

# Evaluarea potențialului românesc de cercetare în domeniul fizicii și elaborarea strategiei de cooperare internațională

---

## POTENȚIALUL ROMÂNIEI DE PARTICIPARE LA PROGRAMELE MARILOR COLABORĂRI INTERNAȚIONALE ÎN DOMENIUL FIZICII

Responsabil proiect: Florin D. BUZATU

15 Decembrie 2010



Raportul prezintă rezultatele obținute în cadrul etapei a III-a a proiectului ESFRO finanțat de Autoritatea Națională pentru Cercetare Științifică în cadrul Planului Sectorial al Ministerului Educației, Cercetării, Tineretului și Sportului (Contract Nr. 2S/31.08.2009).

**Comitetul de coordonare al proiectului:**

1. Alexandru ALDEA  
INCD pentru Fizica Materialelor, Măgurele
2. Onuc COZAR  
Universitatea Babeş-Bolyai, Facultatea de Fizică, Cluj-Napoca
3. Alexandru JIPA  
Universitatea Bucureşti, Facultatea de Fizică, Măgurele
4. Ion MIHĂILESCU  
INCD pentru Fizica Laserilor, Plasmei și Radiației, Măgurele
5. Gheorghe POPA  
Universitatea Alexandru Ioan Cuza, Facultatea de Fizică, Iași
6. Valentin VLAD  
Academia Română
7. Nicoale Victor ZAMFIR  
INCD pentru Fizică și Inginerie Nucleară Horia Hulubei, Măgurele

**Responsabil proiect:** Florin-Dorian BUZATU

**Responsabil etapă:** Călin ALEXA

**Membrii echipei de lucru:** Viorel BRAIC, Traian DASCĂLU, Doru DELION, Ionel LAZANU, Cristian PANAIOTU, Mircea RADULIAN, Florin VASILIU, Mădălina VLAD, Ioan URSU.

## CUPRINS

I. INTRODUCERE .....	4
II. BAZA DE DATE .....	5
III. DATE PRIVIND PARTICIPAREA ROMÂNIEI LA MARI COLABORĂRI INTERNAȚIONALE ÎN DOMENIUL FIZICII .....	7
A) Proiecte aferente marilor infrastructuri de cercetare .....	8
B) Proiecte aferente marilor rețele de cercetare.....	16
C) Participarea României la programul EURATOM-Fuziune (rezumat).....	20
D) Participarea României IUCN-Dubna (rezumat) .....	25
IV. CONCLUZII.....	30

În volum separat:

ANEXA 1 – Chestionarul transmis instituțiilor participante

ANEXA 2 - Participarea României la mari infrastructuri de cercetare în domeniul fizicii

ANEXA 3 – Participarea României la programul EURATOM-Fuziune

ANEXA 4 – Participarea României la IUCN-Dubna

## I. INTRODUCERE

Marile colaborari internationale in domeniul fizicii sunt caracterizate prin:

- program științific de anvergură (abordează probleme fundamentale ale cunoașterii)
- utilizarea unor mari infrastructuri experimentale
- numar mare de participanți (state, instituții, specialiști)
- costuri care depasesc in general potentialul financiar al unei singure tari

Criteriile specifice de evaluare a participarii la mari colaborari internationale sunt in principal legate de:

- aportul la programul științific al colaborării conform acordului de cooperare (MoU)
- expertiza echipei în domeniu
- rezultate științifice datorate colaborării
- specializarea/perfecționarea personalului datorită colaborării, atragerea de tineri
- contribuția la construcția/operarea/dezvoltarea infrastructurii aferente
- posibilități oferite industriei/economiei
- nivelul obligațiilor financiare

Aceste criterii se aplică selectiv, în funcție de etapa în care se află colaborarea (colaborări noi sau aflate deja în derulare; infrastructură în construcție, operare sau dezafectare; etc).

Pe lângă indicatorii deja identificați și utilizați în cadrul etapei a II-a la evaluarea potențialului direcțiilor de cercetare în fizică, cu referire directă la colaborarea respectivă, am mai considerat și următorii indicatori specifici:

- obiective propuse/realizate în cadrul programului științific al colaborării
- laboratoare/infrastructuri de cercetare create în țară datorită colaborării
- instituții participante din țară
- studii și rapoarte privind proiectarea, construcția și comisionarea echipamentelor
- contribuții in-kind la colaborare
- cotizații/contribuții/solicitări financiare (intern/extern)

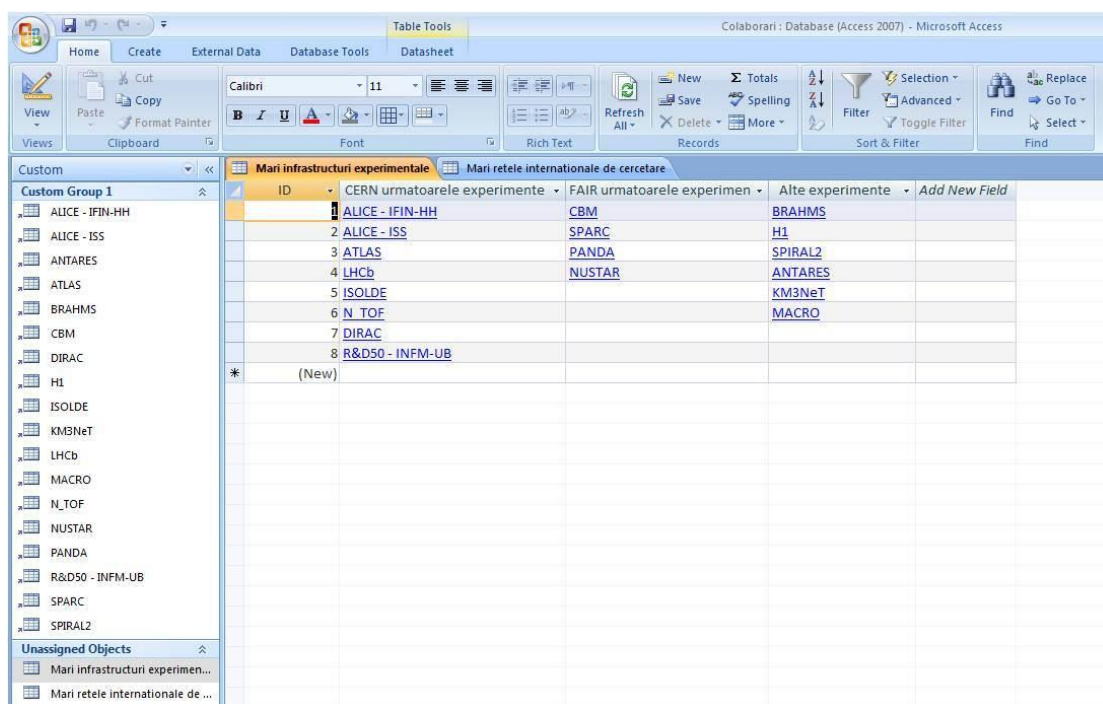
În analiza participării la mari colaborări internaționale s-au format paneluri de experți pentru fiecare domeniu/tip de colaborare.

Pe baza criteriilor prezentate mai sus s-a implementat și structurat baza de date.

## II. BAZA DE DATE

În vederea realizării bazei de date, a fost elaborat un chestionar dedicat participării instituțiilor românești la mari colaborări internaționale în domeniul fizicii. Scopul realizării și transmiterii acestui chestionar a fost dublu: i) identificarea tuturor marilor colaborări la care participă instituții din România; ii) obținerea informațiilor esențiale privind participarea la aceste colaborări. La propunerea partenerilor și a membrilor Comitetului de Coordonare, a fost elaborat și un chestionar dedicat colaborărilor internaționale de mai mică anvergură, acestea având o pondere mare în activitatea instituțiilor de cercetare și învățământ din România. Ambele chestionare au fost transmise celor 29 de instituții participante în cadrul proiectului ESFRO. Informația înregistrată reprezintă o bază serioasă de documentare și analiză a participării României la programe și proiecte europene și internaționale în domeniul fizicii.

A fost realizată o bază de date dedicată, flexibilă și extensibilă, care permite prelucrarea eficientă a datelor înregistrate și corelarea diferiților indicatori.



The screenshot shows a Microsoft Access database window titled 'Colaborari - Database (Access 2007) - Microsoft Access'. The 'Table Tools' ribbon is active, showing various options like Home, Create, External Data, Database Tools, and Datasheet. The main area displays a table with the following data:

ID	CERN urmatoarele experimente	FAIR urmatoarele experimen	Alte experimente	Add New Field
1	ALICE - IFIN-HH	CBM	BRAHMS	
2	ALICE - ISS	SPARC	H1	
3	ATLAS	PANDA	SPIRAL2	
4	LHCb	NUSTAR	ANTARES	
5	ISOLDE		KM3NeT	
6	N_TOF		MACRO	
7	DIRAC			
8	R&D50 - INFN-UB			
*	(New)			

Structura bazei de date realizată pentru mari colaborări internaționale este următoarea:

- numele proiectului (acronim)
- numele institutiei
- numele infrastructurii de cercetare
- perioada de desfasurare
- numele domeniului (domeniilor)
- institutii participante (nationale si internationale)

- tari participante
- cercetatori participanti (români si straini)
- publicatii (cu participarea cercetatorilor români)
- finantare (cotizații/contribuții/solicitări financiare interne și externe)

Restul informațiilor necesare sunt stocate în alte structuri aparținând bazei de date generale.

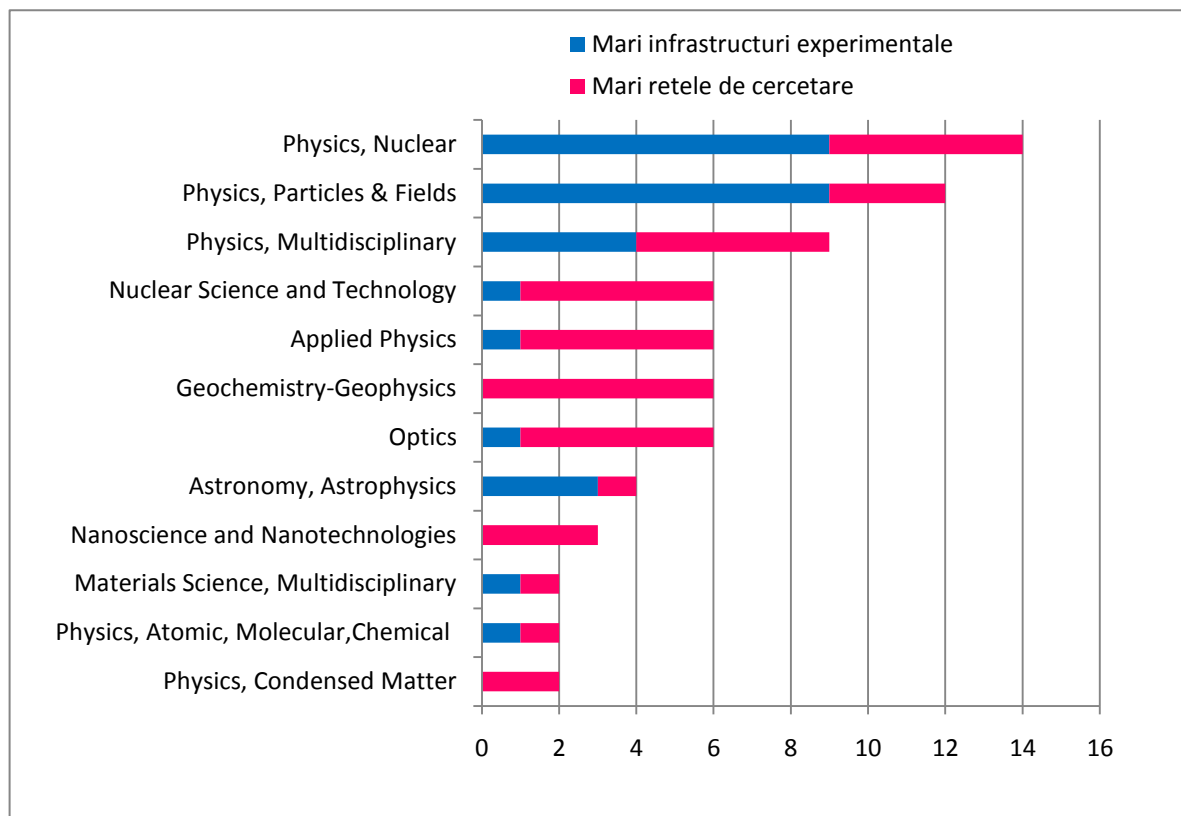
Pe baza informațiilor stocate în baza de date, am identificat următoarele categorii de colaborări internaționale și proiecte aferente la care participă România, acestea fiind tratate separat în cadrul Raportului extins:

- A) Mari infrastructuri europene/internaționale de cercetare
- B) Mari rețele europene/internaționale de cercetare
- C) Programul European de Fuziune Termonucleară Controlată pentru Energie (EURATOM-Fuziune)
- D) Programul științific al Institutului Unificat de Cercetări Nucleare de la Dubna, Federația Rusă (IUCN-Dubna)

### III. DATE PRIVIND PARTICIPAREA ROMÂNIEI LA MARI COLABORĂRI INTERNAȚIONALE ÎN DOMENIUL FIZICII

#### Domenii de cercetare

Așa cum rezultă din analiza chestionarelor primite, marile colaborari internationale in care institutii de cercetare si de invatamint superior din Romania participa in mod institutional (MoU) se incadreaza in urmatoarele domenii de cercetare:



In diagrama de mai sus au fost incluse doar domeniile/ariile tematice SCIE aferente primelor două categorii de mari colaborări internaționale (infrastructuri și respectiv rețele); numerele conțin multiplicități, în sensul că unui proiect i se asociază unul sau mai multe domenii. Numărul total de proiecte aferente marilor infrastructuri de cercetare este 20 iar cel mai marilor rețele de cercetare este 26; acestea vor fi menționate în sub-secțiunile A și respectiv B. Domeniile/ariile tematice SCIE corespunzătoare celorlalte două categorii de mari colaborări internaționale (EURATOM-Fuziune și IUCN-Dubna) sunt prezentate în sub-secțiunile C și respectiv D.

## A) Proiecte aferente marilor infrastructuri de cercetare

Nr. crt.	Denumirea colaborarii	Institutiya gazdă/coordonatoare	Denumirea infrastructurii	Institutii RO participante	Perioada de desfasurare		Domenii/arii tematice SCIE		
							1	2	3
1	ATLAS	CERN	LHC	IFIN-HH, UPB, ITIM	1998	-	Physics, Particles & Fields		
2	ALICE	CERN	LHC	IFIN-HH, ISS	2001	-	Physics, Particles & Fields	Physics, Nuclear	
3	LHCb	CERN	LHC	IFIN-HH	2000	-	Physics, Particles & Fields		
4	WLCG	CERN	LHC	IFIN-HH, UPB, ITIM, ISS, UAIC	2007	-	Computer science, Interdisciplinary applications		
5	RD 50	CERN	LHC	INFM, UB-FF	2002	-	Physics, Multidisciplinary	Physics, Particles & Fields	Materials Science, Multidisciplinary
6	DIRAC	CERN	PS	IFIN-HH	2001	-	Physics, Particles & Fields		
7	n_TOF	CERN	PS	IFIN-HH	2010	-	Nuclear Science and Technology	Physics, Nuclear	
8	ISOLDE	CERN	ISOLDE	IFIN-HH	2008	-	Physics, Nuclear	Physics, Multidisciplinary	
9	CBM	GSI	FAIR	IFIN-HH	2004	-	Physics, Particles & Fields	Physics, Nuclear	
10	SPARC	GSI	FAIR	IFIN-HH	2004	-	Physics, At., Mol. & Chem.	Physics, Multidisciplinary	
11	PANDA	GSI	FAIR	IFIN-HH	2004	-	Physics, Particles & Fields	Physics, Nuclear	
12	NUSTAR	GSI	FAIR	IFIN-HH, UPB, ISS	2004	-	Physics, Nuclear	Physics, Multidisciplinary	
13	BRAHMS	BNL	RHIC	UB-FF	2000	-	Physics, Particles & Fields		
14	H1	DESY	HERA	IFIN-HH	2007	-	Physics, Particles & Fields		
15	SPIRAL2 PP	GANIL	SPIRAL2	IFIN-HH	2008	2010	Physics, Nuclear		
16	ELI-PP	CNRS	ELI-NP	INFLPR	2008	2010	Optics	Physics, Nuclear	Physics, Applied



17	ANTARES	CPPM	ANTARES	ISS	2001	-	Astronomy & Astrophysics		
18	MACRO	INFN	Gran Sasso	ISS	2007	-	Astronomy & Astrophysics		
19	KM3NeT	INFN	Telescop submarin	ISS	1993	2003	Astronomy & Astrophysics		
20	Tri-Pla-CA	FZK	ITER	ICSI	2009	-	Physics, Nuclear		

Așa cum rezultă din tabelul anterior, participarea instituțiilor din România la programele și proiectele științifice ale marilor infrastructuri de cercetare s-a făcut în principal în cadrul colaborărilor cu următoarele centre:

- **CERN** (Centre Européen pour la Recherche Nucleaire), Geneva, Elveția
- **GSI/FAIR** (Gesellschaft für Schwerionenforschung / Facility for Antiproton and Ion Research), Darmstadt, Germania
- **GANIL** (Grand Accélérateur National d'Ions Lourds), Caen, Franța / SPIRAL2 (Système de Production d'Ions Radioactifs Accélérés en Ligne)
- **DESY** (Deutsches Elektronen-Synchrotron), Hamburg, Germania
- **BNL** (Brookhaven National Laboratory), Long Island, New York, SUA

Deoarece cele mai multe colaborări și cele mai importante contribuții românești sunt concentrate în primele două categorii (CERN și GSI/FAIR), în continuare ne vom limita doar la prezentarea acestora, cu mențiunea că raportul de față conține informația completă asupra tuturor colaborărilor internaționale.

## CERN

CERN, Organizația Europeană pentru Cercetări Nucleare, este unul dintre cele mai mari și mai prestigioase centre de cercetare științifică. Este situat în partea de nord-vest a orașului Geneva, la granița dintre Franța și Elveția. Convenția în baza căreia s-a înființat CERN a fost semnată la 29 septembrie 1954, iar în prezent, organizația cuprinde 20 de state membre. Pe lângă acestea, numeroase alte state ale lumii sunt implicate în programele CERN, organizația devenind un exemplu de colaborare internațională.

Deoarece, în prezent, pentru înțelegerea structurii materiei trebuie să investigăm sisteme fizice care au dimensiuni mult mai mici decât nucleul atomic, astfel încât domeniul principal de cercetare de la CERN este fizica particulelor elementare, CERN-ul este perceput drept Laboratorul European pentru Fizica Particulelor.

La CERN lucrează aproximativ 2500 de persoane. Pe lângă aceștia, există 8000 de oameni de știință, jumătate din fizicienii lumii care lucrează în domeniul particulelor elementare, ale căror proiecte de cercetare se bazează pe programele CERN și care vizitează anual CERN. În total, în proiectele CERN sunt implicate 580 de universități și institute de cercetare și 85 de naționalități. Între acestea se numără și institutii de învățământ și cercetare din România.

Domeniile de cercetare de la CERN sunt dedicate fizicii fundamentale, urmărindu-se descoperirea elementelor primordiale ale structurii universului și a legilor care îl guvernează. Pentru studierea particulelor elementare, constituenții de bază ai materiei, la CERN se folosește cel mai mare și mai complex instrument științific din lume – acceleratorul de particule.

Activitățile de cercetare de la CERN pot fi împărțite în patru mari categorii:

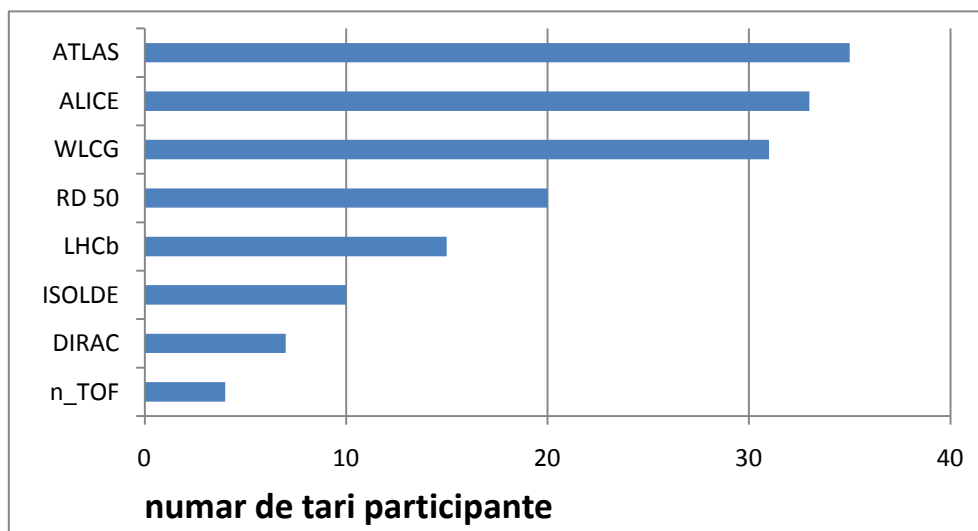
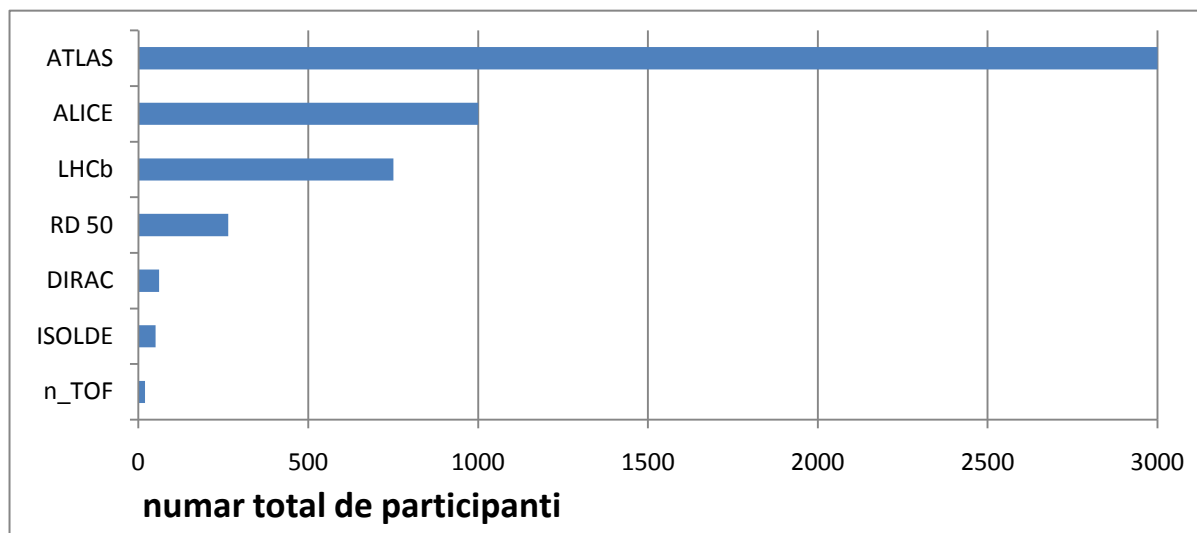
- **cercetare fundamentală:** Sunt multe întrebări fundamentale despre natura care așteaptă un răspuns complet: Ce este materia? Care este originea Universului? Cum se grupează materia în obiecte complexe (stele, planete, ființe vii,...) ?
- **dezvoltare tehnologică:** dezvoltarea frontierelor tehnologiei. Deși CERN-ul înseamnă cercetare fundamentală, laboratorul joacă un rol vital în dezvoltarea

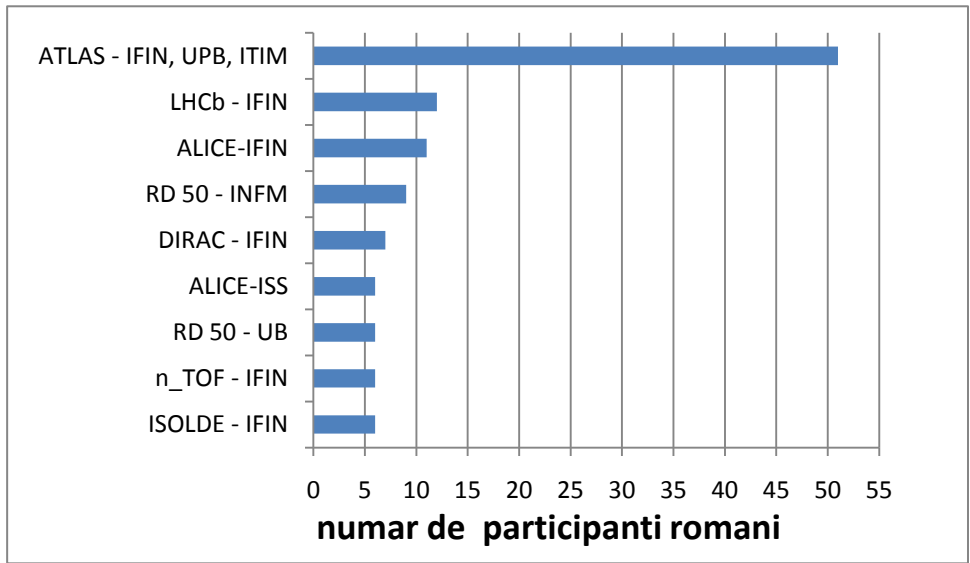
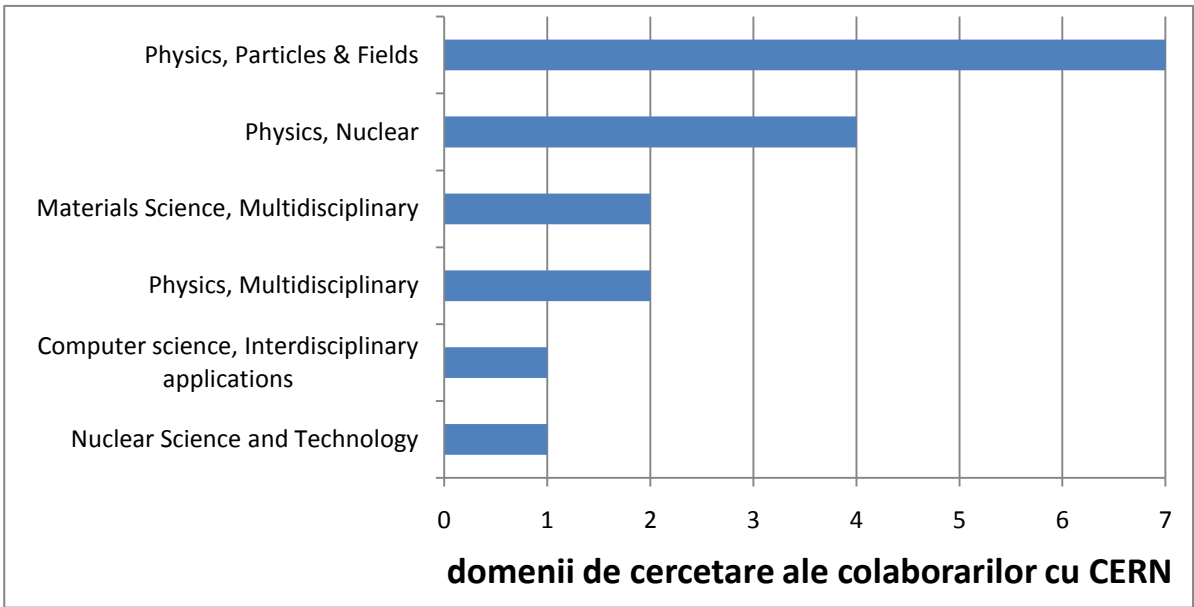
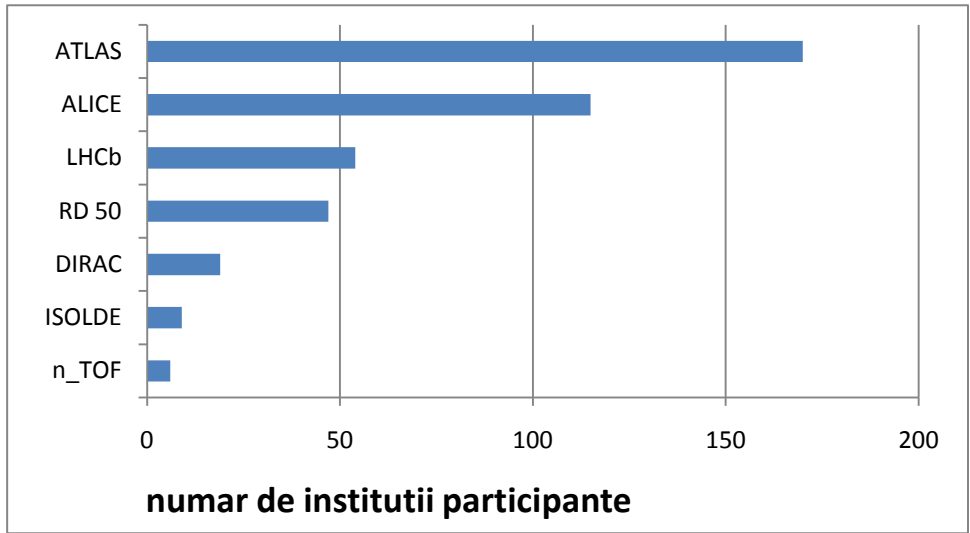
tehnologiilor performante in stiinta materialelor, sisteme de calcul (aici a fost inventat web-ul), etc.

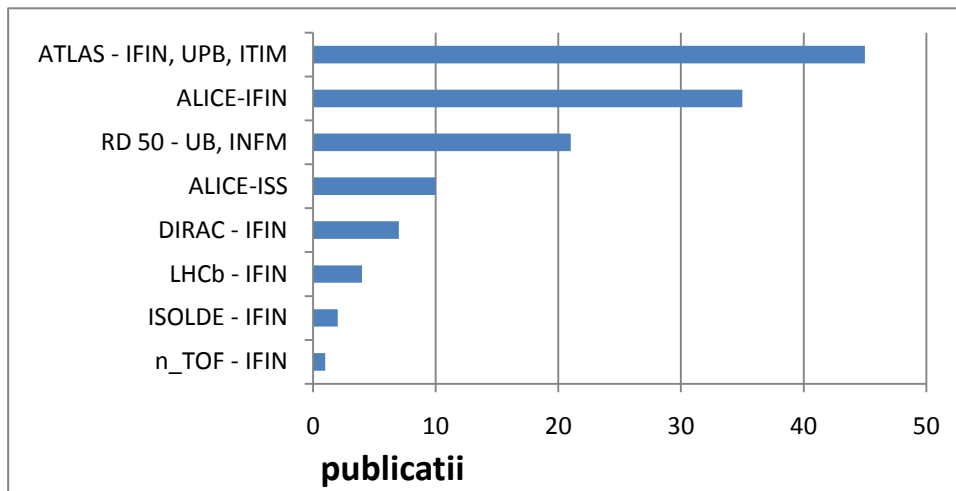
- **colaborare:** colaborarea intre natiuni prin intermediul stiintei.
- **educatie:** formarea viitorilor specialisti.

Aproximativ 100 de fizicieni si ingineri romani lucreaza in cadrul proiectelor CERN. Institutul National de Fizica si Inginerie Nucleara Horia Hulubei participa in mod oficial la trei experimente LHC (ATLAS, ALICE si LHC-b), la construirea detectorilor si la pregatirea analizei datelor. Un grup de cercetatori si studenti de la Universitatea Politehnica din Bucuresti este implicat in dezvoltarile de avangarda in tehnologia informatiei de la CERN. Institutii stiintifice romanesti de renume, precum Institutul de Stiinte Spatiale si Universitatea din Bucuresti, contribuie de asemenea la experimentele de fizica fundamentala de la CERN. In plus, CERN-ul constituie un centru de fuziune si de initiere a colaborarii intre comunitatea stiintifica romaneasca din tara si cea din strainatate.

O descriere sintetica a colaborarilor dintre CERN si institutii de cercetare si invatamint superior din Romania este prezentata in graficele de mai jos.







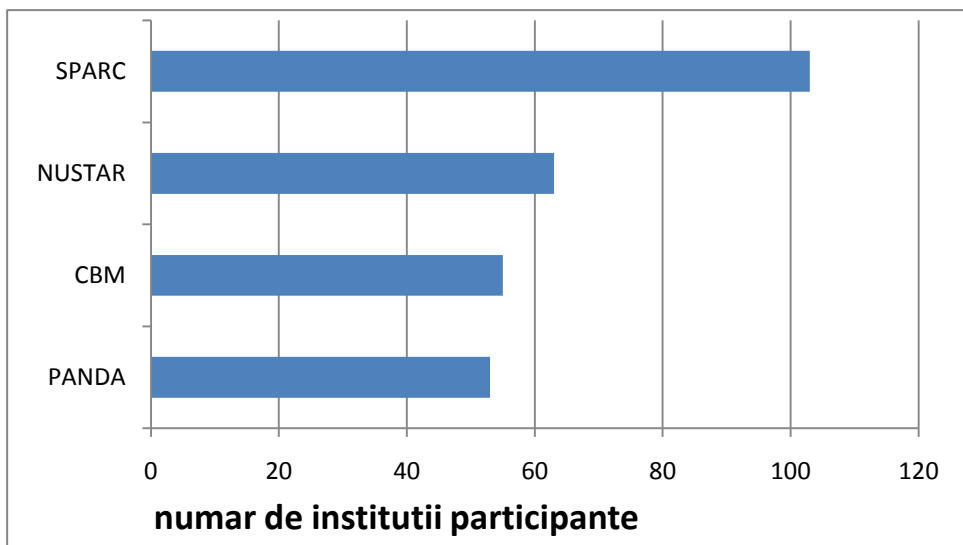
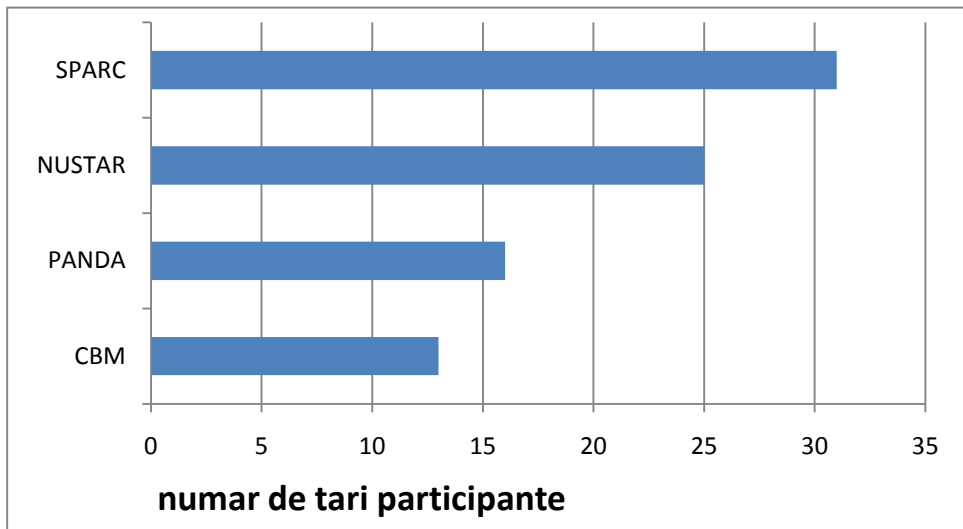
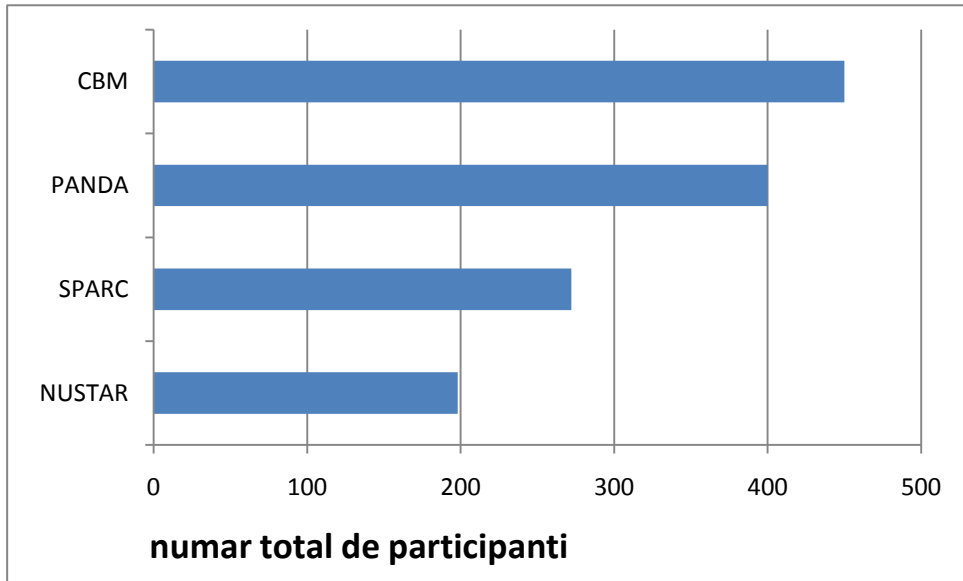
## FAIR

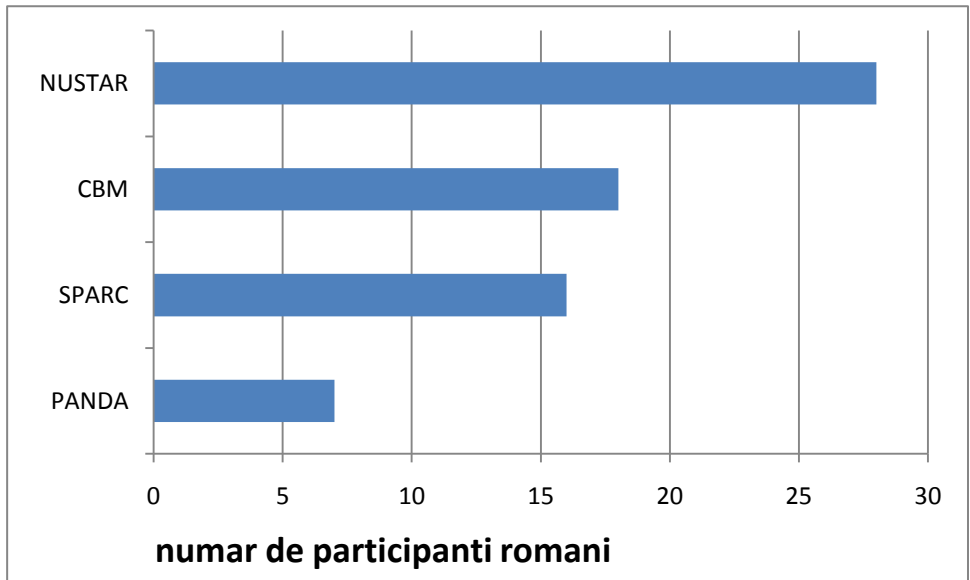
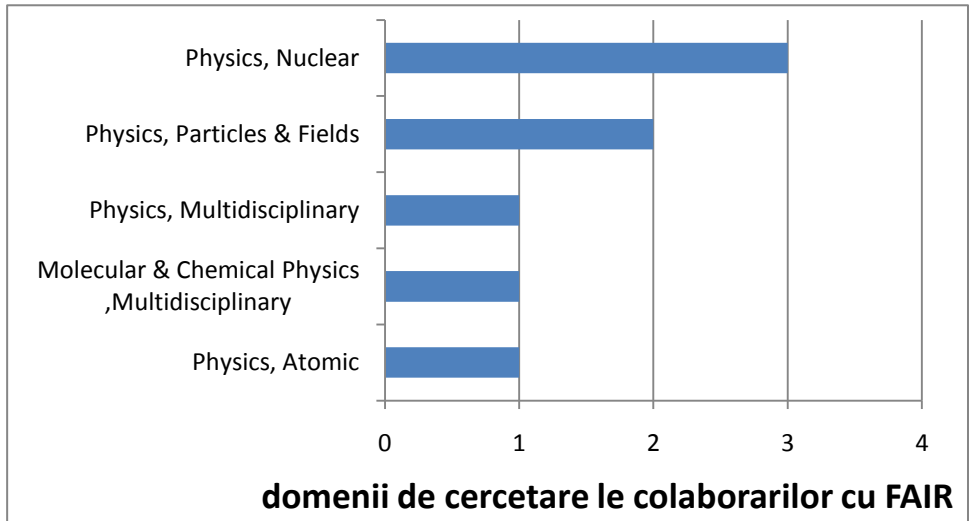
**FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research)** este un proiect de construcție a unei mari infrastructuri de cercetare cu contribuție internațională, Germania contribuind cu 75% din costurile totale, restul de 25% rămânând a fi contribuția partenerilor din alte 12 țări: Arabia Saudita, China, Finlanda, Franța, India, Polonia, România, Rusia, Slovenia, Spania, Suedia și Marea Britanie.

Construcția se preconizează să fie complet finalizată în anul 2018. Partea centrală a noii infrastructuri este un sincrotron supraconductor cu o circumferința de 1100 metri, situat într-un tunel subteran, la adâncimea de 24 de metri, care va furniza fascicule cu energii mari, incluzând ioni grei și antiprotoni. Amplasamentul instalației va fi la Laboratorul GSI Darmstadt, Germania.

Activitățile de cercetare preconizate la noua infrastructura vor acoperi o gama largă de domenii (fizica, biologie, astrofizica), de la cea fundamentală, până la cea aplicativă.

Valoarea totală a investiției este de 1.493 M€. Autoritatea Natională pentru Cercetare Științifică a semnat în 2006 Înțelegerea multipartită („Memorandum of Understanding”), prin care partea română urmează să participe în cotă de 1% din valoarea inițială (1.187M€), respectiv 11,87 M€ la cheltuielile de investiție în construcția și funcționarea echipamentelor, și va deține 1% din capitalul subscris la societatea comercială cu răspundere limitată FAIR GmbH.





## B) Proiecte aferente marilor rețele de cercetare

Folosind informatiile stocate in baza de date prezentam mai jos lista cu marile rețele internationale in care institutiile din Romania sunt implicate :

Nr. crt.	Denumirea colaborarii (Titlu/Acrionim)	Institutiile coordonatoare	Institutiile RO participante	Perioada de desfasurare		Domenii/Arii tematice SCIE		
						1	2	3
1	LAGUNA	Swiss Federal Institute of Technology Zurich	UB-FF	2009		Physics, Nuclear		
2	AMS	ISS - International Space Station	UB-FF	1997		Astronomy & Astrophysics	Physics, Particles & Fields	
3	ANDES – IFIN	CIEMAT	IFIN-HH	2010	2013	Physics, Nuclear	Nuclear Science & Technology	
4	FP 6-EURONS/JRA 7-ISIBHI	INFN-LNS	IFIN-HH	2005	2008	Physics, Nuclear	Nuclear Science & Technology	
5	Network of Users and Developers of Decision Support Systems for Off-site Emergency Management (DSSNET)	FORSCHUNGS ZENTRUM	IFIN-HH	2000	2004	Nuclear Science & Technology		
6	Evaluation and Network of EC-Decision Support Systems in the Field of Hydrological Dispersion Models and of Aquatic Radiological Research – EVANET-HYDRA	Nuclear Research and Consultancy Group	IFIN-HH	2001	2004	Nuclear Science & Technology		
7	ERA	CNRS	IFIN-HH	2009	2011	Nuclear Science & Technology	Physics, Nuclear	



8	IST-2000-28495 INVEST	NCSR Demokritos, Institute of Materials Science	INFM	2001	2004	Physics, Applied	Physics, Condensed Matter; Physics, Multidisciplinary	Material Science, Multidisciplinary
9	ITN	University of Liverpool	IFIN-HH	2009	2012	Physics, Multidisciplinary		
10	Acord IFIN-IN2P3	IN2P3	IFIN-HH	1980		Physics, Nuclear	Physics, Particles & Fields	
11	Acord IFIN-INFN	INFN	IFIN-HH			Physics, Nuclear	Physics, Particles & Fields	
12	PHOREMOST	National University of Ireland, University College Cork - NMRC	INFLPR	2004	2008	optics	Nanoscience & Nanotechnologies	
13	STREP 033297 3D-DEMO	ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE	INFLPR	2006	2010	Optics	Nanoscience & Nanotechnologies	Applied Physics
14	- PC5 ENVK4-CT-2002-00096 LASERACT	Foundation for Research and Technology/ Institute of Electronic Structure and Laser-Grecia	INFLPR	2003	2006	Physics, Atomic, Molecular & Chemical	Physics, Multidisciplinary	
15	Novel and Reliable Optical Fibre Sensor Systems for Future Security and Safety Applications (OFSeSa)	Optical Fibre Sensors Research Centre, University of Limerick	INFLPR	2010	2014	Optics		
16	Fibonacci - Large scale dissemination of inquiry-based science and mathematics education	Ecole Normale Superieure	INFLPR	2010	2013	Physics, Applied		

17	LASERLAB2	MAX-BORN- INSTITUT für Nichtlineare Optik und Kurzeitspektroskopie	INFLPR	2009	2012	Optics	Physics, Applied	
18	e-LIFT	NATIONAL CENTER FOR SCIENTIFIC RESEARCH	INFLPR	2010	2013	Optics	Nanoscience & Nanotechnologies	Applied Physics
19	EC IST 2001-33326 PISARRO	SIEMENS	INFLPR	2002	2005	Physics, Multidisciplinary	Physics, Condensed Matter	
20	Strong Earthquakes: A Challenge for Geosciences and Civil Engineering	Universitatea din Karlsruhe	IFP	1996	2007	Geochemistry & Geophysics		
21	Developing existing earthquake data infrastructures towards a Mediterranean-European Rapid Earthquake Data Information and Archiving Network: extension	ORFEUS	IFP	2000	2005	Geochemistry & Geophysics		
22	Network of Research Infrastructures for European Seismology	Swiss Federal Institute of Technology	IFP	2006	2010	Geochemistry & Geophysics		
23	Seismic early warning for Europe	GeoforschungsZentrum	IFP	2006	2009	Geochemistry & Geophysics		
24	Impact of Vrancea Earthquakes on the Security of Bucharest and Other Adjacent Urban Areas	University of Trieste, Department of Earth Sciences	IFP	1999	2005	Geochemistry & Geophysics		

25	Deep Seismic Sounding of the Vrancea zone	Institutul de Geofizica al Universitatii din Karlsruhe	IFP	1998	2007	Geochemistry & Geophysics		
26	SLIM	INFN Bologna	ISS	2000	2007	Physics, Multidisciplinary		

## C) Participarea României la programul EURATOM-Fuziune (rezumat)

EURATOM-Fuziune ocupa un loc aparte in cadrul marilor colaborari in care este implicata Romania pentru ca cercetarile de fuziune termonucleara controlata se desfasoara integrat la nivel European. Scopul acestei organizari a fost crearea unei mase critice si impartirea costurilor intre mai multe tari. In cadrul FP7, principala sarcina a cercetarilor de fuziune Europene este dezvoltarea bazei de cunostinte pentru Internatinal Thermonuclear Experimenta Reactor (ITER). ITER este etapa esentiala spre crearea reactorului de fuziune prototip (DEMO) pentru surse de energie sigure, sustenabile, care respecta mediul si sunt economic viabile. Strategia adoptata pentru programul de fuziune este prezentate in Fig. 1. Instalatia Europeana JET (Joint European Torus), cel mai mare tokamak din lume, a adus si aduce o contributie foarte importanta in cecetarile de fuziune.

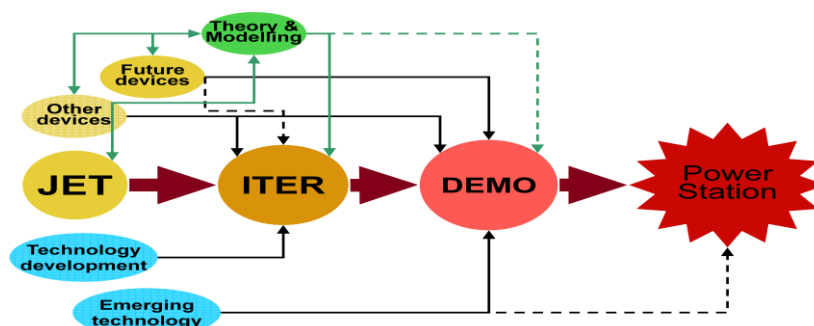


Fig.1 Schema strategiei cercetarilor de fuziune

Activitatea Europeana de fuziune in FP7 are urmatoarele componente:

1. ITER (pregatirea amplasamentului, finalizarea proiectarii, atribuirea contractelor industriale)
2. Proiectele de cercetare in colaborare cu Japonia (Broader Approach Projects) menite sa accelereze cercetarile energetice de fuziune
3. Cercetare si dezvoltare pentru pregatirea operarii instalatiei ITER (exploatarea instalatiei JET, proiecte de fizica fuziunii si de tehnologie)
4. Activitati pentru pregatirea reactorului de fuziune (DEMO) (cercetari de materiale si tehnologii cheie, studii si proiectul conceptual DEMO)
5. Activitati de cercetare si dezvoltare de termen lung (cercetari de teoria si modelarea plasmei, terminarea instalatii Stellarator W7-X)
6. Activitati de dezvoltare a resursei umane si activitati suport.

Principalele structuri organizatorice ale programului EURATOM-Fuziune sunt:

- Comisia Europeana (Euratom)
- Asociatiile Euratom pentru Fuziune
- EFDA (The European Fusion Development Agreement)
- Agentia Domestica Europeana pentru ITER, Fusion for Energy (F4E)

Primele trei structuri implementeaza activitatile de la punctele 3, 5 si 6 din lista de mai sus iar a patra (F4E) este dedicata punctelor 1, 2 si 4.

**Comisia Europeana (Euratom)** asigura conducerea programului de fuziune iar cercetarea se desfasoara in Asociatiile Euratom pentru Fuziune. Euratom finanteaza Asociatiile in proportie de ~30%. Exista o foarte puternica colaborare intre Asociatii prin intermediul unui program de mobilitati (finantate in totalitate de Euratom). **Asociatiile Euratom pentru Fuziune** sunt structuri organizate in tarile participante pe baza unor Contracte de Asociere intre Euratom si state membre UE, semnate la nivel guvernamental. Exista 26 de Asociatii in programul integrat de cercetari de fuziune. Unele dintre ele sunt institute de cercetare, altele sunt asociatii de grupuri din mai multe institute. Toate tarile membre UE sunt implicate iar numarul de cercetatori este de aproximativ 2500. Numarul de institutii implicate in acest program este greu de estimat deoarece exista numeroase colaborari cu universitati si institute care nu fac parte din asociatii. Aceasta retea de colaborari este puternic incurajata de sistem. **EFDA** este un acord multilateral intre Euratom si toate Asociatiile care are rolul de a coordona activitatea din Asociatii.

Romania a devenit membru cu drepturi depline si a fondat Asociatia Euratom-MEdC pentru Fuziune in anul 1999, mult inainte de integrarea in UE. Este implicata in primele trei structuri din lista de mai sus.

Numarul maxim de institutii ce fac parte din Asociatia Euratom-MEdC a fost atins in 2010 cand aceasta a fost formata din grupuri de cercetare din patru institute nationale (INFLPR, IFIN-HH, ICSI si INFM) si trei universitati (Universitatea din Craiova, Universitatea AI. Cuza din Iasi si Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca).

Evolutia numarului de persoane implicate in Asociatia Euratom-MEdC este aratata in Fig. 5. S-a ajuns in 2010 la peste 130 persoane din care cu studii superioare 92. Trebuie insa remarcat ca practic nici un cercetator nu lucreaza 100% pe contracte Euratom si ca numarul de cercetatori-an este mult mai mic, de ordinul 30.

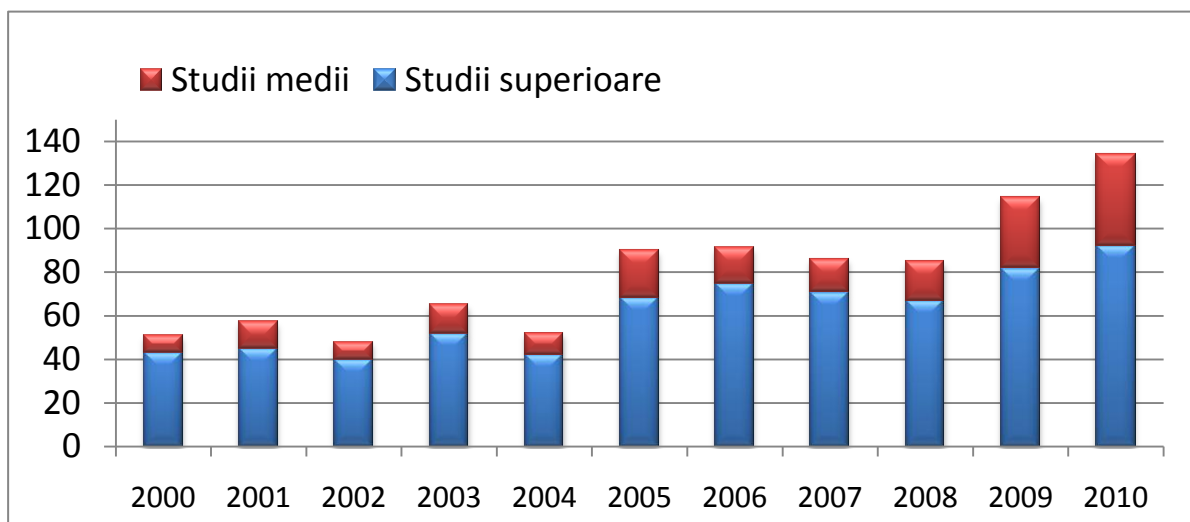


Fig. 5 Evolutia personalului Asociatiei Euratom-MEdC

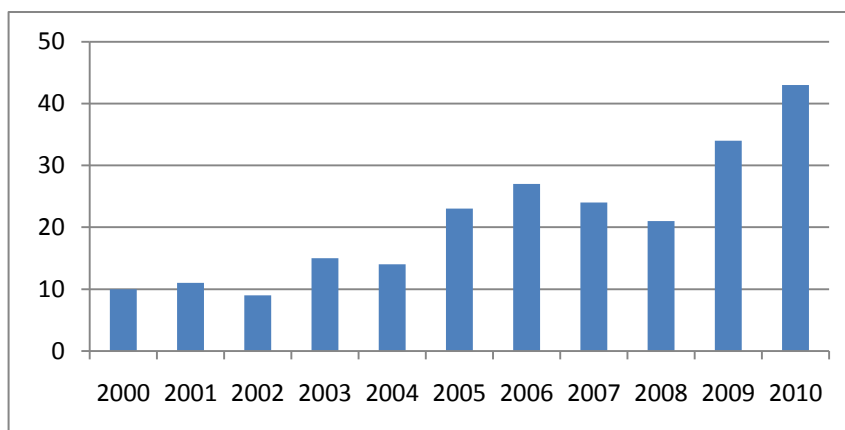


Fig. 6 Evolutia numarului de contracte ale Asociatiei Euratom-MEdC

Evolutia numarului de contracte ale Asociatiei Euratom-MEdC este prezentata in Fig. 6. Acestea sunt contracte cu durata de un an, incheiate intre Institutul de Fizica Atomica, coordonatorul programului Euratom, si institutiile participante (grupurile de lucru). Temele acestora sunt aprobate de Steering Committee si corespund unor Task Agreements ale EFDA in care sunt implicate mai multe Asociatii.

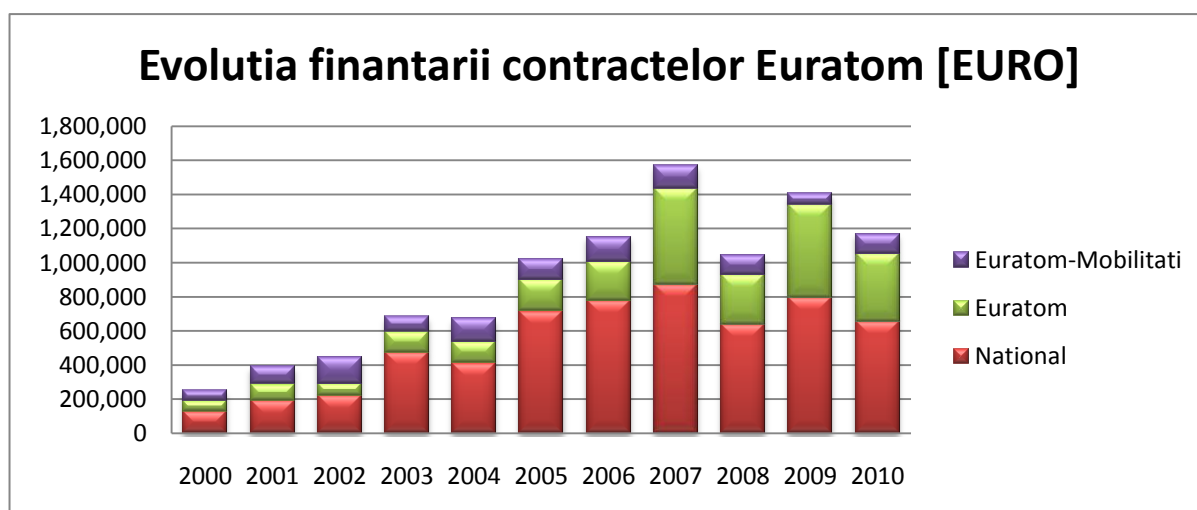


Fig. 6 Evolutia finantarii contractelor Asociatiei Euratom-MEdC

Finantarea contractelor Asociatiei Euratom-MEdC se face atat de la buget cat si prin contributiile ale Comisiei Europene. Euratom contribuie la cheltuieli de cercetare si finanteaza integral mobilitatile. Contributia medie a Euratom (incluzand mobilitatile) este de aproximativ 45%. Evolutia finantarii este prezentata in Fig.6. Se remarca o crestere semnificativa a contributiei Euratom in perioada 2007-2010. Aceasta corespunde finantarii integrale ale unor comenzi de microproductie rezultate in urma cercetarilor tehnologice efectuate.

Din punct de vedere al domeniilor de fizica analizate in Etapa precedenta, in contributia Romaniei la cercetarile din sistemul Euratom se identifica cinci directii principale:

- Fizica plasmei si a fluidelor
- Fizica nucleara
- Fizica atomica
- Stiinta materialelor (depuneri si straturi subtiri, supraconductori, materiale iradiate)

- Instrumente

Numarul de contracte pe aceste domenii este reprezentat in Fig. 8, iar finantarea contractelor Asociatiei Euratom-MEdC pe domenii este prezentata in Fig. 9. Cele mai multe resurse au fost dirijate spre cercetarile de stiinta materialelor care au atras si cea mai mare parte a fondurilor Europene (aproximativ 40%). Cercetarile pentru dezvoltarea unor instrumente si aparate au avut aproximativ aceeasi finantare nationala si au atras 30% fonduri Euratom. Fondurile dedicate celorlalte trei domenii, inclusiv domeniului de baza in cercetarile de fuziune (fizica plasmei), au fost sensibil mai mici.

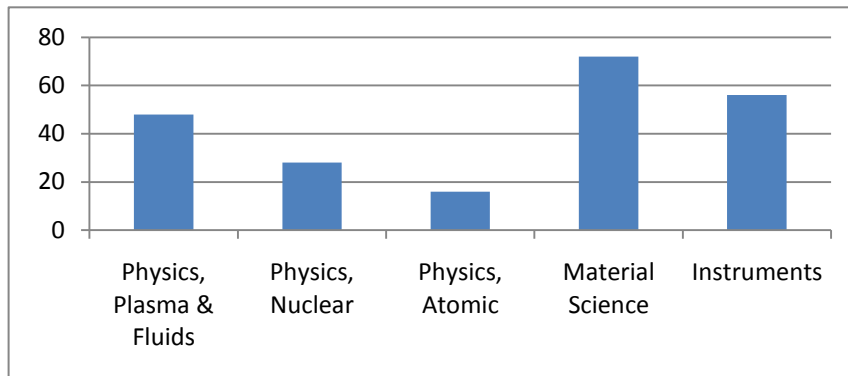


Fig. 8 Numar de proiecte pe principalele directii de cercetare

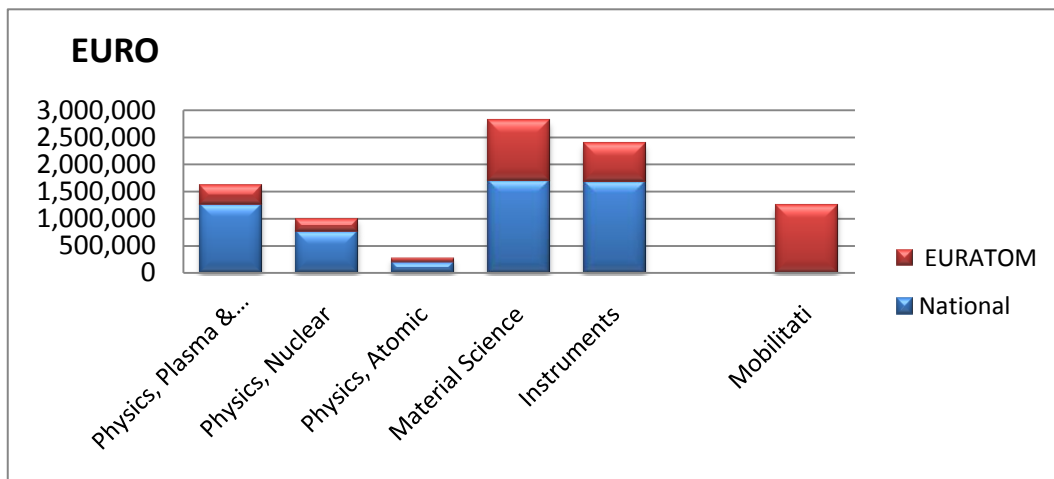


Fig. 9 Finantarea contractelor Asociatiei Euratom-MEdC pe directii de cercetare. Costul mobilitatilor este reprezentat separat.

Asociatia romana a obtinut o serie de rezultate importante care au fost publicate in jurnale prestigioase si au fost mult apreciate in cadrul Euratom.

In cei 10 ani de functionare au fost publicate peste 160 de articole ISI. Numarul de articole publicate in fiecare an este prezentat in Fig. 8 iar in Fig. 9 se arata repartitia articolelor pe directiile de cercetare. Cele mai multe articole au fost realizate in cercetarile de fizica plasmei, dar si in celelalte domenii exista un numar semnificativ de publicatii. Numarul de articole repartizat pe principale jurnale pentru fiecare domeniu este reprezentat in Fig. 10. Se observa ca lucrarile de fizica plasmei si cele de fizica nucleara sunt publicate in special in jurnale cu factor de impact mare (incluzand 6 articole in Physical Review Letters) iar cele de tehnologii (material science) si de instrumente in reviste cu factor de impact mai mic.

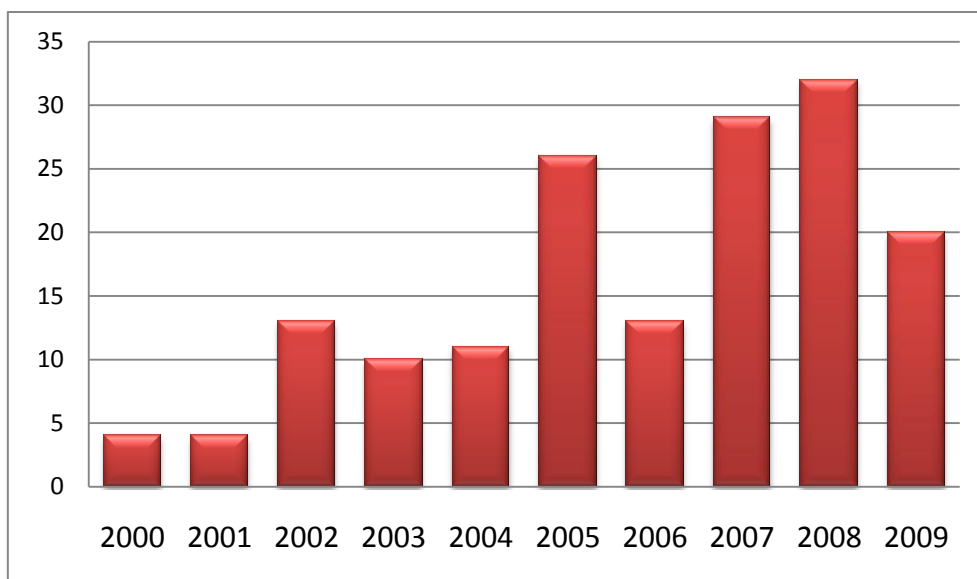


Fig. 8 Numarul de articole ISI pe an. Media este de aproximativ 16 lucrari/an.

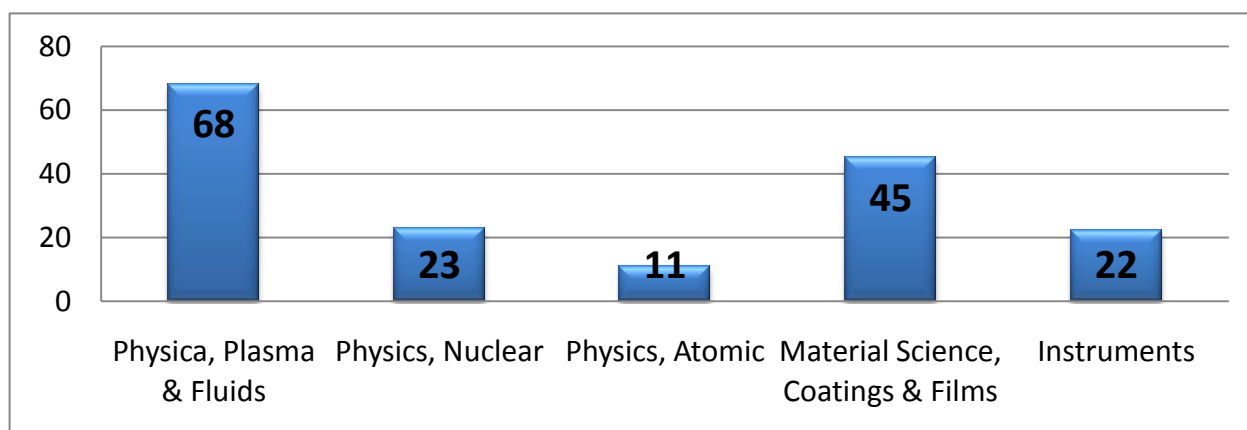


Fig. 9 Numarul de articole ISI pe domeniile de cercetare.

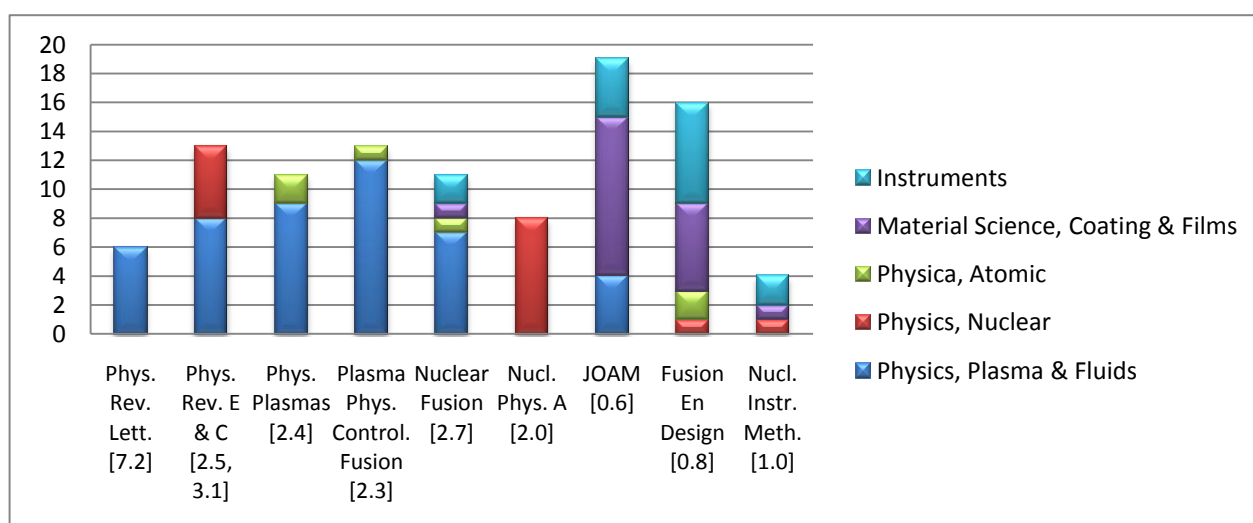


Fig. 10 Numarul de articole ISI din principalele jurnale pentru fiecare domeniu. Numarul din paranteze este factorul de impact al revistei respective.



## **D) Participarea României IUCN-Dubna (rezumat)**

România este țară membră a Institutului Unificat de Cercetări Nucleare de la Dubna, institut interguvernamental de cercetare având un spectru larg de probleme și bucurându-se de un foarte mare prestigiu internațional. Conform Statutului IUCN, ratificat de Parlamentul României prin Legea 49/1994, țara noastră își exercită dreptul de membru fondator al IUCN (împreună cu alte 10 țări) participând de la înființarea acestei instituții (din 1956), la toate formele sale de activitate, începând cu cercetarea fundamentală din domeniile fizicii nucleare, a particulelor elementare și mediilor condensate și mergând până la fizica aplicată, dezvoltarea tehnologică, și – desigur – la conducerea și controlul acestui institut prin organismele sale specifice. Țara noastră contribuie la elaborarea politicii științifice a IUCN – adoptată prin consens de țările membre (în prezent, 18 la număr, din Europa și Asia, reprezentând ca populație peste 460.000.000 de oameni). IUCN are acorduri de colaborare și cu un număr de șase țări (din Europa și Africa), având statutul de membri asociați. Prin Statut, România are acces la orice fel de cercetare din Planul tematic al IUCN, inclusiv la rezultatele obținute, chiar dacă nu a participat efectiv la activitatea din acel domeniu.

IUCN colaborează cu mari instituții internaționale și naționale de cercetare din țările membre și nemembre. Cooperarea cu CERN-Geneva durează de peste patru decenii. Recent, CERN și IUCN au semnat un contract de cooperare. IUCN participă la trei dintre marile proiecte ale LHC (ATLAS, CMS, ALICE), precum și la dezvoltarea sistemului de calcul distribuit Grid, iar CERN va contribui la realizarea proiectului coliderului NICA de la IUCN. Dintre țările nemembre cu care IUCN cooperează menționăm SUA și Japonia. Institutul de la Dubna cooperează de asemenea cu mari centre de cercetare din Federația Rusă, oferind astfel României posibilitatea unor legături cu institute rusești de prestigiu, altfel mai greu accesibile.

O examinare a planului tematic al cercetărilor de la Dubna (un total de 43 de teme de cercetare în 2010) relevă spectrul larg al domeniilor abordate în cele șapte laboratoare ale IUCN, de la fizica teoretică, la fizica reactorilor; de la tehnologia rețelelor de informație și suportul matematic al experimentelor, la radiobiologie și medicina nucleară; de la sinteza elementelor supragrele, la studiul interacțiilor fundamentale în natură, de la tehnica accelerării ionilor la energii înalte, la studiul evenimentelor rare în fizica nucleară etc., etc. Tocmai această varietate a cercetărilor întreprinse în IUCN face posibilă și de perspectivă cooperarea multor institute de la noi din țară cu institutul de la Dubna. Practic, toate institutele românești al căror profil cuprinde teme de fizică se regăsesc în preocupările IUCN. Pe lângă fizică, cercetările din informatică, din domenii de vârf ale chimiei, biologiei și medicinei prezintă interes și pentru institutele de acest profil din România.

Se poate afirma că și din punct de vedere financiar participarea noastră la IUCN prezintă avantaje clare: cotizația este relativ mică în raport cu alte instituții internaționale, iar prin mecanismul granturilor Reprezentantului Imputernicit și prin programele de cooperare pe teme comune de cercetare, circa o cincime din cotizație este cheltuită pentru cercetările în care este interesată în primul rând țara noastră și în care sunt implicați direct cercetătorii români aflați pe diferite termene la IUCN. Programele de cooperare oferă și posibilitatea finanțării unor cercetări de la noi din țară incluse în protocoale încheiate cu IUCN. Un alt avantaj este încheierea de contracte economice, prin care institute românești de cercetare efectuează servicii și/sau livrează aparatură IUCN, activități care, desigur, depind de cererea acestui institut și de oferta noastră.

La IUCN, un loc aparte îl ocupa învățământul la nivel universitar și postuniversitar, precum și calificarea și specializarea tinerilor oameni de știință în Centrul Universitar, ca și în laboratoarele institutului.

Participarea activă la programele IUCN mărește vizibilitatea științifică a cercetătorilor români, în special a celor tineri. Vizibilitatea prin publicații a grupului român de la Dubna (11 persoane) este de circa 2,4 articole ISI pe an (autori sau coautori).

Ca țară membră a IUCN, România are un Reprezentant Împuternicit al Guvernului în forul de decizie al acestui institut, Comitetul Reprezentanților Împuterniciți, numit printr-o decizie a Primului ministru. Reprezentantul Împuternicit al României este (din 2004) Prof. Dr. Nicolae-Victor Zamfir, M. Coresp. al Academiei Române, Directorul General al IFIN-HH.

România are un membru de drept în Consiliul Științific, prin Prof. Dr. Gheorghe Stratan, din IFI-HH (până de curând, profesor la Universitatea Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca, acum la IFIN-HH), având mandat până în anul 2013 și un membru ales, Prof. Dr. Gheorghe Căta-Danil, șeful Catedrei de Fizică a Universității Politehnice din București, cu mandat tot până în 2013.

Țara noastră mai are angajați pe termen lung, ocupând funcții de conducere eligibile în laboratoarele IUCN. În ultimii 10 ani, aceștia au fost: Prof. Dr. Nicolae Popa, de la INFM, director adjunct al Laboratorului Frank de Fizica neutronilor (2002-2006), Prof. Dr. Gheorghe Adam de la IFIN-HH, director adjunct al Laboratorului de tehnologia informațiilor (2003-2009) și Prof. Dr. Sanda Adam de la IFIN-HH, (aleasă în 2009), director adjunct al aceluiași laborator. Persoanele amintite au fost alese în aceste funcții prin votul Consiliului Științific al IUCN, în urma unei proceduri consemnate în Statutul acestui institut. Prof. Gheorghe Adam este (din 2005) și șeful unui departament în Laboratorul de tehnologia informațiilor. Dr. Otilia Culicov de la ICPE-CA a fost aleasă secretar științific al Laboratorului Frank de fizica neutronilor (2009). Pe lângă succesul lor personal, ocuparea unor astfel de funcții reprezintă pentru România o recunoaștere a rolului său în IUCN și, așa cum s-a și văzut, o posibilitate în plus de a extinde cooperarea cu institutul de la Dubna.

Conducerea activității curente de cooperare a României cu IUCN este asigurată de Reprezentantul Împuternicit, care se sprijină pe Comitetul România-IUCN, organism consultativ al ANCS, alcătuit din reprezentanții instituțiilor de cercetare și învățământ superior care au legături de cooperare mai strânse cu IUCN, precum și din reprezentanți ai ANCS. Acest organism deliberează asupra repartizării fondurilor gestionate de Reprezentantul Împuternicit (granturi și finanțarea de proiecte), dirijează mobilitățile, angajările pe termen lung și supervizează celelalte aspecte ale participării noastre la IUCN.

Cercetarea științifică din cele șapte laboratoare și activitatea din centrul universitar de la IUCN sunt organizate după șase direcții generale, fiecare cu mai multe teme principale, în număr total de 46 (în paranteză, numărul acestor teme): Fizică teoretică (5); Fizica particulelor elementare și Fizica nucleară relativistă (24); Fizica nucleară (7), Fizica stării condensate și cercetări în domeniul radiațiilor și radiobiologiei (6); Rețele de calculatoare, calcul, Fizică computațională (3), Programul de instruire (1).

Cooperarea României cu IUCN implică în momentul de față 23 de unități românești din 9 orașe cuprinzând 14 institute de cercetare, 7 universități și o întreprindere privată), care participă la 25 de teme ale IUCN, repartizate după cum urmează: Fizică teoretică, la 4 teme;

Fizica particulelor elementare și Fizica nucleară și relativistă, la 8 teme; Fizica nucleară, la 5 teme; Fizica materiei condensate și cercetări de Fizica radiațiilor și radiobiologie, la 5 teme, Rețele de calculatoare, tehnică de calcul și Fizica computațională, la 2 teme; Programul de instruire, la o temă.

Lista instituțiilor românești care cooperează cu IUCN-Dubna:

- BUCUREȘTI: IFA, IFIN-HH, INOE2000, INFLPR, ISS, ICPE-CA, Universitatea București, INFM, Nuclear and Vacuum SA, UMF Carol Davila.
- CLUJ-NAPOCA: Universitatea Babeș-Bolyai, INCDTIM.
- IAȘI: INCDFT, Universitatea Alexandru Ioan Cuza.
- TIMIȘOARA: CCTFA (Academia Română), CCTFA (Laboratorul de magnetism), Universitatea de Vest.
- CONSTANȚA: Universitatea Ovidius, INCDM.
- ORADEA: Universitatea din Oradea.
- RÂMNICU VÂLCEA: ICSI.
- PITEȘTI: SCN.
- TÂRGOVIȘTE: Universitatea Valahia.

Între aceste instituții, sau subunități ale lor și IUCN s-au încheiat în ultimii ani 48 de acorduri (protocoale) de cooperare care sunt active în momentul de față. Ele acoperă toate cele cinci direcții mari de activitate ale IUCN, plus programul de instruire, după cum se vede din tabelul de mai jos:

Direcția de cercetare a IUCN	Numărul de protocoale de cooperare
Fizica teoretică	4
Fizica particulelor elementare și Fizica nucleară relativistă	5
Fizica nucleară	8
Fizica stării condensate, cercetări din domeniul radiațiilor și radiobiologiei	21
Rețele de calculatoare, computing, calcul și fizica computațională	9
Programul de instruire	1

Cooperarea științifică presupune un schimb permanent de oameni, informații (inclusiv transfer de know-how), prestări de servicii și furnizare de aparatură care se desfășoară prin: (a) deplasări pe termen scurt (până la o lună) la IUCN ale specialiștilor români, (b) deplasări pe diferite termene ale specialiștilor de la IUCN (inclusiv ale celor români angajați la Dubna pe termene lungi și medii) în România, (c) angajări de specialiști români pe termene lungi sau medii la IUCN, (d) participarea la manifestări comune organizate la Dubna, în România, sau în alte părți.

Numărul de cercetători români angajați la IUCN în ultimii 10 ani

Anul	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Nr.	5	8	15	15	23	12	12	11	11	12

## Numărul de deplasări din țară la IUCN și de la IUCN în țară în perioada 2001-2010<sup>1</sup>

Anul	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010 <sup>2</sup>
La IUCN	36	20	25	34	19	25	23	33	26	16
De la IUCN	38	33	24	65	36	50	62	51	45	53

Înțelegerile cu Direcția IUCN specifică faptul că o parte însemnată a cotizației (circa trei sferturi) poate fi acoperită de partea română prin activitate economică (prestare de servicii, livrare de aparatură, utilaje etc. către laboratoarele IUCN). În toată perioada examinată, 6 institute de cercetare: Optoelectronica (533.701), INOE (323.891), ICPE-CA (327.235), ICSI Râmnicu Vâlcea (416.372), ISS (21.000) și ITIM Cluj (98.000) și o întreprindere, Nuclear and Vacuum (610.000) au obținut contracte economice cu IUCN. (În paranteză este indicată suma totală în USD încasată în perioada considerată).

Analiza situației actuale a relațiilor de cooperare cu IUCN-Dubna, cu accentul pe ultimul deceniu, este relevantă și binevenită acum, când țara noastră își extinde colaborarea științifică în cadrul european. Experiența participării noastre la IUCN se poate dovedi extrem de utilă în perioada actuală, când se pun bazele noilor instituții internaționale la care suntem sau vom fi membri și se extind cooperările bilaterale.

Cele înfățișate în cuprinsul materialului de față arată un progres real al relațiilor noastre de cooperare științifică în cadrul IUCN, pornind de la o situație extrem de dificilă (probleme rămase în suspensie, datorii față de bugetul IUCN etc.) de la începutul acestui deceniu. Înființarea Comisiei ANCS pentru relațiile cu institutul de la Dubna, numirea unor Reprezentanți Împuterniciți ai Guvernului Român la IUCN din rândul unor persoane care se bucură de autoritate științifică și sunt investite cu putere decizională, vizitele reciproce la nivelul conducerii IUCN în România și ale autorităților noastre la Dubna etc. au permis depășirea treptată a dificultăților. Restanțele în plata cotizației au fost lichidate, s-a dat curs cererii justificate a Direcției IUCN de a se mări bugetul institutului, s-au intensificat cooperările pe teme de cercetare importante pentru partea română, s-au extins relațiile economice. Se poate afirma cu certitudine că mișcarea are loc în direcția bună și că există toate premisele ca rezultatele viitoare să fie și mai bune.

Evaluarea de față permite să se identifice și care sunt căile care trebuie urmate pentru amplificarea acestui proces. Prin tratative s-a obținut ca din cotizația României să fie defalcate sume (granturi ale Reprezentantului Împuternicit și bani pentru proiecte științifice) care finanțează (în țară și la Dubna) cercetările de interes sporit pentru partea română și intensifică fluxul cooperării. Aceste sume sunt esențiale, dar ele, deși aflate în creștere, sunt limitate și plafonează realizările. Experiența arată că, pe lângă plata cotizației și măsurile organizatorice, o bună cooperare internațională poate fi valorificată la maximum doar atunci când există și o finanțare corespunzătoare a cercetării din țară, cu capitole dedicate fiecărei cooperări în parte. Sunt necesare în acest sens fonduri și mecanisme de finanțare corespunzătoare; fără acestea, eficiența colaborării scade, putând deveni formală.

<sup>1</sup> Incluzând participarea la conferințe.

<sup>2</sup> Până la 01.11.2010.

În sfârșit, din analiza de față se pot determina care sunt domeniile de maxim interes către care poate fi orientată politica noastră științifică față de IUCN. Dintre domeniile care se cer luate în seamă, pe lângă cele devenite tradiționale, se află programul de educație a tinerilor, cercetările radiobiologice și medicale, aplicațiile legate de mediu etc. Dezvoltarea acestora ar extinde considerabil numărul de instituții care ar putea coopera cu IUCN. Deoarece o mare perspectivă este și sistemul Grid, care asigură legături rapide între centrele de calcul ale instituțiilor de cercetare, având aplicații relevante pentru traficul de date din alte domenii (economic, financiar etc.).

## IV. CONCLUZII

Studiul realizat propune o metodologie de evaluare a marilor colaborari internationale in care sunt implicate institutiile din Romania. Metodologia elaborată a fost aplicată pentru identificarea marilor colaborari internationale in care institutiile din Romania au o contributie stiintifica si financiar importanta.

A fost realizată o bază de date dedicată, flexibilă și extensibilă, care permite prelucrarea eficientă a datelor înregistrate și corelarea diferiților indicatori.

Informatiile furnizate pe baza chestionarului trimis institutiilor participante ESFRO a permis elaborarea unei analize a domeniilor de cercetare relevante, a tipurilor de activitati, a tarilor si institutelor participante. Tipurile de activitati au fost impartite in doua mari categorii: mari retele internationale de cercetare si mari infrastructuri experimentale.

Principalele domenii de cercetare in care institutiile de cercetare si invatamint superior din Romania au o participare consistentă la colaborări internaționale mari în domeniul fizicii pot fi grupate în trei categorii (ca pondere/participare consistentă): 1) fizică nucleară, particule elementare, fizica plasmei; 2) geofizică, știință și tehnologie nucleară, optică; 3) asfrofizică, nano-știință/tehnologie, fizică atomică, materie condensată și materiale.

Aproximativ 600 de cercetatori si cadre didactice, reprezentind 30% din numarul fizicienilor din Romania, sunt implicati in 17 mari colaborari internationale legate de infrastructuri de cercetare, 31 de mari retele internationale de cercetare si 35 de alte tipuri de colaborari internationale.

Există un număr de 20 de proiecte cu participare românească la mari infrastructuri de cercetare europene și internaționale. Pe lângă aceste proiecte, există un număr de 26 de proiecte corespunzătoare marilor rețele de cercetare în fizică și domenii conexe la care participă instituții din țară. Participarea României la programele EURATOM-Fuziune și ale IUCN-Dubna au fost tratate separat, acestea îmbinând atât elemente caracteristice marilor infrastructuri cât și ale rețelelor de cercetare.

În anexe sunt prezentate mai în detaliu colaborările internaționale de anvergură în care România este implicată și contribuțiile instituțiilor participante.