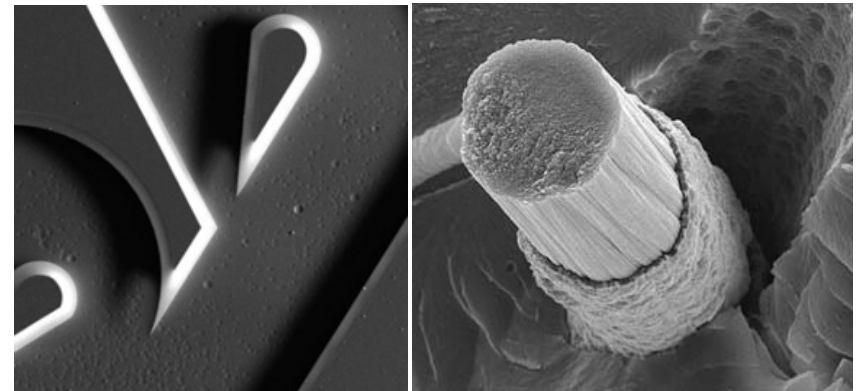


Infrastructuri experimentale cu functionalitate complexa - analize, concluzii si recomandari finale

Radu Popa

IMT-Bucuresti

- Infrastructuri complexe pentru nanotehnologie: caracteristici, bune practici, tendinte.
- Situatia din Romania. Concluzii.
- Concluzii si recomandari finale.



Infrastructuri experimentale complexe

- Caracteristici, bune practici, tendinte -

Caracteristici

- 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 - repere:
 - **gaze de proces**: stocare → transport → monitorizare
 - generare si retea de transport pentru **apa ultra-pura** (deionizata)
 - **protectia mediului**: **neutralizarea** gazelor si apelor reziduale
 - statie de **preparare a aerului**
 - retea de furnizare/filtrare pentru **apa de racire**
 - retea de transport pentru **aer comprimat**
 - **consumuri** semnificative de: gaze comune si speciale, electricitate, apa. piese de schimb
 - **personal auxiliar** suport



Caracteristici - [2]

- personal de operare cu calificari speciale
- flux CD complet: modelare-simulare → micro-nano fabricatie/structurare → caracterizari → testare
- echipamente de ultima generatie din diverse categorii - durata de uzura morala de 6-10 ani pentru procese standard, si de 4-6 ani pentru procese avansate (de ex., nanolitografie, procese termice/chimice speciale). Pretul unui echipament din gama celor esentiale pentru cercetare in nanotehnologie variaza intre 300k euro - 1 mil. euro
- actualizari periodice: module cu functiuni si parametri noi, piese de schimb, mentenanta, recalibrari, cursuri. Costuri anuale de service/mentenanta+piese schimb ~ 1-3% din pretul de achizitie.
- costuri de operare: 2-4000 euro/mp/an !.....Aprox. egal cu pretul/mp al constructiei camerei albe (in functie de clasa-standard de puritate a aerului).



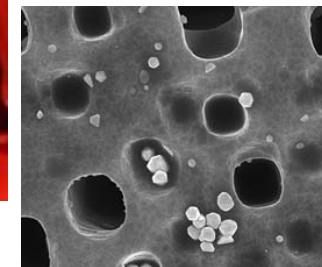
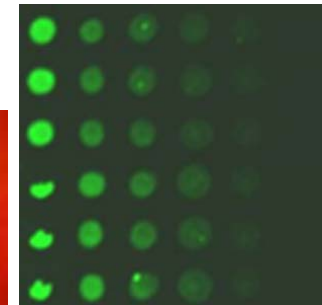
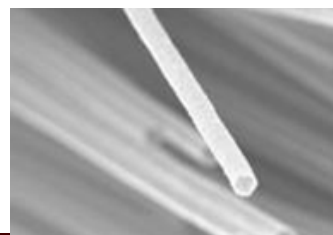
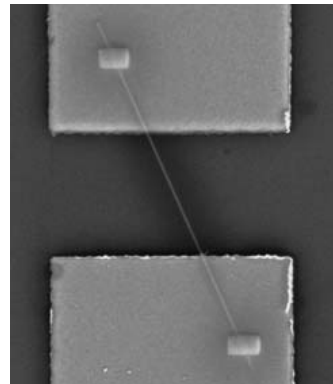
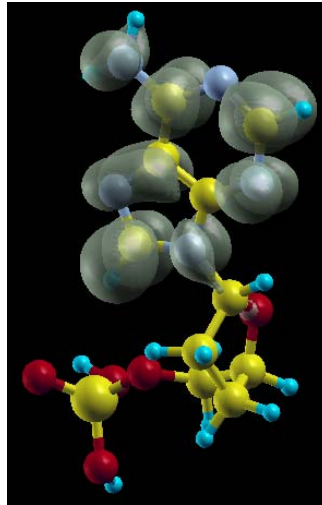
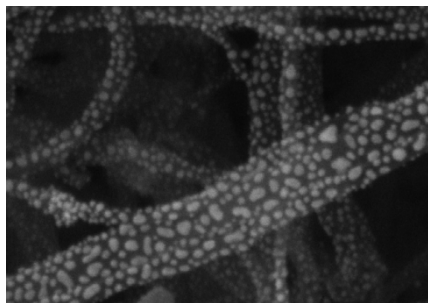
Bune practici, tendinte

- accentele pe calitate + interdisciplinaritate
 - atrag specialistii de valoare
 - optimizeaza costurile de constructie si operare
 - cresc eficienta atragerii de finantari si de comenzi
 - aduc cercetatorii in acelasi spatiu si se creeaza teme si cunostinte noi
- **coordonare/corelare/coerenta/eficientizare** ale investitiilor anterioare si viitoare:
 - complementaritate tehnologica - factori: existenta expertizei, distributie geografica
 - actualizari (upgrading) pentru maximizarea utilitatii si utilizarii echipamentelor existente
 - publicitate si diseminare pentru maximizarea utilizarii (mediu academic, industrial)
- **networking !** - accent permanent (Europa, SUA)
 - SUA: NNIN - peste 70 de centre/facilitati - exemplu excelent pentru organizarea unei retele **nationale** (beneficiarul plateste costurile serviciile)
 - Europa: EUMINAfab - parteneriat **pan-european**: 10 centre/facilitati pentru servicii tehnologice si de consultanta (costuri acoperite din fonduri europene)



Bune practici, tendinte [2]

- impartirea spatiilor pentru promovarea integrarii tehnologiilor
 - imbinare optima a tehnicilor top-down/bottom-up
 - separarea dupa tehnologii si materiale, dar asigurarea vecinatatii pentru interdisciplinaritate
 - accentul pe dezvoltarea de **platforme tehnologice**: gruparea de specialisti, echipamente si tehnici mature
 - 4 arii pentru optimizarea cercetarilor integrate: **nanofabricatie**, **nanocaracterizare**, **sinteza/crestere/depunere de materiale**, **nanobiotehnologie**



Situatia pe plan national

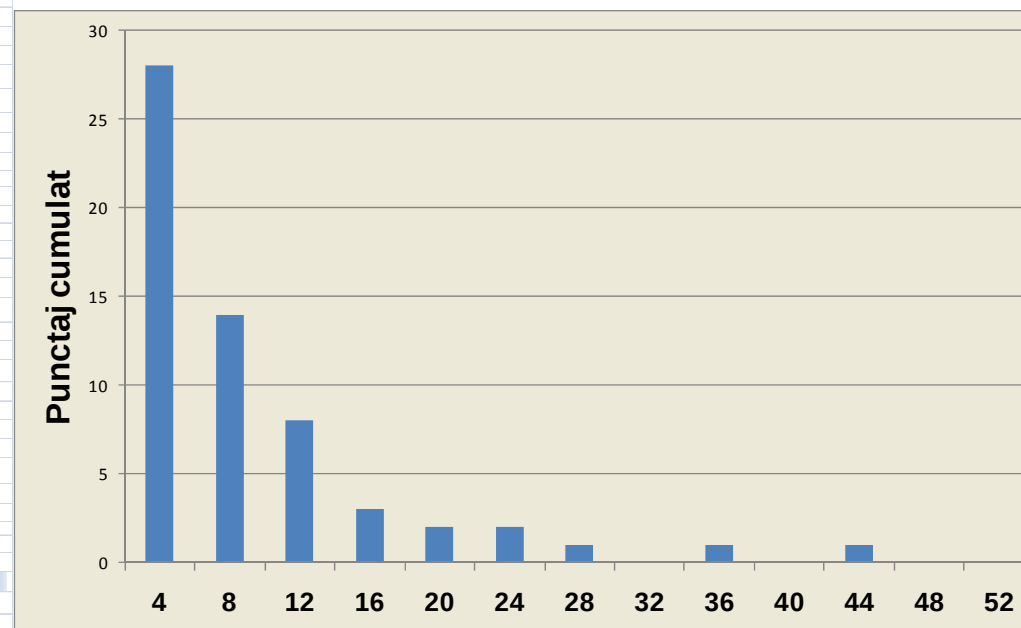
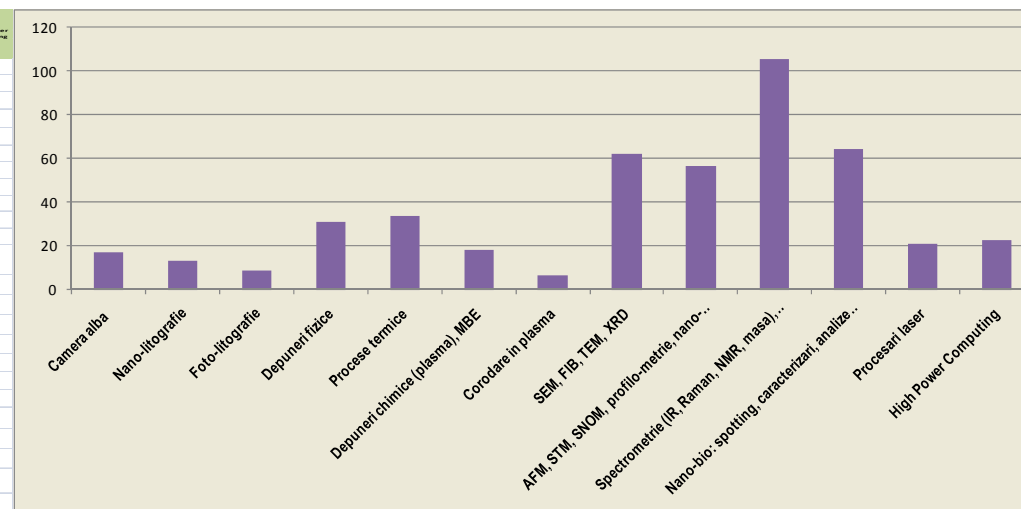
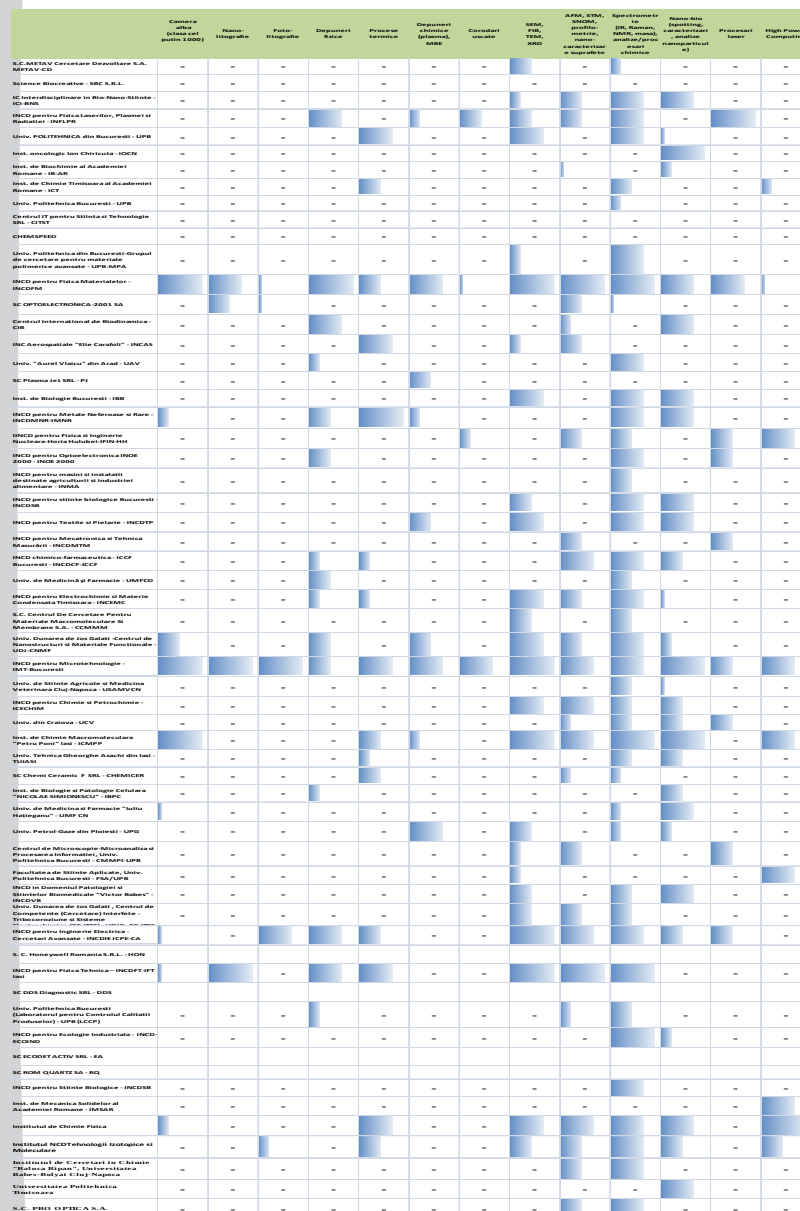
- programele Capacitati, POS-CCE, Parteneriate din ultimii 5-6 ani au lansat procesul de creare/dezvoltare a unor centre si infrastructuri complexe moderne: **se atinge treptat o masa critica de capabilitati competitive**
- se creeaza si consolideaza **expertiza** in: selectia, asigurarea conditiilor de functionare, operarea eficienta a unor echipamente esentiale din toate categoriile experimentale
- in paralel a fost initiat un proces (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)
- insuficienta: diseminarea capabilitatilor existente si in pregatire - in vederea **largirii bazei de beneficiari si a gradului de utilizare a serviciilor** disponibile
- se simte pregnant **nevoia crearii unui organism coordonator al unui networking** eficient la nivel national

Situatia pe plan national [2]

Harta capabilitatilor din infrastructurile nationale in nanotehnologie

- au fost propuse categorii de echipamente/sau capabilitati experimentale relevante:
 - Clean-room (>clasa 1000) ♦ Nanolitografie ♦ Fotolitografie ♦ Depuneri fizice ♦ Procese termice ♦ Depuneri chimice (plasma), MBE ♦ Corodare in plasma (RIE) ♦ Caracterizari/microscopie prin fascicul energetic (SEM, FIB, TEM, XRD) ♦ Caracterizari/microscopie prin probe de baleiaj (AFM, STM, SNOM,...), profilometrie, nano-caracterizare suprafete ♦ Spectrometrie (IR, Raman, NMR, masa), analize/procesari chimice ♦ Nano-bio (spotting, caracterizari, analize nanoparticule) ♦ Procesari laser ♦ High Power Computing
- exercitiu de **indexare si rating** ale resurselor experimentale relevante, disponibile pe plan national pentru networking si colaborari
 - rating pe o **scara de la 1 la 4**:
 - 0 : nu exista capabilitati (semnificative)
 - 1 : exista capabilitati limitate
 - 2 : capabilitati de bun nivel
 - 3 : capabilitati excelente - care depasesc pe cele oferite de cele mai multe dintre infrastructurile inregistrate si care ofera posibilitati experimentale pentru abordarea celor mai multe dintre proiectele de cercetare de inalt nivel
 - 4: capabilitati unice pe plan national, competitive la nivel mondial

- Tabelul rezultat permite:
 - vizualizarea capabilitatilor **entitatilor** analizate - pe orizontale
 - obtinerea unei imagini de ansamblu a distributiei pe **categorii** experimentale - pe verticale
- Metoda de identificare a **complementaritatilor** interdisciplinare
- Tabelul **nu reflecta gradul de utilizare a capabilitatilor raportate**



Concluzii

- se constata o acoperire *rezonabila* a tuturor capabilitatilor relevante pentru CD in nanotehnologie
- exista 10 infrastructuri (din 60 de entitati inscise) care acumuleaza jumatate din punctajul total
- situatia per-capabilitate la nivel national:
 - *foarte buna*: ♦ Spectrometrie (IR, Raman, NMR, masa), analize/procesari chimice
 - *buna*: ♦ Nano-bio (spotting, caracterizari, analize nanoparticule)
 - ♦ Caracterizari/microscopie prin fascicul energetic (SEM, FIB, TEM, XRD)
 - ♦ Caracterizari/microscopie prin probe de baleiaj (AFM, STM, SNOM,...), profilometrie, nano-caracterizare suprafete
 - *satisfacatoare*: ♦ Procese termice ♦ Depuneri fizice ♦ High power computing ♦ Procesari laser
 - *slaba*: ♦ Depuneri chimice (plasma), MBE ♦ Camera alba ♦ Nanolitografie
 - *foarte slaba*: ♦ Fotolitografie ♦ Corodare in plasma (RIE)

Harta laboratoarelor/centrelor nationale in domeniul nanotehnologiei

Nr	Institutie	Micro-nano structurare si fabricatie	Caracterizare	Nano/bio	Modelare si simulare	Testare si incercari
1	Institutul NCD pentru Microtehnologie					
2	Institutul de Mecanica Solidelor AC	-		-	-	-
3	S.C.ROM-QUARTZ S.A.		-	-	-	-
4	Universitatea Politehnica Bucuresti			-	-	
5	Universitatea "Aurel Vlaicu" Arad		-	-	-	-
6	Institutul pentru Fizica Tehnica – IFT Iasi	-	-		-	-
7	Institutul NCD Inginerie Electrica ICPE-CA			-	-	
8	Institutul de Biologie si Patologie Celulara	-	-		-	-
9	Universitatea Tehnica Gheorghe Asachi din Iasi				-	
10	Institutul de Chimie Macromoleculara "Petru Poni"				-	-
11	Institutul NCD Chimie si Petrochimie				-	-
12	Universitatea Dunarea de Jos Galati			-	-	-
13	Institutul NCD Electrochimie si Materie Condensata Timisoara		-	-	-	-
14	Universitatea de Medicina si Farmacie	-			-	-
15	Institutul NCD Chimico-Farmaceutica - ICCF Bucuresti	-			-	-
16	Institutul NCD Mecatronica si Tehnica Masurarii			-		
17	Institutul NCD Textile si Pielarie		-	-	-	-
18	INSTITUTUL NCD STIINTE BIOLOGICE BUCURESTI				-	-
19	Institutul NCDu Metale Neferoase si Rare		-	-	-	-
20	Centrul International de Biodinamica			-	-	
21	SC OPTOELECTRONICA-2001 SA			-	-	-
22	Institutul NCD Fizica Materialelor				-	-
23	Institutul de Chimie Timisoara al Academiei Romane		-	-	-	-
24	Institutul NCD Fizica Laserilor, Plasmei si Radiatiei			-	-	-
25	Institutul de Cercetari Interdisciplinare in Bio-Nano-			-	-	
26	Institutul National de Cercetari AeroSpatiale ELIE CARAFOLI		-	-	-	-
27	Institutul de Chimie Fizica			-		-
28	Centrul de Cercetari Tehnice Fundamentale si Avansate,		-	-	-	-
29	Institutul NCD Tehnologii Izotopice si Moleculare			-		-
30	Institutul de Cercetari in Chimie "Raluca Ripan", Universitatea		-	-	-	-
31	Velfina S.A.		-	-	-	-
32	Universitatea Politehnica Timisoara			-	-	-
33	S.C. PRO OPTICA S.A.			-	-	-
34	RAAN - Sucursala de Cercetari Nucleare Pitesti	-		-	-	-

- Categori
- Micro-nanostructurare/fabricatie
- Caracterizare
- Nano-bio
- Modelare si simulare
- Testare/incercari

Concluzii si recomandari finale

- Nanotehnologia:
 - revolutia stiintifica si tehnologica a lumii moderne, pe care Romania nu isi permite sa o rateze, si pentru care exista potentialul uman necesar pentru inalta performanta
- Dezvoltarea si optimizarea utilizarii infrastructurii de cercetare - obiectiv esential al unei strategii eficiente pentru nanotehnologie
 - reprezinta instrumentul de baza pentru abordarea cercetarilor de avangarda din directiile programelor europene si din alte colaborari internationale
 - reprezinta motorul dezvoltarii domeniului: atrage specialistii si pune in valoare experienta acestora
 - formeaza resursele umane viitoare
 - realizeaza conexiunea st.-tehn. dintre colectivele de cercetare din zona non-profit si cele din mediul industrial (costurile de dezvoltare ale unor astfel de infrastructuri sunt prohibitive pentru IMM-uri!)

Concluzii si recomandari finale [2]

- Caracteristica recunoscuta a nanotehnologiei: performanta reala este declansata de atingerea unei mase critice a resurselor experimentale - echipamente, expertiza in utilizare
- Dpdv al echipamentelor, sondajul national NANOPROSPECT arata ca:
 - masa critica este atinsa in 4 dintre cele 13 categorii de capabilitati specifice nanotehnologiei, grupate in special in 10 infrastructuri
- problema: gradul de utilizare al capabilitatilor existente - determinat de:
 - existenta unei infrastructuri-suport adecvate
 - existenta operatorilor cu experienta
 - existenta proiectelor sau clientilor pentru servicii
 - nivelul de maturitate al spiritului de colaborare si al abordarilor interdisciplinare
 - existenta si eficienta unui sistem de networking (indexare, monitorizare, suport, strategii, diseminare...)

Concluzii si recomandari finale [3]

Realitati universale:

- Resursele experimentale pentru Nanotehnologie nu au ajuns la maturitate
- Trebuie tratate ca un "organism in crestere", si nu ca un "organism matur"

1. Trebuie dezvoltate

2. Trebuie utilizate eficient, mentinute

Concluzii si recomandari finale [4]

1. Dezvoltarea resurselor experimentale:

- prin **competitii dedicate** dezvoltarii Nanotehnologiei si prin **finantare centralizata**
- **criterii esentiale:**
 - asigurarea **operatorilor** cu experienta
 - asigurarea **conditiilor** (mediu controlat, utilitati speciale)
 - distributie **geografica** uniforma
 - 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, **industrii**
 - asigurarea cadrului pentru un rol **educational** real:
 - hands-on training (laborator, practica, internship)
 - integrarea studentilor in colectivele proiectelor
 - colaborari pe baza de idei/proiecte proiecte evaluate de board-ul infrastructurii

Concluzii si recomandari finale [5]

2. Utilizarea eficienta, mentinerea resurselor experimentale (valorificarea unor investitii de ordinul a 100 M euro)

- Prioritati:

- identificare/mentinere a personalului cu expertiza reala in operare
- amplificarea cercetarilor in colaborare (institute, univ., industrie)
 - proiecte comune, acces direct, servicii
 - partenerii industriali isi protejeaza PI (prin rambursarea costurilor) - exemplu SUA: competitii SBIR/STTR dedicate numai industriei
- asigurarea cadrului pentru un rol educational real (v. anterior)
- utilizarea la potential maxim prin completarea functionala a echipamentelor existente: completarea cu modulele functionale disponibile la producator
- finantarea activitatilor de inventariere, publicitate si diseminare pentru maximizarea utilizarii (mediu academic, industrial)

Concluzii si recomandari finale [6]

- Practica internationala (SUA, Europa) si studiul situatiei nationale actuale indica: dezvoltarea, utilizarea eficienta si mentinerea resurselor necesita:
 - coordonare
 - finantare coerenta
- Solutie: crearea unui organism - de ex., finantat public-privat - pentru coordonare si networking (ex. "Rețeaua Nationala a Infrastructurilor pentru Nanotehnologie-RNIN")
 - prim-pas: crearea echipei de management (se poate forma pe baza de apel)
 - pentru sincronizare eficienta a necesitatilor, echipa de management trebuie sa includa membri din cercetare, industrie, educatie

Concluzii si recomandari finale [7]

- Crearea "RNIN" ar asigura eliminarea **cercurile vicioase** care conduc la sub-utilizarea infrastructurilor, prin:
 - valorizarea/valorificarea **investitiilor anterioare**
 - **dezvoltarea** corelata, coerenta si unitara a INN
 - dezvoltarea si mentinerea **expertizei nationale** in operarea infrastructurilor si categoriilor de echipament
- ToDo's: **monitorizare, analize si recomandari = eficienta prin coordonare**
 - **inventarierea** riguroasa a echipamentelor, capabilitatilor, operatorilor experti, infrastructurii suport
 - **analiza complementaritatilor** tehnologice si de expertiza, pe 3 grupe majore: fabricatie, caracterizare, modelare/simulare → recomandari de valorificare ("vase comunicante pentru expertiza")
 - analiza disponibilitatilor, cadrului si variantelor de **acces si utilizare in comun**
 - **popularizarea** capabilitatilor si practicilor de acces
 - **trasarea necesitatilor si prioritatilor**, aplicand tendintele si bunele practici intn. la situatia nationala

Nanotechnology: What is it and how will it affect us?, Report, Edited by: Catalan Foundation for Research and Innovation (FCRI), June 2009, (http://www.nanoforum.org/nf06~modul~showmore~folder~99999~scid~527~.html?action=longview_publication&).

Nicole Zaro Stahl, *Nanotechnology Research Trends and Facilities Needs*, November 2006, (<http://www.tradelineinc.com/reports/E7FC86BE-2B3B-B525-8EBBC25ACAA4D6A2>).

Johnathon Allen, *Emerging Design Trends for Interdisciplinary Research*, February 2008, (<http://www.tradelineinc.com/reports/C6E98526-2B3B-B525-875059056AECCA84>).

Johnathon Allen, *Platform-Driven Planning for Multi-Disciplinary Science Facilities*, April 2009, (<http://www.tradelineinc.com/reports/165CDF39-E1C9-3F34-A2E2A83DE215F231>).

European Nanotechnology Infrastructure and Networks, Nanoforum Report, Editor: Mark Morrison, July 2007, (http://www.nanoforum.org/nf06~modul~showmore~folder~99999~scid~321~.html?action=longview_publication&).

<http://www.nnin.org>
http://www.nnin.org/nnin_process2.html

Lee Ingalls, *Making Room for Nanotechnology - Emerging Cross-Disciplinary Science Requires a Specialized Facility*, March 2003, (<http://www.tradelineinc.com/reports/C5218372-82CA-42A4-AD7F569A96053138>).

Johnathon Allen, *Center for Integrated Nanotechnology Emphasizes Innovation*, February 2004, (<http://www.tradelineinc.com/reports/AAE2DBA0-2B3B-B525-8E157D1892B6BEC2>).

Lisa Wesel, *Correctly Sizing Utilities is Critical for Nanotechnology Labs - Bigger is Not Necessarily Better*, November 2008, (<http://www.tradelineinc.com/reports/405406D7-2B3B-B525-8A1875DD781CA265>).

Deborah Kreuze, *Highly Technical Facilities Cost More to Operate and Maintain Than You Think - Decision-makers Must Understand and Commit to Long-Term Expense*, April 2008, (<http://www.tradelineinc.com/reports/E2397487-2B3B-B525-8D48F2EDEEE67EC4>).

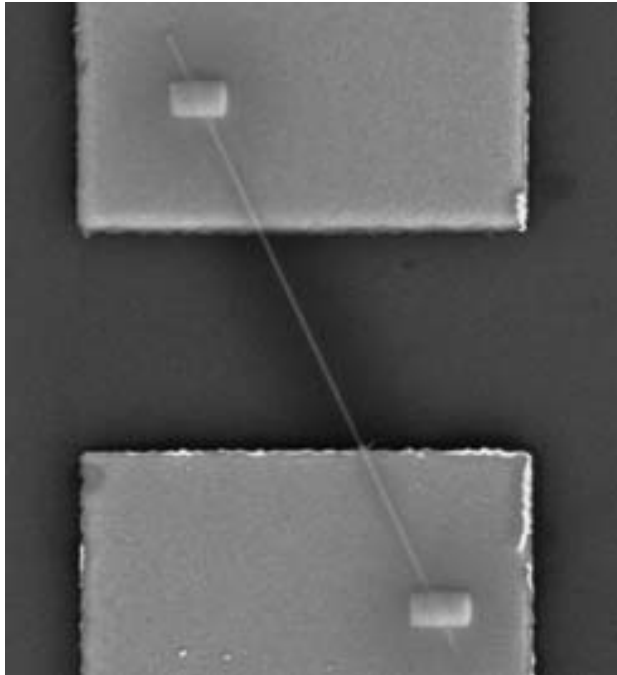
Amy Cammell, *The Rise of Core Laboratories*, September 2007, (<http://www.tradelineinc.com/reports/948A5022-2B3B-B525-8E318FF299A246E2>).

Lisa Wesel, *Interdisciplinary Approach Generates Better Research*, March 2007, (<http://www.tradelineinc.com/reports/7198021B-2B3B-B525-848E7F7338B66347>).

Lisa Wesel, *Multidisciplinary Buildings Create Unique Design Challenges - Solutions Require Understanding of Instrumentation Needs*, October 2006, (<http://www.tradelineinc.com/reports/C994E73B-2B3B-B525-8DE2F93912ED8048>).

Lee Ingalls, *Duffield Hall Nanotechnology Research Moves Forward - Cornell University's New Facility Builds on Lessons Learned*, March 2003, (<http://www.tradelineinc.com/go.cfm?id=5F4C13EE-CACC-43C1-C59075EE7926253&ul=j28zcb>).

Nanomaterials State of the Market Q1 2009, Lux Research State of the Market Reports, Lux Research Inc., January 2009.
<http://www.euminafab.eu>
http://www.researchwatch.net/nsf_grants/0335765
<http://www.imt.ro/NANOPROSPECT/>



Multumesc pentru atentie !

