



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
INSTITUTUL NAȚIONAL
DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU
MICROTEHNOLOGIE
I M T - B u c u r e s t i

REZUMAT

Tema

**STRATEGIA DE CERCETARE-DEZVOLTARE IN DOMENIILE
MATERIALE NOI, MICRO SI NANOTEHNOLOGII,
IN PERSPECTIVA INTEGRARII IN SPATIUL DE CERCETARE EUROPEAN**

AUTORI

Dr. ing. Georgeta Alecu, ICPE-CA Bucuresti
Dr. Floarea Benea, ISIM Timisoara
Dr.ing. Gabrielle Charlotte Chitanu, ICMPP Iasi
Conf.dr.ing.C.M.Craciunescu, UP Timisoara
Dr.ing. Dana Cristea, IMT Bucuresti
Acad. Dan Dascalu, Director General IMT Bucuresti,
Dr.ing. Maria Dinescu, INCDFLPR Magurele
Dr. Nicolae Farbas, Director Stiintific ISIM Timisoara
Dr. ing. Lucian Galateanu, IMT Bucuresti, Diector de Proiect
Drd.ing. Cristina Ghitulica, F.“C.D.Nenitescu”
Dr.Ioan Grozescu, ICMC Timisoara
Ing. Ionica Iorga, IMT Bucuresti
Dr. ing. Wilhelm Kappel, Director General ICPE-CA Bucuresti
Dr.ing. Irina Kleps, IMT Bucuresti
Dr.ing.Carmen Moldovan, IMT Bucuresti
Dr.ing. Alexandru Muller, IMT Bucuresti
Dr.ing Muller Raluca, IMT Bucuresti
Drd.ing. Mihaela Birsan Nastase, F.“C.D.Nenitescu”
Ing. Georgeta Pall, F.“C.D.Nenitescu”
Dr.ing. Radu, Piticescu IMNR Bucuresti
Dr.ing. Roxana Piticescu, IMNR Bucuresti
Fiz. Elena Stanila, IMT Bucuresti
Drd. Ella Stefan, F.“C.D.Nenitescu”
Drd.ing. Stefania Stoleriu, F.“C.D.Nenitescu”
Ing. Ioan Surcel, IMNR Bucuresti
Fiz. Catalin Tibeica, IMT Bucuresti
Dr. fiz. Ladislau Vekas, CNISFC Timisoara
Dr. Maria Zaharescu, ICF Bucuresti

Bucuresti, iulie 2004

PARTICIPAREA LA REALIZAREA PROIECTULUI

(consortiu si colaborari)

1. INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU MICROTEHNOLOGIE (IMT- Bucuresti)

- coordonator proiect;
- responsabil pentru domeniul "Micro- si nanotehnologii".

2. ICPE - CERCETARI AVANSATE (ICPE-CA)

- coordonator pentru domeniul "Materiale noi";
- responsabil pentru domeniile: materiale ceramice si compozite; oteluri si superaliaje speciale; pulberi si metalurgia pulberilor; materiale si sisteme magnetice cu proprietati controlate; materiale compozite lemnoase; sinteza si modificarea polimerilor; materiale carbonice avansate, materiale de sinteza si carbonice; obtinerea si caracterizarea monocristalelor si a materialelor ordonate; subdomenii de materiale noi, identificate pe parcursul lucrarilor la proiect.

3. INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE IN SUDURA SI INCERCARI DE MATERIALE (ISIM- Timisoara)

- coordonator pentru "regiunea de vest";
- responsabil pentru domeniile: materiale biocompatibile; materiale cu memoria formei; nanoparticule; fluide magnetice.

4. FUNDATIA "C.D. NENITESCU"

- responsabil/ participant pentru domeniile: materiale ceramice, materiale compozite ceramice, sticle și materiale cvasicristaline avansate, performante, lianți și sisteme performante lianti.

5. INSTITUTUL DE METALE NEFEROASE SI RARE (IMNR)

- responsabil/ participant pentru domeniile: materiale noi, avansate si nanomateriale pe baza de aliaje neferoase, compozite si ceramice, materiale pentru acoperiri si straturi cu proprietati controlate.

6. INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU FIZICA LASERILOR PLASMEI SI RADIATIILOR (INFLPR)

- responsabil pentru domeniul tehnologiilor pe baza de laseri si plasma pentru obtinerea de materiale nano si microstructurate.

7. INSTITUTUL DE CHIMIE FIZICA, AL ACADEMIEI ROMANE

- responsabil pentru domeniul nanomaterialelor oxidice si hibride.

8. INSTITUTUL DE CHIMIE MACROMOLECULARA "PETRU PONI" Iasi

- responsabil pentru domeniul utilizarii polimerilor si interactiilor acestora ca materiale noi in micro si nanotehnologii (PMNM).

**Strategia de cercetare-dezvoltare in domeniile materiale noi, micro si nanotehnologii,
in perspectiva integrarii in spatiul de cercetare european
Rezumat**

In cadrul proiectului prioritar cu tema: "Strategia de cercetare-dezvoltare in domeniile materiale noi, micro si nanotehnologii, in perspectiva integrarii in spatiul de cercetare european", s-a realizat cea de a doua faza a lucrarilor: "Elaborarea strategiei de cercetare-dezvoltare in domeniile materiale noi, micro si nanotehnologii, in perspectiva integrarii in spatiul de cercetare european".

In vederea elaborarii unei strategii relevante pentru dezvoltarea domeniilor in discutie s-a urmarit asigurarea unei cat mai bune baze de cunoastere/ documentare, in fiecare din cele trei directii care au constituit punctele de plecare pentru elaborarea strategiei.

Un prim punct de plecare a fost insasi formarea colectivului de autori. S-a urmarit antrenarea, ca autori a unui numar optim de specialisti, reprezentativi pentru domeniile cheie, de mare interes. In primul rand, ca parteneri in consortiu, au participat, alaturi de **IMT Bucuresti** (coordonator general si responsabil direct/ autor pentru domeniul "micro-si nanotehnologii"), **ICPE-CA** (coordonator pentru domeniul "materiale noi" si responsabil direct/ autor pentru mai multe subdomenii de materiale), ISIM Timisoara (coordonator pentru zona de vest si responsabil direct/ autor pentru mai multe subdomenii de nanomateriale), **IMNR** (responsabil direct/ autor pentru mai multe subdomenii de nanomateriale) si **Fundatia "C.D.Nenitescu"** (responsabil direct/ autor pentru mai multe subdomenii de materiale noi si nanomateriale). De asemenea, o serie de institutii/ domenii au fost reprezentate la nivel de colaboratori: **Institutul de Chimie Fizica al Academiei Romane** (responsabil pentru domeniul nanomaterialelor oxidice si hibride), **INCDFLPR** (responsabil pentru domeniul tehnologiilor pe baza de laseri si plasma pentru obtinerea de materiale nano si microstructurate) si **ICMPP Iasi** (responsabil pentru domeniul utilizarii polimerilor si interactiilor acestora ca materiale noi in micro si nanotehnologii). Formarea unui colectiv de autori reprezentativ pentru intregul domeniu a fost o prima premiza pentru realizarea unei propuneri de Strategie relevanta.

Al doilea punct de plecare pentru elaborarea Strategiei a fost realizarea unei evaluari a situatiei existente pe plan intern, care a cuprins o evaluare a potentialului uman si a infrastructurii, in domeniile stiintifice si tehnice vizate. S-a efectuat o ancheta larga prin completarea on-line a unor baze de date deschise pe site-ul IMT. Se face mentiunea ca nu toti factorii anchetati au raspuns solicitarii de a completa bazele de date. Unele sesizari privind lipsa unor inregistrari in bazele de date, sunt de exemplu din domeniul utilizarii polimerilor pentru aplicatii in domeniul micro si nanotehnologiilor. Lipsa unor inregistrari a fost partial suplinita prin inscrierea in tabelele centralizatoare finale si a altor date provenite de la retelele de excelenta, date disponibile la nivelul IMT si al partenerilor de proiect. Mai mult decat atat, in mai multe cazuri autorii Strategiei au utilizat si alte informatii rezultate din baza proprie de cunoastere a domeniului, in care dansii detin pozitia de specialist reprezentativ, fara ca aceste date sa se regaseasca in bazele de date centralizatoare. In acest fel, bazele de date nu cuprind statistica reala a informatiilor utilizate efectiv la realizarea Strategiei. Cu aceasta mentiune, se poate nota ca inregistrarile cuprind date referitoare la 33 de institutii de cercetare, 56 de centre de competenta, 107 specialistii, 61 echipamente specifice (seturi de echipamente cu o utilizare comuna), precum si date referitoare la proiecte cu tematica specifica, finantate pe plan intern sau prin programe internationale. Un tabel centralizator special destinat (Anexa 6), identifica 36 de participari in proiecte internationale in domeniile vizate, finantate de Comisia Europeana, in cadrul FP6 si FP5. Institutiile participante la Programul MATNANTECH, la nivelul coordonatorilor de proiecte sau al unor parteneri semnificativi, se regasesc in informatiile utilizate pentru realizarea proiectului, in proportie

de 68%. Pentru diverse capitole ale Strategiei, autorii au facut diferite prelucrari ale datelor disponibile, urmarind evidentierea unor aspecte considerate relevante.

Evaluarea situatiei existente in tara a pus in evidenta existenta unui potential uman si a unei infrastructuri capabile sa conduca la obtinerea de rezultate valoroase la nivel mondial sau european. Romania a identificat domeniile “**materialelor noi, micro si nanotehnologiilor**” ca domenii de cercetare-dezvoltare prioritare, de mare actualitate si avand un impact major asupra dezvoltarii societatii, odata cu lansarea in cadrul PNCDI, in anul 2001, a Programului MATNANTECH. Buna corelare a Programului MATNANTECH cu directiile de cercetare-dezvoltare promovate in cadrul Programelor Cadru ale Comisiei Europene (evidentiata in raport), a asigurat succesul cercetatorilor romani in competitii pentru proiecte internationale si in special europene (36 de proiecte internationale, numai in FP6 si FP5, inventariate in Anexa 6). Inventarul afirmarilor pe plan international si al colaborarilor internationale releva un numar semnificativ de rezultate deosebite, care pentru multe domenii sunt de ordinul zecilor, ca de exemplu, pentru domeniul microsystemelor, cu o mentionare speciala pentru subdomeniul RF MEMS, domeniile nanotehnologiilor, a nanoparticulelor, materialelor biocompatibile, materialelor cu memoria formei, a fluidelor magnetice, a nanomaterialelor pe baza de compozite si ceramice precum si pentru utilizarea polimerilor si interactiilor acestora ca materiale noi in micro si nanotehnologii.

In acelasi timp, sunt identificate limitele resurselor actuale, legate atat de infrastructura de cercetare-dezvoltare cat si de fortele umane implicate in domeniile analizate. O analiza la nivelul bazelor de date releva faptul ca desi exista un numar important de specialisti si institutii cu preocupari si rezultate importante in domeniul micro si nanotehnologiilor si al materialelor noi, care dispun de echipamente de fabricare si de caracterizare in domeniile respective totusi, in marea lor majoritate, echipamentele de care dispunem au performante tehnologice reduse, sunt depasite moral si de cele mai multe ori nu exista linii complete de fabricatie si de caracterizare. Necesitatea urgenta, cel putin a unor completari de dotare cu echipamente considerate esentiale pentru mentinerea competitivitatii, este identificata pentru unele subdomenii pana la detalierea unor liste de echipamente. Ca exemple, fara ca acestea sa constituie o lista de prioritati, pot fi amintite solicitarile de completari de dotare pentru nanomateriale pe baza de aliaje neferoase, pe baza de compozite si ceramice, materiale pentru acoperiri si straturi cu proprietati controlate, polimeri nanostructurati precum si pentru tehnologii pe baza de laseri si plasma pentru obtinerea de materiale nano si microstructurate.

Corelarea cu celelalte Programe din PNCDI, a fost evidentiata prin identificarea in ce masura rezultatele obtinute in proiectele MATNANTECH au aplicatii in domenii conexe, in care cercetarea-dezvoltarea este finantata de alte Programe din PNCDI (de exemplu: Tabelul 2, pag. 98). De asemenea, s-a identificat in Fisa de Institutii care este implicarea specialistilor din domeniul “materiale noi, micro si nanotehnologii” in proiecte finantate in alte Programe. Plecand de la identificarea domeniilor de aplicatii ale proiectelor din cadrul MATNANTECH, au rezultat corelari puternice cu Programele: RELANSIN, MENER, VIASAN, BIOTECH, INFOSOC, AGRAL, AMTRANS si AEROSPATIAL. Ca participari, specialistii din domeniul “materiale noi, micro si nanotehnologii” sunt implicati in realizarea de proiecte in Programele: RELANSIN, CERES, BIOTECH, INFOSOC, VIASAN si CALIST.

Al treilea punct de plecare pentru elaborarea Strategiei a fost analiza contextului international, a evolutiilor pe plan mondial in domeniile stiintifice si tehnice vizate, a strategiilor de relevanta mondiala si europeana pentru dezvoltarea acestor domenii.

Dezvoltarea la nivel mondial in domeniile “**materiale noi, micro si nanotehnologii**” este impulsionata de evolutia in domeniul “**nanotehnologiilor**”, care s-a impus in ultima perioada ca domeniul de cea mai mare actualitate si cu cea mai mare dinamica. Numai in ultimele patru luni au aparut, referitor la dezvoltarea acestui domeniu, trei strategii de relevanta internationala, una in SUA [1] si doua la nivelul Uniunii Europene [2, 3]. Impactul nanotehnologiei asupra dezvoltarii industriale si a societatii este considerat “**disruptiv**” si “**revolutionar**”, comparabil cu impactul pe care l-a avut in ultimele decenii dezvoltarea tehnologiei informatiei [1, 2, 3]. Romania are in vedere importanta majora a participarii la dezvoltarea acestui domeniu si isi propune adoptarea unei strategii in acest sens. Aceasta nu poate fi decat o strategie de integrare in eforturile care se fac in acest domeniu, la nivel global si in special la nivel european. Pentru a elabora o astfel de strategie, s-a realizat, pe de o parte, o evaluare a situatiei existente, incercandu-se sa se indentifice potentialul de integrare al cercetarii romanesti in spatiul de cercetare european. In acelasi timp, s-a facut o analiza atenta a strategiei europene pentru nanotehnologie [2], punandu-se in evidenta o serie de **oportunitati pentru Romania cu totul deosebite ca importanta si impact:**

- Ne aflam inca la momentul de inceput al dezvoltarii unui nou domeniu, cand sansele fiecaruia sunt relativ echilibrate. Ne revine sarcina exploatarei acestui moment.
- Europa are nevoie de un efort concertat, ceea ce inseamna un context favorabil pentru valorificarea potentialului de care dispune fiecare tara.
- Primul capital ca importanta in dezvoltarea domeniului nanotehnologiilor este cunoasterea. Rezulta importanta majora a resurselor umane in acest domeniu, Romania avand cotate bune si foarte bune in aceasta privinta.
- La nivel european, s-a identificat necesitatea unor investitii majore care sa asigure conditii pentru dezvoltarea nanotehnologiilor. Tarile cu forta de munca inalt calificata, puternic motivata si ieftina, ca Romania, si cu rezultate in domeniu, reprezinta o varianta luata in calcul pentru plasarea unor astfel de investitii. Strategia europeana evidentiaza necesitatea creerii, la nivel european, a mai multor poli de excelenta, aceasta vizand asigurarea competitiei intre grupurile de cercetatori. Competenta recunoscuta a Romaniei in domeniul nanotehnologiilor [6], reprezinta o sansa reala pentru dezvoltarea in Romania a unui pol de excelenta de nivel european.

Se mentioneaza faptul ca IMT Bucuresti, ca institut national de cercetare-dezvoltare, a fundamentat o strategie proprie in domeniul micro- si nanotehnologiilor si a lansat “Initiativa Nationala pentru Nanostiinta si Nanotehnologie”[4]. Variante actualizate ale acestor materiale sunt prezentate in Anexele 7 si 8 ale lucrarii.

Pentru elaborarea Strategiei, datele primite din ancheta au fost prelucrate de colectivul de autori, pe baza lor fiind identificate elementele cuprinse in lucrare. Strategia este structurata pe trei capitole mari: “Microtehnologii”, “Nanotehnologii” si “Materiale noi”. In fiecare din acest capitol sunt identificate urmatoarelor elemente:

- directiile de cercetare-dezvoltare care pot asigura avantaje competitive pentru Romania, categoriile de produse/ tehnologiile care pot constitui tinte realiste de dezvoltare in tara noastra sau la dezvoltarea carora Romania poate participa ca partener;
- potentialul si infrastructura de cercetare-dezvoltare necesare pentru atingerea obiectivelor stabilite;
- solutii privind formarea si dezvoltarea retelelor tehnologice integrate (lantul de parteneri - unități de cercetare-dezvoltare, instituții de învățământ superior și agenți

economici, de același profil si/sau complementar - care pot asigura impreuna intregul complex al activitatilor de cercetare-dezvoltare implicate pentru elaborarea si punerea in fabricatie a unui nou produs) care sa cuprinda realizatorii potentiali ai obiectivelor stabilite;

- nise de colaborare si integrare tehnologica la nivel international (domenii concrete, mai mult sau mai putin inguste, in care oferta specialistilor romani este acceptata pentru realizarea in parteneriat international a unui produs cu valorificare pe piata).

Pentru identificarea directiilor si obiectivelor de cercetare-dezvoltare care se considera ca pot asigura avantaje competitive pentru Romania, au fost avuti in vedere urmatoorii factori:

- dezvoltarea domeniului micro si nanotehnologiilor, pe plan mondial si european;
- cerintele strategiei europene privind dezvoltarea domeniului si cerintele/ oportunitatile care rezulta pentru integrarea Romaniei in spatiul de cercetare european;
- potentialul existent in tara pentru cercetarea-dezvoltarea in domeniu, ca premiza pentru integrarea europeana; afirmarea in proiecte si colaborari internationale;
- masuri propuse pentru dezvoltarea infrastructurii de cercetare-dezvoltare, in domeniu;
- masuri propuse pentru dezvoltarea potentialului uman, in domeniu;
- corelarea cu dezvoltarea domeniilor conexe si cu celelalte programe de cercetare-dezvoltare din PNCDI;
- corelarea cu politica nationala pentru o dezvoltare durabila (integrarea dimensiunii sociale, dezvoltare sigura)

Directiile si obiectivele de cercetare-dezvoltare propuse au un grad mare de detaliere in raport dar ele pot fi grupate in cateva directii principale:

- 1. Convergenta nanostiintei si nanotehnologiilor.** *Dezvoltarea bazei de cunoastere prin explorarea proceselor, fenomenelor, principiilor la scara nano-metrica si utilizarea acestora pentru ingineria la nanoscala. Dezvoltarea instrumentarului pentru manipulari si caracterizare la scara nano-metrica si utilizarea acestuia pentru intelegerea fenomenelor. Noi procese de nanoinginerie.*
- 2. Micro si nanoelectronica. Optoelectronica. Dispozitive pentru microunde. Dispozitive pentru producerea, conversia, stocarea, transportul si controlul energiei electrice. Electronica de putere.** *Dezvoltarea de dispozitive si microsisteme avansate, performante, competitive pe plan international. Dezvoltarea de microsisteme cu elemente avand definitii nano, microsisteme incorporand nanostructuri sau nanomateriale, dezvoltarea de nanostructuri pasive si active. Noi metode si procese tehnologice, de caracterizarea si monitorizarea proceselor tehnologice, de testare si asigurarea calitatii si fiabilitatii.*
- 3. Detectori de substante, senzori integrati, microstructuri si microsisteme pentru detectia si monitorizarea agentilor chimici, biologici, radiologici si a explozibililor cu aplicatii in protectia mediului si a apei, in agricultura si industria alimentara, in asigurarea securitatii oamenilor, in procesele industriale.** *Dezvoltarea unor metode si procese de remediu, bazate pe nanotehnologii, pentru imbunatatirea mediului, neutralizarea unor agenti poluanti. Utilizarea proceselor de interfatare dintre materialul biologic si suprafete nanostructurate, pentru optimizarea performantelor de biodetectie. Procese de functionalizare a suprafetelor pentru fixarea moleculelor. Realizarea unor nanobiomateriale cu aplicatii in industrie;*

4. *Micro, nano si biotehnologii pentru **ingrijirea sanatatii si calitatea vietii**. Noi instrumente in medicina. Kituri de diagnosticare miniaturizate, implantate, pentru diagnosticarea timpurie a starii de boala. Noi instrumente de caracterizare a proceselor din interiorul celulei. Imbunatatirea bioactivitatii si biocompatibilitatii implanturilor. Noi medicamente, pe baza utilizarii nanotehnologiilor. Medicamente cu administrare "la tinta". Cresterea potentialului uman cu privire la capacitatile cognitive si senzoriale.*
5. *Utilizarea **proprietatilor noi ale unor nanomateriale** (proprietati fizice, chimice, electrice, magnetice, mecanice, de suprafata, de interfatare, de autoasamblare) pentru realizarea de **dispozitive, nanostructuri si microsisteme** cu functii noi sau performante avansate pentru aplicatii industriale.*
6. ***Tehnologia informatiei**. Medii de stocare a datelor cu densitati foarte mari de inregistrare. Tehnologii pentru afisaje flexibile. Nanoelectronica moleculara sau biomoleculara.*

7, 8,.. Directii de cercetare-dezvoltare pentru subdomeniile de materiale noi. In lucrare este facuta o **sistemizare matriciala** a directiilor de cercetare-dezvoltare pentru "materiale noi", evidentiindu-se

- pe de-o parte, directii de c-d pe **categoriile de materiale**: *materiale noi, avansate si nanomateriale pe baza de aliaje neferoase; materiale noi, avansate si nanomateriale pe baza de compozite si ceramice; materiale pentru acoperiri si straturi cu proprietati controlate; nanoparticule, materiale cu memoria formei, materiale biocompatibile și fluide magnetice; nanomateriale oxidice si hibride; tehnologii pe baza de laseri si plasma pentru obtinerea de materiale nano si microstructurate cu proprietati functionale; oteluri si superaliaje speciale; pulberi si metalurgia pulberilor; materiale si sisteme magnetice cu proprietati controlate; materiale compozite lemnoase; sinteza si modificarea polimerilor/ polimeri nanostructurati; materiale carbonice avansate, materiale de sinteza si carbonice; obtinerea si caracterizarea monocristalelor si a materialelor ordonate; lianti; sticle; si*

- pe de alta parte, o incadrare a acestora pe principalele **domenii de aplicatii**: **tehnologia informatiei/ micro-, nanoelectronica; tehnica biomedicala; medicina; energetica; aeronautica; transporturi; constructii; mediu.**

In ceea ce priveste potentialul si infrastructura de cercetare-dezvoltare necesare pentru atingerea obiectivelor stabilite, se propun masuri atat pentru dezvoltarea infrastructurii cat si pentru dezvoltarea potentialului uman.

O prima masura propusa se refera la completarea dotarilor. Se propune **finantarea unor investitii de completare a dotarilor la principalii membri ai retelelor nationale** din domeniu. Se are in vedere constituirea unor consortii care impreuna sa detina si sa utilizeze in comun facilitatile necesare realizarii si caracterizarii de micro si nanostructuri, pentru domenii specifice.

Se identifica imperativul unui sprijin efectiv, rapid si important al statului pentru dezvoltarea domeniului. Se propune finantarea unei **investitii majore, de interes national** pentru achizitionarea de echipamente in domeniul nanotehnologiilor, care sa asigure facilitati cheie pentru fabricare si caracterizare nanostructuri.

Se considera ca prin aceasta se fructifica oportunitatile pentru Romania oferite de momentul actual al planificarii unor dezvoltari fara precedent, concertate la nivel european, pentru dezvoltarea unui domeniu care va revolutiona industria si societatea. Sansele reale ale Romaniei de a participa la aceasta dezvoltare sunt crescute semnificativ de promovarea unei astfel de investitii care poate asigura conditii competitive de afirmare si valorificare a potentialului uman de care dispunem si poate deveni, in acelasi timp, un punct de atractivitate si nucleul pentru o investitie europeana.

De asemenea, se propun masuri pentru dezvoltarea potentialului uman in acest domeniu de cercetare. Intr-un domeniu cu o dinamica deosebita, este importanta perfectionarea continua a competentelor, care trebuie realizata cu ajutorul tuturor mijloacelor specifice. De asemenea, trebuie avuta in vedere angrenarea unui numar crescut de tineri. Se atrage atentia asupra faptului ca transformarea unui cercetator tanar intr-un specialist in acest domeniu este un proces de durata si care implica o serie de costuri. Se propune finantarea unor programe pentru formarea si perfectionarea specialistilor, pentru asigurarea conditiilor de training si a mobilitatilor necesare. Este avuta in vedere implicarea universitatilor, dezvoltarea cursurilor care se tin la nivel universitar si post universitar. Cooperarea invatamant-cercetare-productie, se considera ca este determinanta pentru asigurarea unui continut corespunzator pentru procesul de instruire. Constituirea unor retele locale poate asigura integrarea activitatilor de formare a specialistilor in domeniu. Asigurarea unui mediu stiintific corespunzator, cu dotari care sa permita o perfectionare profesionala la nivel competitiv pe plan international, va fi o conditie esentiala pentru realizarea acestui demers.

In raport sunt identificate, in mod concret, pe subdomenii si pentru diferite categorii de produse, numeroase retele tehnologice integrate care cuprind intregul lant de parteneri - unități de cercetare-dezvoltare, instituții de învățământ superior și agenți economici - care pot asigura impreuna intregul complex al activitatilor de cercetare-dezvoltare care conduc la realizarea obiectivelor stabilite. De asemenea, au fost identificate, ca nise de colaborare si integrare tehnologica la nivel international, domeniile concrete in care colaborarile internationale deja stabilite au asigurat obtinerea unor rezultate cu aplicatii industriale si cu posibila valorificare pe piata.

Un capitol grupeaza cateva considerente cu privire la elementele de strategie politica si/sau economica generala sau la nivel sectorial, identificate a fi necesare pentru realizarea obiectivelor prevazute. Este important ca investitiile facute in infrastructura si in factorul uman sa genereze **o emulatie a dezvoltarilor** pe plan intern. Pentru aceasta trebuie avuta in vedere dezvoltarea initiativelor private si stimularea implicarii **IMM**-urilor. Trebuie avuta in vedere promovarea unor noi concepte precum **fabricatia distribuita**, integrarea unor **competente multiple** precum si a **Parcurilor Tehnologice**. Se propune dirijarea unor finantari prin programe specifice pentru asigurarea conditiilor de eficienta economica a initiativelor inovative in domeniu. De asemenea, esentiala va fi diseminarea larga a unor informatii bine structurate. Atat intreprinzatorii cat si publicul larg, potentialii utilizatori trebuie sa constientizeze avantajele noilor tehnologii si a noilor dezvoltari.

Momentul actual, cand dezvoltarea pe plan mondial a nanotehnologiilor anunta un impact "disruptiv/ revolutionar" asupra industriei si societatii, aduce o confirmare a bunei orientari a Programului MATNANTECH si impune gasirea in continuare a celor mai bune cai pentru exploatarea oportunitatilor cu totul deosebite ca importanta si impact care se deschid pentru Romania, privind valorificarea potentialului de cercetare-dezvoltare de care dispune, in acest domeniu.