:

- fulerene si alte forme de nanocarbon
- materiale anorganice (metale, semiconductori, izolatori)
- materiale organice



Diferite tipuri de nano-materiale

De asemenea in functie de morfologie putem descrie doua mari clase:

-nanoparticule (nanoobiecte izolate zero- sau uni-dimensionale) e.g. nanodoturi, nanotuburi, nanofire

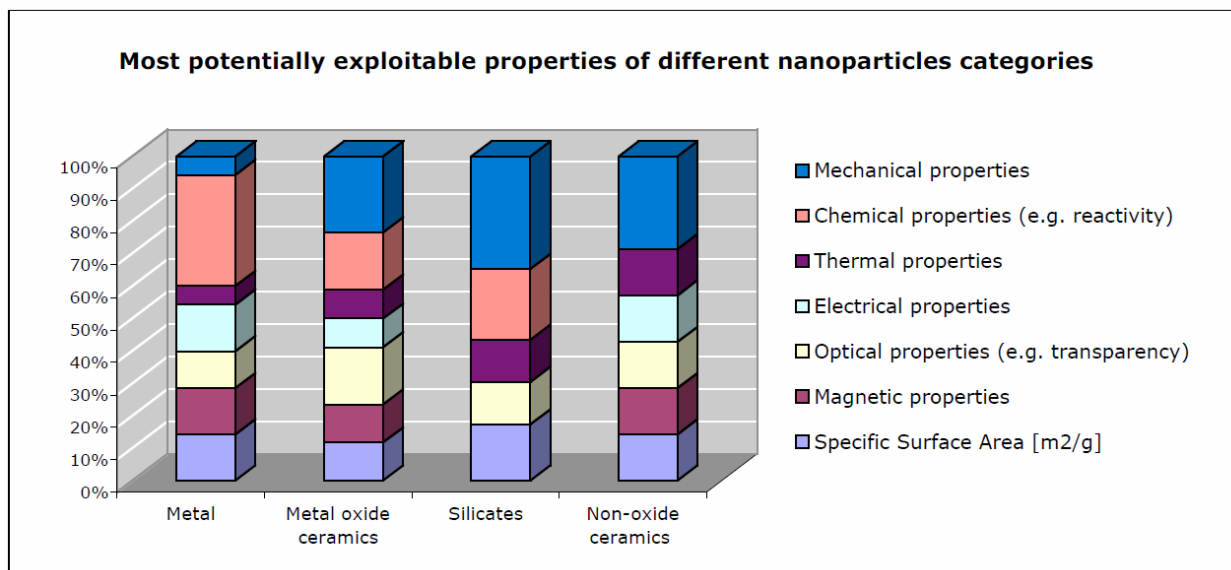
-materiale nanostructurate (materiale bi sau tri-dimensionale formate din sau continand nanoobiecte) e.g. filme nanostructurate, compozite

Trebuie avut in vedere faptul ca nanomaterialele sunt fie materiale noi, descoperite in ultimii ani, fie materiale descoperite cu mai mult timp in urma si re-branduite. Chiar primele observatii referitoare la diferitele forme de nanocarbon au fost facute inca din anii 1960.

Numarul studiilor referitoare la impactul economic potential al nanomaterialelor este relativ ridicat existand o plaja larga de opinii referitoare la potentialul economic.

Ca exemplu, un studiu recent realizat cu specialisti in domeniu la nivelul Uniunii Europene releva principalele proprietati exploatabile la nivelul nanoparticulelor:

- proprietati mecanice
- proprietati chimice
- proprietati termice
- proprietati electrice
- proprietati optice
- proprietati magnetice
- arie specifica ridicata



Proprietati exploatabile la nivelul nanomaterialelor: rezultate ale unui sondaj efectuat pe specialisti la nivelul Uniunii Europene.

De fapt nanomaterialele au fost folosite de mult timp in diferite compozite, un exemplu clasic fiind cauciucul. In acest caz adaugarea particulelor fine de carbon duce la cresteri spectaculoase ale calitatii precum o rezistenta mai buna la uzura.

In principiu aceste proprietati ale nanoparticulelor pot fi cu usurinta extrapolate la nivelul intregii clase a nanomaterialelor. Dupa cum se observa aceste proprietati exploatabile se pot adresa practic tuturor domeniilor industriale, pornind de la cele low-tech precum ambalaje sau vopseluri pana la high tech precum comunicatiile sau aparatura medicala.

2. Motivarea propunerii

2.1 Necesitate si oportunitate:

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.

Exemple:

Nanotuburi de carbon: preturi de pana la ordinul sutelor de dolari/gram (SWNT high purity), functie de puritate si caracteristici

-inca restrictive pentru aplicatii

-sunt inca probleme in sintetizarea de material cu caracteristicile dorite si perfect controlabile (puritati in zona 90%) – comparatie cu siliciul folosit la microprocesoare

Nanoparticule de aur – pret 2000 dolari/g

Nanoparticule magnetice 200 dolari/ml suspensie

Nanoparticule semiconductoare:preturi variabile, cele mai mici pentru oxizi/pigmenti precum TiO₂ sau ZnO de ordinul zeci de dolari/kg

Preturile in zona nanomaterialelor denota faptul ca domeniul nu a ajuns inca la maturitate si cantitatea precum si calitatea ofertelor sunt inca limitate. Un alt aspect ce trebuie remarcat este faptul ca nanomaterialele, chiar ca materii prime pentru pasii urmasi de industrializare au deja o valoare adaugata mare, garantand o eficienta sporita a unor intreprinderi ce ar exploata know how-ul

Cateva exemple de utilizare a nanostructurilor in produse la momentul actual (asa numitele nano-optimized products) pot fi enumerate pentru a demonstra aria larga de intrebuintare:

-nanocompozite folosite in sasiul lui Hummer H2 de GM

-nanoparticule de dioxid de siliciu incorporate in rachete de tenis de compania Wilson

-mingi de golf continand nanomateriale pentru a imbunatati rezistenta la uzura

-Lockheed Martin a anuntat folosirea nanomaterialelor la constructia de avioane

-Teva a anuntat folosirea de nanomateriale in incaltaminte sport pentru protectia la uzura

-Mai multe companii comercializeaza sticla acoperita cu nanostructuri cu proprietati antireflexiva

-BASF foloseste aditivi nanostructurati pentru imbunatatirea cimentului

-mai multe companii au anuntat nano – aditivi pentru acoperiri de cladiri (se estimeaza o piata a vopselurilor continand nanostructuri de 27 miliarde de dolari in 2020)

Exemplele eclectice oferite dovedesc dinamicitatea domeniului la nivel international si potentialul deosebit al pietei produselor nanootimizate. Exista o clasa intreaga de produse ce exploateaza calitatile nanomaterialelor intr-un mod simplu si direct.

Ca tinta pentru nanomateriale exista si aplicatii mai 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-technologiilor, iv)

nanostrucurilor de tip nanowells cu aplicatii in domeniul fotonicii, diodelor, tranzistorilor, exciton-polariton spin switches, v) sinteza de nanoparticule bimetalice cu aplicatii in domeniul senzorilor; vi) prepararea de nanoparticule core-shell plasmonice pentru dispozitive fotovoltaiice; etc. Practic este imposibil de gasit un domeniu in care sa nu existe o multitudine de aplicatii pentru nanomateriale.

In toate aceste cazuri nanomaterialele sunt o materie prima care trebuie produsa cu un anumit set de proprietati fizice sau chimice bine definite.

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 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 interdisciplinar

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 industriale 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).

2.2 Cerinte sociale si stiintifice:

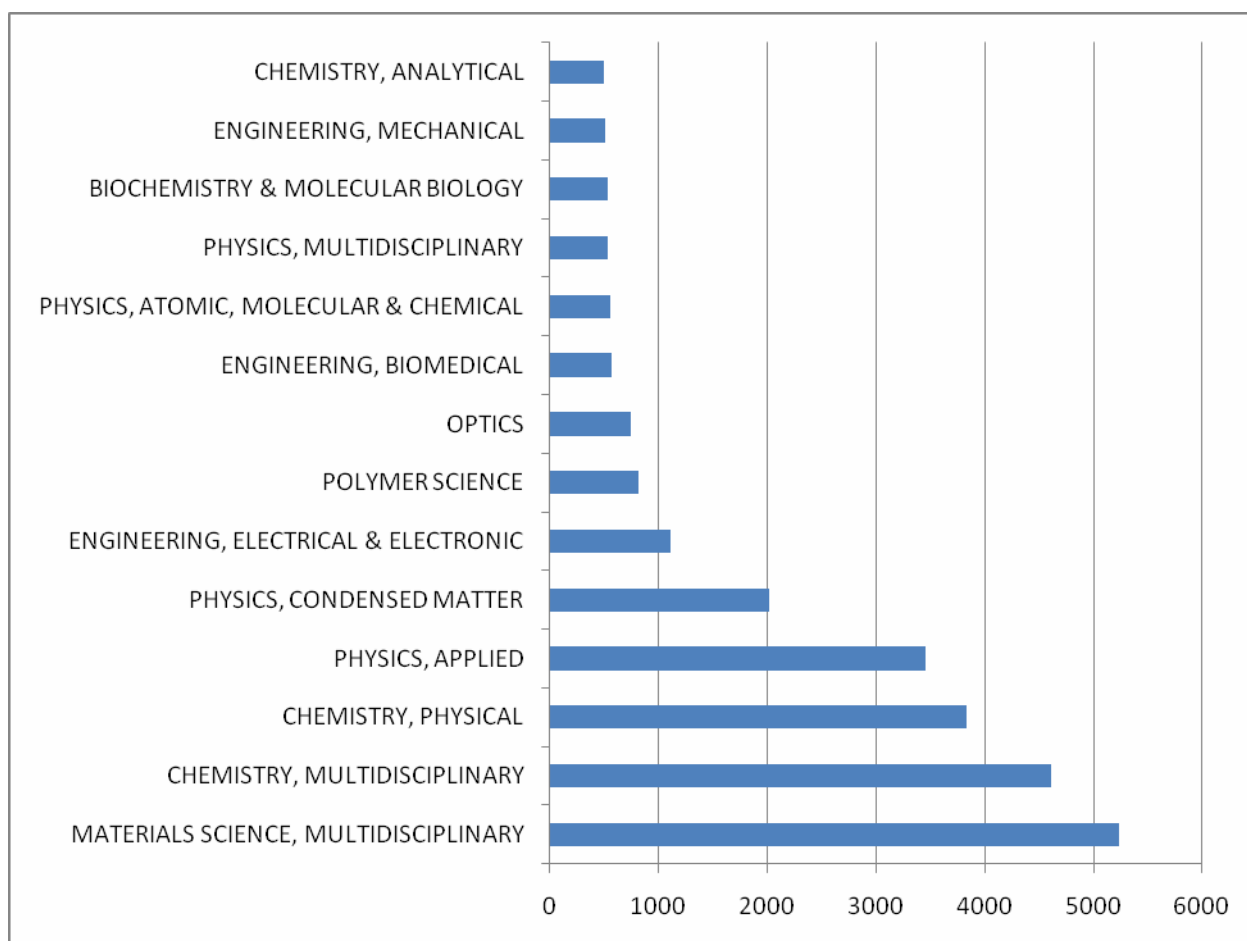
Exista o serie de cerinte minimale pentru ca o tara sa devina un jucator important in zona nanomaterialelor. Astfel, in prezent tarile care au inceput sa exploateze rezultatele

nanotehnologiilor si au intrat deja pe piata sunt tarile puternic dezvoltate care desfasoara programe de cercetare dedicate in domeniu de mai mult de 10 ani. Valoarea estimata a pietei este dificil de cuantificat (trebuie avut in vedere ca produsele nu contin numai nanomateriale) dar aprecierile sunt ca la momentul actual vorbim de valori de ordinul zecilor de miliarde de dolari.

Astfel exista doua componente puternice care au contribuit la succesul actualilor jucatori de pe piata nanomaterialelor:

-un **background stiintific** de exceptie ce le-a permis un avans puternic (resursa umana de inalta calificare, finantare generoasa, infrastructura de calitate). Se estimeaza ca investitia la nivel mondial in 2010 in cercetarea pe domeniul nano a fost de 18 miliarde de dolari din care numai Statele Unite au investit 6 miliarde dolari.

Numarul de lucrari stiintifice publicate de Statele Unite in domeniul nano in 2010 este de aproximativ 20.000, cu distributia pe primele 20 de domenii prezentata in figura urmatoare. Pe primul loc in subiectele abordate stau materialele, dovada a importantei de care se bucura zona nanomaterialelor (un procent de aproximativ 30%).



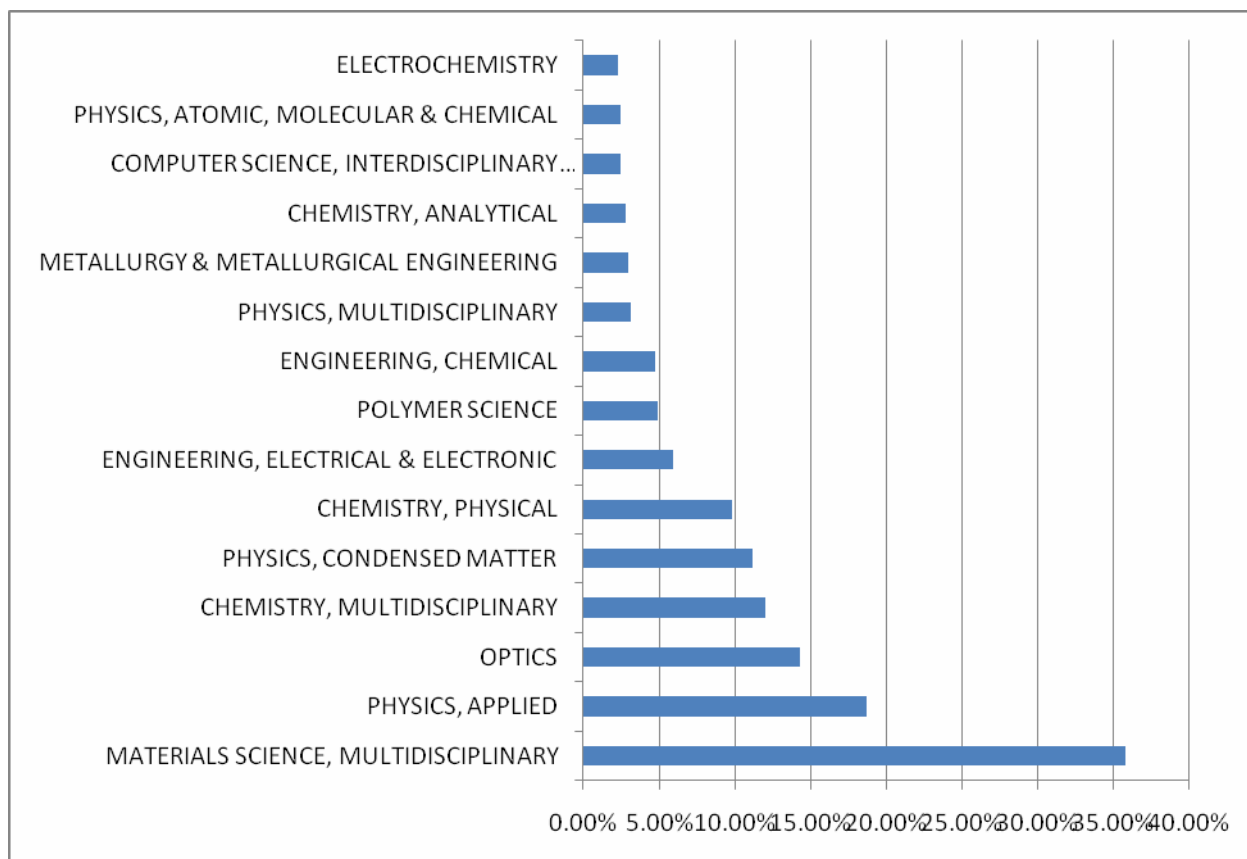
Distributia pe domenii a publicatiilor din zona nano in Statele Unite ale Americii

-o componenta industriala bine educata si dinamica ce a putut absorbi rapid descoperirile din aceasta zona, capabila de migrarea rapida catre produse noi.

2.3 Potentialul existent pe plan national:

(a) Potential academic

In 2010 Romania a publicat aproximativ 500 de lucrari avand un subiect din zona nano. Aceasta reprezinta 2,5% raportat la nivelul Statelor Unite. Este interesant ca raportat la finantare Romania a avut o eficienta buna in publicarea rezultatelor.



Distributia pe domenii a publicatiilor din zona nano in Romania

De asemenea trebuie sa remarcam ca domeniile contributiei romanesti sunt similare ca distributie cu cele din Statele Unite. De remarcat este ca materialele sunt si in acest caz pe primul loc in studiile publicate. Putem exemplifica studii ale: i) nanostructurilor de tip **quantum dots** pe baza de PbS, ZnS, ZnSe sintetizate prin metode de sinteza chimica si de tip (In,Ga)As, InN/GaN, InP, etc. obtinute prin metode fizice; ii) nanostructurilor de tip **wires** din Cu, Ni, GaAs, ZnO, CdS, CdTe pentru aplicatii in domeniul fotodiodelor, senzorilor si firelor magnetice acoperite cu sticle amorfe (amorphous glass covered magnetic wires) obtinute atat prin metode electrochimice cat si fizice; iii) nanostructurilor de tip **quantum wells** pe baza de GaInNAs, InGaAs, GaAs, Si/SiO₂, PbI₂, etc., iv) nanostructuri cu forma morfologica de tip **tube** – nanotuburi de carbon, nanostructurilor de tip nanorods pe baza de Au, Ag, CdTe, WO₃, ZnO, etc. si v) nanostructurilor core/shell si vi) materiale compozite bazate pe nanoparticule organice si/sau anorganice, vii) nanoparticule magnetice.

In vederea ilustrarii potentialului existent pe plan national, o analiza facuta folosind baza de date ISI Web of Knowledge indica pentru perioada 2001-2011, adresa Romania utilizand cuvintele cheie:

- **nanotubes**: 335 de lucrari **ISI** si un indice Hirsch **h= 25**
- **wires** : 201 de lucrari **ISI** si un indice Hirsch **h= 12**
- **quantum dots**: 121 de lucrari **ISI** si un indice Hirsch **h= 12**
- **quantum wells**: 56 de lucrari **ISI** si un indice Hirsch **h= 9**
- **nanorods**: 40 de lucrari **ISI** si un indice Hirsch **h= 10**.
- **core-shell* AND nano*** : 77 de lucrari **ISI** si un indice Hirsch **h= 13**
- **composites* AND nano***: 257 articole **ISI** si un indice Hirsch **h = 15**

Contributiile in calitate de co-autor a principalelor unitati de CD pe cele 5 categorii de particule la numarul de lucrari publicate sunt:

- **nanotubes**: Natl Inst Mat Phys **68**, Univ Bucharest **55**, Univ Babes Bolyai **53**, Natl Inst Res&Dev Isotop& Mol Technol **43**, Natl Inst Lasers Plasma& Radiat Phys **20**, Natl Res&Dev Inst Microtechnol **17**, Inst Phys Chem 5, Petr Gas Univ Ploiesti **7**, Petru Poni Inst Macromol Chem **5**, Alexandru Ioan Cuza Univ **4**, Univ Med& Pharm Iuliu Hatieganu **3**, Valahia Univ **3**, ICECHIM **2**, Inst Phys. Chem IG Murgulescu **2**, etc.

-**wires**: Natl Inst Res & Dev Tech Phys –Iasi **75**, Natl Inst Mat Phys **34**, Univ Bucharest **18**, Univ Politehn Bucuresti **21**, Alexandru Ioan Cuza Univ **19**, Inst Tech Phys Iasi **5**, METAV CD 5, Univ Babes Bolyai **5**, Petru Poni Inst Macromol Chem **4**, Tech Univ Iasi **3**, Transilvania Univ Brasov **3**, Univ Cluj **3**, Univ Med & Pharm **3**, West Univ Timisoara **5**, Gh Asachi Tech Univ Iasi **2**, Tech Univ Cluj Napoca **2**, etc.

-**quantum dots**: Natl Inst Mat Phys **50**, Univ Bucharest **13**, Alexandru Ioan Cuza Univ **7**, Natl Inst Laser Plasma& Radiat Phys **14**, Univ Cluj **6**, Univ Babes Bolyai **4**, Univ Politehn Bucuresti **10**, Natl Inst Res & Dev Tech Phys **3**, Natl Inst Res & Dev Isotop & Mol Technolo **2**, Valahia Univ Targoviste **2**, etc.

-**quantum wells**: Univ Politehn Bucuresti **23**, Natl Inst Mat Phys **10**, Univ Bucharest **4**, Univ Babes Bolyai **3**, Valahia Univ **2**, West Univ Timisoara **2**, etc.

-**nanorods**: Natl Inst Mat Phys **12**, Univ Babes Bolyai **10**, Univ Bucharest **5**, Inst Phys Chem Ilie Murgulescu **4**, Iuliu Hatieganu Univ Med & Pharm **2**, Tech Univ Cluj Napoca **2**, etc.

- **core-shell* AND nano***: Natl Inst Lasers Plasma & Radiat Phys **23**, Natl Inst Mat Phys **12**, Natl Inst Res& Dev Isotop& Mol Technol **11**, Ovidius Univ Constanta **7**, Petru Poni Inst Macromol Chem **5**, Univ Politehn Bucuresti **5**, Alexandru Ioan Cuza Univ **4**, W Univ Timisoara **4**, Univ Bucharest **3**, InstPhys Chem Ilie Murgulescu **6**, Natl Inst R&D Tech Phys **4**, Univ Babes Bolyai **2**, Univ Petrol Gas Ploiesti **2**, etc.

- **composites* AND nano***: Natl Inst Mat Phys **45**, Univ Politehn Bucuresti **37**, Natl Inst Lasers Plasma& Radiat Phys **21**, Petru Poni Inst Macromol Chem **25**, Univ Babes Bolyai **19**, Univ Bucharest **14**, Natl Inst Res & Dev Isotop& Mol Technol **10**, W Univ Timisoara **7**, Ovidius Univ Constanta **6**, Alexandru Ioan Cuza Univ **9**, InstPhys Chem Ilie Murgulescu **6**, INC DIE ICPE SA **4**, Inst Chem Res **4**, Natl Inst Res& Dev Tech Phys Iasi **4**, Tech Univ Cluj Napoca **4**, Transilvania Univ Brasov **4**, Gh Asachi Tech Univ Iasi **5**, Politehn Univ Timisoara **6**, Univ Dunarea de Jos Galati **3**, Valahia Univ **5**, ICECHIM **4**, Inst Chem Timisoara **2**, Natl Inst Microtechnol **2**, Natl Inst Res & Dev Chem& Petrochem **2**, Natl Inst Res & Dev Elect Engn **2**, Tech univ Iasi **4**, Univ Craiova **2**, Univ Galatzi **2**, Univ Med& Pharm Iuliu Hatieganu **2**, etc.

La nivel international, utilizand cuvintele cheie de mai sus, notam ca pentru :

- **wires**: nr. de publicatii ISI este 22043, Romania ocupand pozita **19** cu un aport la nr. de publicatii de 201
- **quantum dots**: nr. de publicatii ISI este 29657, Romania ocupand pozita **35** cu un aport la nr. de publicatii de 121
- **quantum wells**: nr. de publicatii ISI este 14173, Romania ocupand pozita **38** cu un aport la nr. de publicatii de 56
- **nanorods**: nr. de publicatii ISI este 15840, Romania ocupand pozita **33** cu un aport la nr. de publicatii de 40
- **nanotubes**: nr. de publicatii ISI este 61376, Romania ocupand pozita **29** cu un aport la nr. de publicatii de 335.
- **core-shell* AND nano***: nr. de publicatii ISI este 9230, Romania ocupand pozita **21** cu un aport la nr. de publicatii de 65
- **composites* AND nano***: nr. de publicatii ISI este 29928, Romania ocupand pozita **23** cu un aport la nr. de publicatii de 257.

In baza de date NANOPROSPECT s-au inregistrat un numar mare de grupuri cu activitate notabila in domeniul nanomaterialelor, cateva exemple fiind date in cele ce urmeaza :

- 1) Institutul National de Cercetare Dezvoltare pentru Microtehnologie /Centre of Nanotechnology, CENASIC
- 2) Universitatea Politehnica Bucuresti / Lab. Pentru controlul calitatii produselor, Platforma Materiale Multifunctionale Micro si Nanosstructurate, Center of Surface Science and Nanotechnology
- 3) Institutul National de Cercetare Dezvoltare pentru Fizica Tehnica – IFT Iasi/Nanomaterials, nanostructured materials and nanodevices,
- 4) Institutul National de Cercetare Dezvoltare pentru Inginerie Electrica ICPE-CA/Department of Advanced Materials
- 5) Universitatea Tehnica Gheorghe Asachi din Iasi/Research Center for Materials Engineering
- 6) Institutul de Chimie Macromoleculara Petru Poni/Micro and nanoparticles based on natural or synthetic polymers for biomedical applications
- 7) Institutul National de Cercetare Dezvoltare pentru Chimie si Petrochimie/Nanomedicine, Center for characterization of polymer nanocomposites
- 8) Universitatea Dunarea de Jos Galati – Centru de Nanostructuri si Materiale functionale
- 9) Institutul National de Cercetare Dezvoltare pentru Electrochimie si Materie condensata Timisoara/Materiale si tehnologii avansate
- 10) Universitatea de Medicina si Farmacie/Testarea in sisteme biologice a unor nanoparticule cu dioxid de siliciu si oxizi de fier
- 11) Institutul National de Cercetare Dezvoltare pentru Mecatronica si Tehnica Masurarii/Laboratory Micro/Nano Control Technologies
- 12) Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Metale Neferoase si Rare/Nanostructured Materials Laboratory
- 13) Institutul National de Cercetare Dezvoltare pentru Fizica Materialelor/Nanostructuri functionale, Heterostructuri, Interactii magnetice si fenomene electronice locale specifice, Caracterizarea Materialelor Nanostructurate prin Tehnici de Rezonanta Electronica de Spin, Caracterizarea Materialelor prin Microscopie Electronica analitica de inalta rezolutie prin transmisie, Optica, Supraconductibilitate, Materiale

oxidice nanostructurare pentru aplicatii in sensing si cataliza, Magnetismul starii solide, Nanomateriale si nanostructuri pe baza de siliciu si germaniu, Teoria sistemelor mezoscopice, Materiale nanostructurate, Structuri necristaline si straturi Langmuir Blodgett, Surface and interface physics, X-ray spectroscopy,

- 14) Institutul de Chimie Timisoara al Academiei Romane/Porous and magnetic nanomaterials, Porphyrins Self assembling nanostructures
- 15) Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Laserilor, Plasmei si Radiatiei/Laboratory of Laser Photochemistry, Photonic processing of advanced materials, Plasma processes materials and surfaces, Plasma surface engineering, Solid state laser laboratory, Solid state quantum electronics laboratory, laser spectroscopy group, Quantum dots, nanopowders and thin films group, Laser interferometry and applications, Elementary plasma processes and applications group, Laser-surface-plasma interactions laboratory, Luminescent nanohybrids
- 16) Institutul de Chimie Fizica/Chimie cuantica si structura molecular, Combinatii oxidice si stiinta materialelor, Chimica coloizilor
- 17) Institutul National de Cercetare Dezvoltare pentru Tehnologii Izotopice si Moleculare/Graphene - Nanostructured molecular and biomolecular systems, Carbon nanostructures-carbon nanotubes and grapheme, Hybrid nanostructures based on metallic nanoparticles and organic compounds, Nanocomposites magnetic materials, Nanostructured catalysts and related materials, Functionalized polymer based magnetic nanostructured systems, Nanostructured catalytic materials, Nanoporous materials for hydrogen storage and other gases, Nanostructured Photocatalytic materials for solar energy conversion
- 18) Institutul de Cercetari in chimie "Raluca Ripan", Universitatea Babes-Bolyai Cluj Napoca/Solid state chemistry, polymeric composites,
- 19) INCD Optoelectronica INOE 2000/Plasma and Vacuum Technological systems for new nanostructured advanced materials department, etc.

Aceste exemple ilustreaza aria de acoperire larga atat prin prisma tipurilor de institutii cat si geografica.

Trebuie sa mai adaugam faptul ca infrastructura in cercetare a cunoscut o investitie puternica in ultimii 5 ani atat prin programele nationale cat si prin instrumente financiare specifice din fondurile structurale.

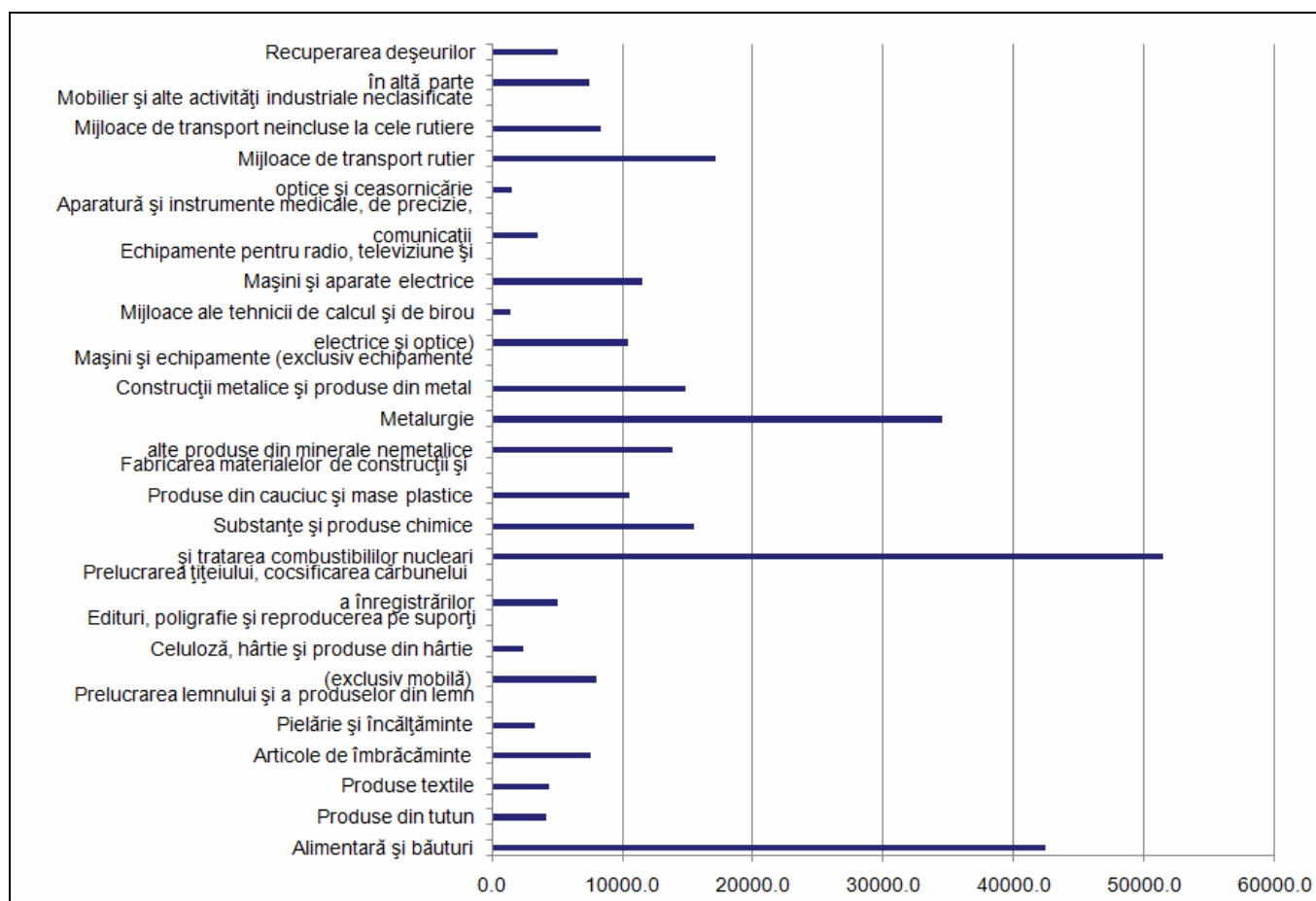
Sumarizand aceste exemple ilustrative:

- Potentialul academic de cercetare al Romaniei in domeniul nanomaterialelor este ridicat atat prin prisma rezultatelor obtinute cat si al potentialului uman si infrastructurii.
- Distributia domeniilor de interes asa cum reiese din publicatii este similara cu cea intalnita la jucatorii importanti de pe piata – vezi comparatia cu SUA.
- este necesar de a se capitaliza acest potential in produse si a se profita astfel de investitia in sectorul CDI

(b) Potential industrial

Industria din Romania este la momentul actual axata pe produse cu valoare adaugata mica, mari consumatoare de energie si materii prime. Exista si domenii in care existenta unor jucatori din zona multinationalelor poate insemna un punct pozitiv in integrarea rezultatelor cercetarii.

In principiu nanomaterialele pot fi incluse in domenii largi de aplicatii in toate ramurile industriei si nu numai.



Distributia pe ramuri a productiei industriale a Romaniei in anul 2008

3. Domeniu de aplicare

Primele trei pozitii ale unui "top" al productiei industriale sunt ocupate de Prelucrarea titeiului, industrie alimentara si metalurgie. Aceste ramuri ale industriei in sens clasic sunt mari consumatoare de energie si/sau materii prime si producatoare de valoare adaugata mica. Toate ramurile industriale pot profita de pe urma nanomaterialelor cateva exemple fiind date mai jos:

1. prelucrarea titeiului ...: -materiale cu proprietati catalitice; -aditivi pentru combustibili care sa imbunatateasca eficienta proceselor de ardere; -echipamente de filtrare bazate pe nanomateriale pentru diminuarea impactului acestei industrii asupra mediului

2. Industria alimentara: -ambalaje pe baza de nanomateriale cu proprietati bactericide; -ultrafiltrare

3. Metalurgie: -metale si aliaje continand diferite tipuri de nanostructuri ce cresc performantele materialului gazda. Aditivi in cantitati infime pot modifica drastic proprietatile materialului gazda.

4. Industria auto: -cataliza si stocare de energie (celule de combustie, acumulatori, supercapacitori sau stocare de hidrogen) pentru economia de combustibil, reducerea poluarii, renuntarea la produse din petrol materiale de constructie mai rezistente si mai usoare/sisteme de siguranta inteligente

-acoperiri mai rezistente/frecare redusa

-exterior cu autocurative/materiale cu proprietati de “autoreparare”

5. Substante si produse chimice: Aproximativ 20% din productia industrială mondială este bazată pe cataliza (<http://www.physorg.com/news/2011-04-closer-nanocatalysts.html>). Cataliza mai eficientă duce la eficiența energetică, consum de materiale redus, poluarea mediului redusă. Proprietățile fizice și chimice ale materialelor se modifică la nanoscala – apar efecte specifice dimensionalității reduse. Designul nano-catalizatorilor se face folosind un număr mare de metode fizice și chimice de preparare – pornind de la cele clasice la bio-templating

6. Masini si aparate electrice: -De la nanomateriale magnetice cu proprietati speciale pentru aplicatii precum motoare electrice cu calitati deosebite pana la vopseluri ultrarezistente sau lubrifianti ce contin nanoparticule – în această zonă există un potențial deosebit.

7. Nanomateriale pentru textile cu proprietati speciale:

-materiale textile cu proprietati de autocurative/autoreparare

-materiale textile cu proprietati bactericide/germicide

-materiale textile ce produc energie (e.g. nanofibre sau nanofire termoelectrice sau piezoelectrice)

8. Nanomateriale pentru constructii

Pot fi folosite în compozite cu proprietati deosebite incluzând aici o mai mare rezistență mecanică, greutate mai mică, mai bună izolare termică.

Folosirea nanomaterialelor poate duce la apariția așa numitelor construcții inteligente.

9. Nanomateriale pentru bio si stiintele vietii

Nanomaterialele pot fi integrate într-un număr mare de produse, de la îngrășăminte sau medicamente până la senzori de monitorizare. În toate cazurile se poate remarca faptul că sunt necesare nanomateriale/nanoparticule cu design special, la prețuri accesibile.

10. Nanomateriale pentru productia si stocarea de energie

În momentul actual nanomaterialele prezintă un potențial deosebit în domeniul producției și stocării energiei. Astfel nanomaterialele pot fi integrate în celule fotovoltaice ca nano-doturi pentru creșterea eficienței de conversie.

De asemenea bateriile, supercapacitorii sau pilele de combustie pot beneficia de aportul proprietăților speciale ale nanomaterialelor. Nanomaterialele pot fi folosite cu succes și în zone care la momentul actual sunt domenii de nișă în energia precum termoelectricitatea sau piezoelectricitatea. Beneficiind de aportul nanomaterialelor pot fi dezvoltate aplicații pe baza acestora astfel încât aceste domenii să devină importante.

4. Obiectivele urmărite și beneficiile scontate

4.1 Priorități strategice pentru activitatea de cercetare

- dezvoltarea unor noi metode de preparare a nanomaterialelor cu accent pe eficienta, reproductibilitate si scalabilitate
- caracterizarea complexa a nanomaterialelor pentru identificarea de noi zone cu potential lucrativ ridicat
- dezvoltarea unor metode noi de modelare a proprietatilor, de design a unor noi nanomateriale si de caracterizare complexa a nanoparticulelor, nanocompozitelor si a altor tipuri de nanomateriale

4.2 Obiective științifice

- dezvoltarea de noi nanomateriale/noi metode de preparare
- dezvoltarea proceselor de caracterizare specifice nanomaterialelor
- dezvoltarea modelarii si simularii in domeniul nanomaterialelor

4.3 Directii de actiune/obiective derivate

- dezvoltarea de programe de studiu complexe in parteneriate interinstitutionale si interdisciplinare specifice pentru a asigura resursa umana necesara domeniului
- dezvoltarea unor echipe de cercetare interdisciplinare orientate catre sinteza si caracterizarea de nanomateriale cu spectru larg de aplicatii
- incurajarea/finantarea parteneriatelor reale intre mediul academic si companii pentru implementarea in produse competitive a nanomaterialelor

4.4 Obiective de natură administrativă, legislativă și logistică

- finantarea unui program/subprogram de cercetare dedicat nanomaterialelor pentru a coagula eforturile principalilor actori implicati si a asigura sustinerea necesara; asigurarea finantarii continue de lunga durata pe toate etapele cercetarii
- dezvoltarea unor programe de educatie continua pentru actori din zona economica unde pot fi vizate nanomaterialele (programe de formare continua pentru specialisti, programe specifice de antreprenoriat pentru administratori sau manageri)
- dezvoltarea de metode de sustinere financiara pentru companiile mici inovative capabile sa exploateze rezultatele cercetarii

4.5 Beneficii / impact estimat:

Dezvoltarea de produse noi, mai competitive, cu valoare adaugata mai mare in domenii industriale cheie
Asigurarea bazei de dezvoltare a unor aplicatii complexe ale nanomaterialelor
Asigurarea unei resurse umane inalt calificata atat pentru zona academica cat si pentru zona industriala, resursa umana inalt productiva, inovativa si dinamica.
Implicarea Romaniei intr-un proces de patrundere pe o piata economica de ordinul miilor de miliarde de dolari.

5. Autoritatea initiatora si institutii participante

- 5.1 **Initiatori:** Autoritatea Nationala pentru Cercetare Stiintifica, Ministerul Economiei, Ministerul de Finante

5.2 Institutiile participante:

-zona de cercetare: Universitati, INCD-uri, Institute ale Academiei Romane

-zona economica :

Companii multinationale interesate de a valorifica potentialul de cercetare existent in tara

Companii mici si mijlocii, inovative si dinamice

6. Grupuri tinta:

Principala tina este reprezentata de partenerii industriali. Putem imparti potentialii beneficiari in doua mari grupuri:

-companii multinationale cu activitate de productie in Romania, cu potential financiar si direct interesate sa isi dezvolte portofoliul de produse si sa creasca profiturile

-IMM-uri ce doresc a se dezvolta intr-o zona competitiva si sa patrunda pe pietele comerciale internationale.

7. Resursele necesare (umane, echipamente și financiare);

7.1 Resurse umane:

Un numar relativ mare de cercetatori activeaza in domeniul nanomaterialelor. Avand in vedere rezultatele raportate in literatura de specialitate si impactul acestora estimam ca exista un numar de aproximativ 300 de cercetatori foarte competitivi in domeniu, numarul total al celor care activeaza in aceasta arie fiind de aproximativ 600.

7.2 Infrastructura:

La momentul actual in Romania avem de a face cu o infrastructura pentru cercetare moderna, investitia ultimilor 5 ani ridicandu-se la ordinul sutelor de milioane de euro. Echipamentele existente acopera o gama larga de la preparare pana la caracterizarea prin metode specifice. In principiu calitatea si cantitatea infrastructurii acopera necesarul urmatorilor 5 ani. Totusi trebuie avut in vedere faptul ca nanotehnologia este un domeniu extrem de dinamic si ca pentru a mentine competitivitatea actorilor in domeniu trebuie continuate ritmic investitiile. De asemenea de mare importanta este asigurarea accesului grupurilor de cercetare la infrastructuri mari la nivel european, e.g. infrastructurile de tip sincrotron.

8. Analiza/estimarea riscurilor de eșec în realizarea obiectivelor

Punctele tari pentru realizarea obiectivelor:

- Exista o infrastructura de calitate care trebuie pastrata in stare de functionare si imbunatatita prin noi achizitii pentru a se ajunge la nivelul tarilor din UE
- Exista cercetatori cu experienta dovedita in domeniu prin publicatii in reviste cotate ISI
- Exista scoli doctorale si programe post-doctorale care formeaza tineri cercetatori
- Exista parteneriate atat la nivel national cat si colaborari bilaterale cu tari din UE
- Exista deja aplicatii demonstrative la nivel de laborator – efort care trebuie intensificat si diversificat in perioada urmatoare

Punctele slabe pentru realizarea obiectivelor:

- Nu exista o coerenta in activitatile de investitii la nivel national, care sa se bazeze si pe expertiza grupurilor care solicita investitiile.
- Nu exista o continuitate a cercetarii de la faza exploratorie la valorificarea in industrie prin proiecte succesive
- calitatea unora din programele de invatamant este neadecvata pentru necesitatile domeniului
- activitatile de transfer tehnologic sunt rare, numarul celor de succes fiind foarte mic

Recomandari:

- Realizarea unor retele nationale de exploatare a infrastructurii achizitionata in ultimii ani.
- Dezvoltarea de programe educationale interinstitutionale si interdisciplinare care sa creeze nivelul de competenta necesar
- Elaborarea unui program/subprogram de cercetare specific care sa aiba doua axe principale: cercetare de inalta calitate in domeniul nanomaterialelor si transfer tehnologic rapid pentru valorificarea rezultatelor prin proiecte de cercetare secventiale de durata lunga.