

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

---

Baza de informare și logistică, cadrul  
operațional și metodologia de lucru

Responsabil proiect: Florin D. BUZATU

15 Decembrie 2009

- ANEXE -



## Cuprins

ANEXA 1: Elaborarea bazei de informare și logistice .....	3
ANEXA 2: Stabilirea criteriilor și indicatorilor de evaluare și elaborarea metodologiei de lucru.....	21
ANEXA 3: Pregătirea cadrului operațional și metodologic de stabilire a obiectivelor strategice în cercetarea de fizică din țară și a strategiei de participare la mari colaborări internaționale .....	58

# ANEXA 1: Elaborarea bazei de informare și logistice

## CUPRINS

### 1. Introducere

### 2. Asigurarea bazei de informare:

- realizarea site-ului web al proiectului
- asigurarea funcționalității componentelor bazei de informare, facilitarea accesului la baze/medii de informare naționale și internaționale

### 3. Asigurarea bazei logistice

- grupul de experți – criterii de constituire, activități propuse
- realizarea infrastructurii necesare (echipamente de calcul, aplicații specifice)
- constituirea personalului auxiliar implicat: obiective, structură, funcțiuni

### 4. Elaborarea și implementarea planului de comunicare

- Principii de organizare a planului de comunicare (p.c.)
- Metode și modalități de implementare

### 5. Concluzii

## 1. Introducere

Realizarea obiectivelor propuse în cadrul proiectului ESFRO presupun existența și utilizarea unei baze de informare cuprinzătoare, susținută de o bază logistică adecvată. Activitățile desfășurate în cadrul acestei prime etape a proiectului au vizat constituirea bazelor de informare și logistice, crearea infrastructurii necesare și implicarea de personal cu expertiză recunoscută. Această etapă de început a proiectului a prilejuit desfășurarea primelor activități specifice precum și testarea mijloacelor prevăzute.

## 2. Asigurarea bazei de informare:

### Realizarea site-ului web al proiectului

Parte esențială a sistemului informatic suport dedicat activităților în colaborare a partenerilor, facilitarea comunicării și documentării, a derulării de activități de consultare și manageriale, pagina web constituie una dintre modalitățile principale de diseminare a rezultatelor obținute în cadrul proiectului ([www.ifa-mg.ro/esfro](http://www.ifa-mg.ro/esfro)).



Figura 1

Drept urmare, pagina web a fost realizată având în vedere următoarele obiective prioritare:

- asigurarea gestionării și publicării documentelor necesare desfășurării în condiții optime a activităților din cadrul proiectului (inclusiv rapoarte intermediare și de etapă);
- creșterea vizibilității și diseminarea rezultatelor proiectului;
- comunicarea rapidă și eficientă între parteneri.

**esfiro**

**EVALUAREA POTENTIALULUI ROMANESC DE CERCETARE IN DOMENIUL FIZICII SI ELABORAREA STRATEGIEI NATIONALE DE COOPERARE INTERNATIONALA**

Schimbare parola | Log out

**TERMENI DE REFERINTA**

**Stabilirea criteriilor si indicatorilor de evaluare a cercetarii fundamentale si aplicative in domeniul fizicii**

**Evaluarea potentialului national de cercetare stiintifica in domeniul fizicii:**

- analiza rezultatelor obtinute in cadrul programelor nationale de cercetare-dezvoltare
- analiza participarii institutiilor romanesti de cercetare-dezvoltare si a unitatilor economice/industriale la mari colaborari internationale din domeniul fizicii
- stabilirea prioritatilor nationale privind cercetarea stiintifica in domeniul fizicii in vederea cresterii vizibilitatii si a impactului socio-economic

**Evaluarea capacitatii de participare a institutiilor romanesti la programul stiintific al marilor colaborari internationale pentru urmatoarea decada:**

- analiza situatiei externe privind principalele proiecte pan-europene si internationale din domeniu si
- analiza factorilor de influenta
- stabilirea prioritatilor/obiectivelor strategice in participarea Romaniei la marile colaborari internationale din domeniul fizicii si propuneri privind modul de realizare a acestora.

**Elaborarea Strategiei de cooperare internationala in domeniul fizicii pe termen scurt si mediu.**

**Alte cerinte** precum desfasurarea unor activitati pregatitoare si dezbaterile la scara nationala a documentelor rezultate sunt prevazute in Planul de realizare al proiectului.

**Calendar evenimente**

Decembrie						
L	M	M	J	V	S	D
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Figura 2

Pentru a îndeplini obiectivele menționate anterior, pe pagina web se vor afișa constant documentele necesare și rapoartele specifice fiecărei etape, precum și documentele parcurse și elaborate în fazele intermediare și în faza finală.

Ținând cont de conținutul documentelor și al rapoartelor, precum și de persoanele avizate pentru a le parcurge, s-a stabilit ca structura paginii web să conțină o parte publică și una restricționată.

Atât partea publică, cât și cea privată, sunt împărțite în trei compartimente reprezentate în figura de mai jos, dintre care două (cel din stânga și cel din dreapta) conțin atât informații comune, cât și diferite, cel median fiind specific fiecărei părți.

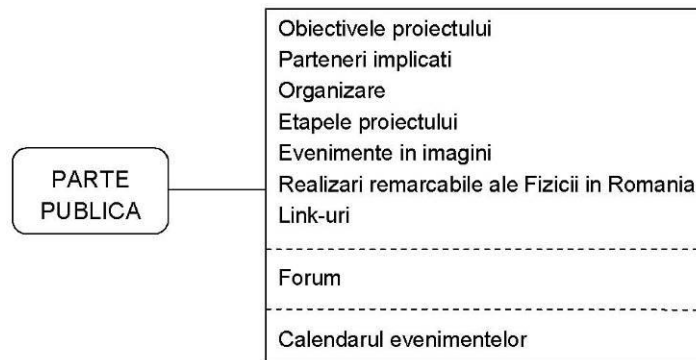


Figura 3

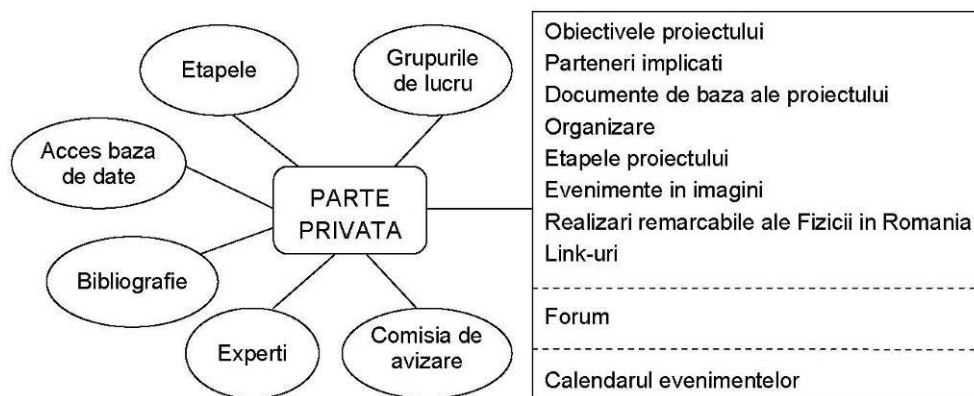


Figura 4

In partea restrictionata a site-ului, atat in paginile dedicate grupurilor de lucru, cat si in cele dedicate etapelor proiectului se poate realiza incarcarea si vizualizarea unor fisiere:

Figura 5

Figura 6

Figura 7

Compartimentul din stânga paginii conține informații generale referitoare la obiectivele proiectului, parteneri implicați, documente și evenimente din cadrul proiectului, precum și o pagină dedicată Forum-ului, cu acces restricționat pe baza de utilizator și parolă; în cadrul căreia persoanele implicate în proiect pot comunica rapid pe tot parcursul desfășurării etapelor proiectului.



Figura 8

Compartimentul din dreapta conține calendarul evenimentelor care se vor desfășura în cadrul proiectului.

Compartimentul din mijloc al paginii web difera în cadrul celor două părți, publică și privată. În partea privată a site-ului, accesul este restricționat prin utilizator și parola:

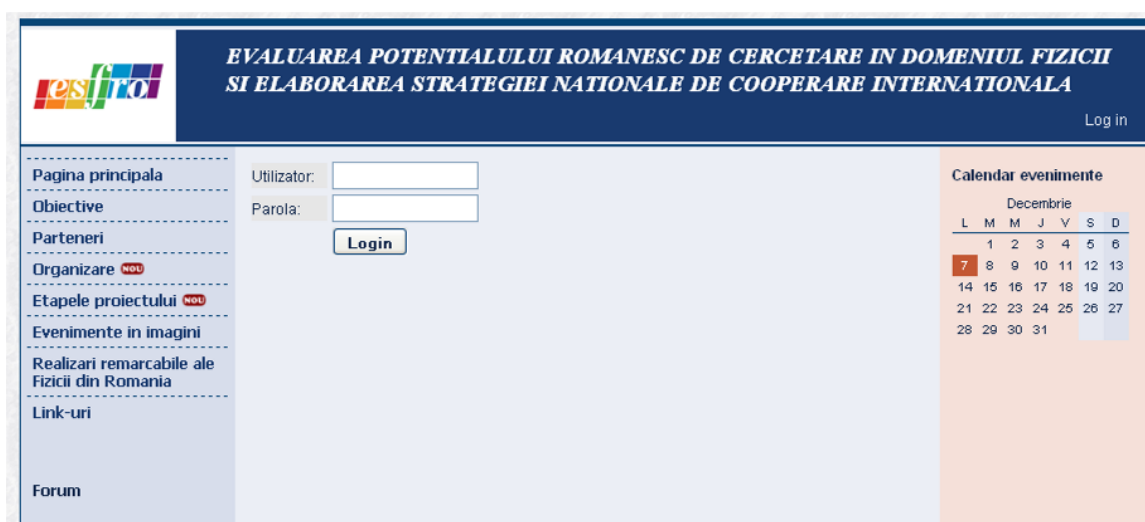


Figura 9

Compartimentul median are rolul de a pune la dispoziția grupurilor de lucru spatiul necesar comunicării în interiorul grupului și între grupuri.



**esifro** **EVALUAREA POTENTIALULUI ROMANESC DE CERCETARE IN DOMENIUL FIZICII SI ELABORAREA STRATEGIEI NATIONALE DE COOPERARE INTERNATIONALA** Schimbare parola | Log out

Pagina principala  
Obiective  
Parteneri  
Documente de baza  
Organizare **NOU**  
Etapele proiectului  
Evenimente in imagini  
Realizari remarcabile ale Fizicii din Romania  
Link-uri  
Forum

**ETAPA I - Incarcare si vizualizare rapoarte**

GL1 - MANAGEMENT PROIECT  
GL2 - EVALUARE DIRECTII CERCETARE  
GL3 - EVALUARE COOPERARE INTERNATIONALA  
GL4 - OBIECTIVE STRATEGICE NATIONALE  
GL5 - STRATEGIE COOPERARE INTERNATIONALA

Acces baza de date  
Bibliografie proiect  
Expertii  
Comisia de avizare

**Calendar evenimente**  
Decembrie  
L M M J V S D  
1 2 3 4 5 6  
7 8 9 10 11 12 13  
14 15 16 17 18 19 20  
21 22 23 24 25 26 27  
28 29 30 31

Figura 10

Comunicarea se va realiza prin publicarea rapoartelor și a documentelor utilizate în activitatea fiecărui grup, prin completarea și trimiterea unor formulare, precum și prin realizarea unor comentarii referitoare la acestea.

**esifro** **EVALUAREA POTENTIALULUI ROMANESC DE CERCETARE IN DOMENIUL FIZICII SI ELABORAREA STRATEGIEI NATIONALE DE COOPERARE INTERNATIONALA** Schimbare parola | Log out

Pagina principala  
Obiective  
Parteneri  
Documente de baza  
Organizare **NOU**  
Etapele proiectului  
Evenimente in imagini  
Realizari remarcabile ale Fizicii din Romania  
Link-uri  
Forum

**GL1 - MANAGEMENT PROIECT**

- Documente
- Informatii despre membrii grupului de lucru 1
- Incarcare documente GL1
- Vizualizare documente incarcate GL1

**Calendar evenimente**  
Decembrie  
L M M J V S D  
1 2 3 4 5 6  
7 8 9 10 11 12 13  
14 15 16 17 18 19 20  
21 22 23 24 25 26 27  
28 29 30 31

Figura 11

Prin structura sa, site-ul are rolul de a menține permanent interacția dinamică a partenerilor, asigurând vizibilitatea și transparența acțiunilor persoanelor implicate în proiect.

Datorita software-ului "open source" folosit (HTML, PHP, JavaScript), dezvoltarea ulterioară a site-ului web poate fi realizată fără constrângeri de ordin tehnic sau financiar, permițând rezolvarea eficientă a unor astfel de solicitări ce ar putea apărea pe durata proiectului .

## **- asigurarea funcționalității componentelor bazei de informare, facilitarea accesului la baze/medii de informare naționale și internaționale**

Utilizând pentru început resursele de calcul ale partenerilor, s-au întreprins evaluări ale caracteristicilor bazelor de date de interes, testarea criteriilor de constituire și de discriminare și s-a început constituirea bazelor de date esențiale:

- baza de date de publicații ISI despre personal și instituții;
- baza de date despre colaborări internaționale;
- baza de date bibliografice: documente de referință naționale și internaționale

Colectivul dedicat realizării bazei de informare, utilizând posibilitățile de acces ale partenerilor la baze/medii de informare naționale și internaționale, poate pune la dispoziția consorțiului accesul la aceste surse de informare. Menționăm utilizarea facilităților Bibliotecii Naționale de Fizică, accesul la baze de date ISI Thompson, Scopus, MathSciNet, etc.

### **3. Asigurarea bazei logistice**

#### **3.1 Grupul de experți**

**Criterii de constituire.** Data fiind complexitatea proiectului și pentru a asigura coerența necesară în evaluarea situației actuale a fizicii, în elaborarea scenariilor și a propunerilor de prioritizare a activităților s-a decis conform propunerii de proiect, constituirea unui bazin de experți care să fie consultați pe parcursul derulării proiectului.

Principalele criterii utilizate în alegerea experților sunt:

- acoperirea relativ uniformă cu expertiză a tuturor domeniilor de interes (ex. fizica nucleară, fizica plasmei, fizica stării condensate, fizica laserilor, etc);
- bogată experiență managerială și de specialitate, activitate recunoscută în domeniu;
- disponibilitatea de a lucra în echipa proiectului;
- desemnarea unei persoane ca expert în cadrul proiectului se face de către Consiliul Reprezentanților, sau de către conducătorul de proiect, sau de către Comitetul de Coordonare.

**Activități propuse.** Proiectul va derula o paletă largă de activități și pentru rezolvarea acestora s-a constituit o structură organizatorică formată din:

**Comitetul de Coordonare (CC)** este forul suprem de decizie în coordonarea și execuția proiectului. Acesta este alcătuit din 5-7 membri: (i) 4-6 personalități științifice în fizică și cu o bogată experiență managerială în domeniul educației și/sau cercetării; (ii) responsabilul de proiect. Membrii CC sunt incluși în lista de personal a Conducătorului de Proiect (CP).

**Consiliul Reprezentanților (CR)** are rolul de a oferi consultanță de specialitate și de a valida din punct de vedere științific rezultatele obținute în cadrul proiectului. Acesta este alcătuit din reprezentanții desemnați de fiecare partener (un reprezentant pentru fiecare instituție participantă). Membrii CR au de asemenea rolul de a selecta și propune experți în grupurile de lucru, în funcție de necesități, folosiți în diferite etape ale proiectului. Membrii CR sunt incluși în lista de personal a partenerilor și sunt de regulă responsabili de proiect din partea partenerilor.

**Grupurile de Lucru (GL)** vor executa activitățile prevăzute în Schema de Realizare și Planul de Realizare ale proiectului și au sarcina de a îndeplini obiectivele propuse, în funcție de specificul activităților. Fiecare GL este coordonat de câte un responsabil cu experiență științifică și managerială în domeniu. Responsabilul GL1 (Management-ul proiectului) este responsabilul proiectului. GL sunt alcătuite din experți științifici și/sau cu experiență managerială. Responsabilii GL sunt incluși în lista de personal a CP.

Experții folosiți în cadrul GL (aprox. 20-30) vor fi propuși și selectați de CR și aprobați ulterior de CC al proiectului. Excepție fac un număr redus de experți (6), incluși în lista de personal a CP (cu avizul partenerilor), experți care constituie un grup operativ la nivelul fiecărui GL.

### **3.2 Realizarea infrastructurii necesare (echipamente de calcul, aplicații specifice)**

Conform devizului proiectului pentru realizarea infrastructurii necesare realizării proiectului s-au alocat 30.000 lei. După consultarea experților în realizarea bazelor de date s-a ajuns la concluzia că este necesară achiziția unui server cu următoarele caracteristici:

Server / 1 buc. Intel® Xeon® Processor E5520 (8M Cache, 2.26 GHz, 5.86 GT/s Intel® QPI), 12 GB RAM, HDD 2x500GB SATA, HDD 2x1TB SATA, 22xDVDRW SATA Bulk Black, 19" TFT - 1360x768, 5ms, 50.000:1, 250cd/mp, 170°/160°, D-sub, Black, Simple Stand w/Tilt, Kit Wireless Laser Desktop 5000, USB, Gray, Windows Server Std 2008 32Bit/x64 English 1pk DSP OEI DVD 1-4CPU 5 Clints, Windows Server CAL 2008 English 1pk DSP OEI 5 Clt User CAL, Office Pro 2007 English Intl 1pk DSP OEI V2 MLK (Word 2007, Excel 2007, Outlook 2007 with Business Contact Manager, PowerPoint 2007, Publisher 2007, Access 2007).

Celelalte echipamente (un laptop, doua desktop-uri și periferice) vor fi folosite în mod curent la editarea de rapoarte, etc și nu au caracteristici speciale. Aceste achiziții se vor derula conform procedurilor standard folosite de către Coordonatorul de proiect respectând legea achizițiilor publice și se vor finaliza până la data de 15 decembrie 2009.

### **3.3 Constituirea personalului auxiliar implicat: obiective, structură, funcțiuni**

Grupul personalului auxiliar proiectului are ca obiectiv realizarea volumul de muncă necesar realizării proiectului și care necesită calificări în alte domenii decât fizica.

Structura acestui grup include:

- 1 responsabil economic;
- 1 administrator baze de date;
- 2 asistenți comunicare;
- 2 programatori baze de date.

Grupul personalului auxiliar are următoarele funcțiuni: realizează baza de date conform structurii precizate de către experți, actualizează și întreține baza de date, actualizează și întreține web-site-ul proiectului, asigură comunicarea între parteneri și între experți, asigură comunicarea cu mass media.

În toate marile institute de cercetare, comunicarea cu mass media este de obicei asigurată de un responsabil de comunicare și de un adjunct. Ei sunt cei împuterniciți de Institut să facă declarații de presă și să transmită informații privind realizările, proiectele și problemele acestuia. Pentru ca activitatea de comunicare să fie însă eficientă, este utilă (și uneori chiar necesară) existența unui grup care să asigure baza internă de informații. Pentru realizarea obiectivelor proiectului se are în vedere susținerea grupului auxiliar menționat prin conlucrarea responsabililor de comunicare din instituțiile partenere.

#### **4. Elaborarea și implementarea planului de comunicare**

Activitatea de cercetare în cadrul unui proiect la nivel de Institut sau de laborator se desfășoară conform unor reguli normale și bine cunoscute. Dacă în legătură cu aceasta apar probleme de comunicare, ele se referă în cea mai mare măsură la relația cu mass media. Situația este diferită în cazul unui proiect ca cel de față, care trebuie să prezinte evaluarea întregii cercetări de fizică și, ca o concluzie logică, stabilirea principalelor direcții ale strategiei. Problema comunicării îmbracă aici aspecte diferite, deoarece la scopul de mai sus se adaugă necesitatea de a stabili și legături interne, vizând utilizarea informațiilor provenite de la cercetători din domenii diferite ale fizicii și, într-o măsură importantă, armonizarea acestora. Aceasta determină organizarea planului de comunicare specific.

##### ***Principii de organizare a planului de comunicare (p.c.)***

Evaluarea potențialului cercetării românești de fizică, cu atât mai mult cu cât este destinată elaborării strategiei naționale în domeniul cooperării internaționale, impune dublarea activităților specifice cu un plan de comunicare. Motivele acestui tip de abordare la care, după știința noastră, se recurge în premieră la noi, sunt normale și nebanale.

- I. Asumarea responsabilității rezultatelor care se decide a fi raportate dar nu numai: responsabilitatea se extinde și asupra cercetării în sine;
- II. Obiectul proiectului implică două elemente de imagine, cea internă și cea externă, cu impact comparabil pentru comunitatea românească de fizică;
- III. Necesitatea stabilirii unui raport corect și eficient între cele două componente ale proiectului: elementul strategic (enunțat chiar în titlul proiectului) și elementul tactic implicit ca rezultat în studiile de evaluare a potențialului;
- IV. Necesitatea unui control încă de la nivelul rezultatelor parțiale, printr-un feed back multiplu și permanent, făcând posibilă în final o propunere consecventă privind direcțiile de elaborare a strategiei cercetării românești de fizică.

Pornind de la aceste principii de organizare, prezentăm în continuare punctele esențiale ale modului în care va fi structurat planul de comunicare:

##### **• enunțarea, definirea și detalierea obiectivelor p.c.**

Evident, aici nu este vorba despre obiectivele urmărite de proiect, ci de ceea ce poate face și cum poate contribui acest plan de comunicare la atingerea acestora.

Astfel, principalul obiectiv al p.c. este NU furnizarea de informații, ci validarea acestora utilizând canalul de comunicare stabilit cu grupurile țintă. Aceasta impune deci ca primă necesitate construirea canalului de comunicare, deschiderea acestuia și menținerea funcționalității sale. De aici decurge ca sarcină primordială stabilirea mesajului ce urmează a fi comunicat. În funcție de tipul și conținutul acestui mesaj urmează a fi stabilite tehnicile și modalitățile specifice de operare a canalului de comunicare. Acest obiectiv este însă srâns legat de punctul următor:

##### **• stabilirea și caracterizarea grupurilor țintă; alegerea canalelor de comunicare adecvate**

Scopul urmărit de proiect determină în mare măsură ambele necesități menționate. Definirea grupurilor țintă se subscrive prima acestui scop. Primul astfel de grup va fi constituit din

**specialiștii activi** ai domeniilor evaluate în cadrul monitorizării stadiului actual al cercetării românești de fizică. Un al doilea grup, legat logic de acesta, și pe care îl propunem este format din **mari personalități** care nu mai desfășoară o activitate sistematică de cercetare. Al treilea grup va fi format din specialiști – activi și retrași, împreună de data aceasta - care desfășoară **activitate didactică**. Al patrulea grup țintă va cuprinde **beneficiarii direcți** ai cercetării, în primul rând din domenii cum ar fi industria și medicina. Al cincilea grup, mai dificil de structurat într-o componentă echilibrată, va fi cel care va cuprinde ceea ce noi numim **beneficiari indirecti**, adică cei care sunt afectați (pozitiv sau negativ) de aplicații ale cercetării de fizică. Al șaselea grup, din nou unul care va ridica probleme, de data aceasta din punctul de vedere al construirii mesajului și al identificării tehnicii optime de comunicare, cuprinde **tinerii care au ales sau contemplă alegerea unei cariere științifice**. Al șaptelea grup, mult mai simplu de definit dar care va ridica probleme importante de inter-relaționare și de nivel de confidență a răspunsurilor și reacțiilor, cuprinde **oamenii politici**. În fine, al optulea grup face parte din categoria pe care la punctul următor o definim ca având țintă mobilă, este unul constituit din **reprezentanți ai societății ÎN GENERAL**. Este un grup căruia îi acordăm o importanță (și mai ales o semnificație) specială în cadrul planului de cercetare.

Discutarea în detaliu a structurii acestor grupuri și a modului de constituire a lor se găsește în continuarea acestei prezentări și/sau în documente specifice, existente sau în curs de elaborare.

- **stabilirea principalilor comunicatori**

Această problemă este în același timp simplă și complicată (și, în unele privințe, chiar delicată). Primul răspuns - care pare a fi și singurul - îi vizează pe cercetătorii înșiși, chiar dacă și aici apare o întrebare suplimentară: care dintre aceștia? Problema **reală** este însă că, așa cum se știe foarte bine, nu toți cercetătorii au capacitatea de a comunica și nici nu au totdeauna disponibilitatea de a o face. Pe de altă parte, nu se pot simplifica automat lucrurile alegându-i direct pe aceia care au această capacitate (și disponibilitate), din nou dintr-un motiv evident: aici nu este vorba despre “simple” apariții la radio/televiziune (care, oricum, nu sunt deloc simple), interviuri în presa scrisă sau declarații de presă. Soluția pe care o vom prezenta este de a selecta un “grup de comunicatori-cercetători” (printr-o procedură pe care o vom descrie separat) și de a pune în legătură acest grup cu un grup format din specialiști în comunicare. Acest grup va include, pe lângă persoane cu educație științifică, specialiști în sociologie și psihologie. Procedura de lucru și metodele ce vor fi folosite vor fi prezentate ulterior.

- **asigurarea funcționării mecanismelor de comunicare**

→ comunicarea intragrup (în interiorul comunității de fizică)

Este forma de comunicare cel mai simplă de realizat, având în vedere că implică profesioniști autentici din același domeniu. Scopul său principal este unul dublu: unificarea culturii generale de specialitate a membrilor (necesară în vederea atacării problemelor tuturor domeniilor fizicii) și stabilirea/crearea unui limbaj comun.

→ comunicarea intergrup (cu alte comunități științifice și din diverse domenii ale economiei naționale)

În acest caz, prima măsură este identificarea partenerilor de dialog/persoanelor de contact în toate domeniile de interes sau potențial interesate în evoluția cercetării și aplicațiilor fizicii. Pasul următor privește stabilirea de seminarii bi- și apoi multi-laterale. Al treilea pas este agrearea și stabilirea protocolului de discutare a rezultatelor parțiale ale evaluării și elaborării direcțiilor strategice.

Un element esențial la acest punct este inițierea unui dialog cu sistemul educațional, și aceasta din două motive. Primul: sistemul educațional reprezintă canalul de comunicare a

rezultatelor cercetării științifice către elevi și studenți. Prin profesori se va transmite (sau ar trebui să se facă) generațiilor următoare tocmai rezultatele cercetării evaluate și apoi supuse analizei din punct de vedere strategic. Al doilea: elevii la finalul studiilor școlare și studenții la sfârșitul pregătirii universitare reprezintă baza de selecție pentru abordarea cu precădere a subiectelor de cercetare care urmează a fi evidențiate în urma evaluării și, încă și mai important, ei vor fi primii care vor trebui să-și asume responsabilitatea transformării strategiei în actualitate. În ambele cazuri, neglijarea lor ar fi o greșeală fundamentală iar transmiterea unui mesaj neclar, deformat sau chiar eronat ar duce la consecințe fatale.

→ comunicarea cu autoritățile (inclusiv forme specifice)

În ceea ce privește comunicarea cu autoritățile, aici trebuie observat că deși pare a fi vorba de un tip de comunicare simplu cel puțin de definit - știm cine sunt autoritățile, ce așteaptă ele de la noi și noi de la ele - este totuși vorba de un subiect în sine, care trebuie să facă obiectul unei strategii aparte. Este util în contextul unei asemenea strategii să se acorde atenție atât funcției deținute de cel cărui mesaj este adresată comunicarea, cât și personalității sale, precum și modului de adresare. Marea problemă este găsirea celei mai bune structuri a documentelor, care să poată scoate în evidență de fiecare dată mesajele importante ce se doresc transmise și să permită în același timp integrarea sugestiilor și propunerilor ce ar putea fi înaintate.

→ comunicarea cu mass-media

Este forma de comunicare care necesită cea mai mare atenție. Ea trebuie să evite de la bun început câteva lucruri:

- **minimalizarea partenerului de dialog/comunicare** pornind de la ideea că nu are (nu are cum avea) o cultură științifică cel puțin la un nivel care să-i permită înțelegerea mesajelor transmise;
- **excesele de orice fel.** Avem aici în vedere maniera de redactare a mesajelor (inclusiv alegerea cuvintelor potrivite), aglomerarea cu asemenea mesaje; graba de a transmite informații; recurgerea exclusivă la mesaje scrise;
- **evitarea permanentă de a transmite rezultate parțiale.** În relațiile cu presa, genul de informare "progress report" nu va avea niciodată rezultate utile și va fi un factor de risc de cele mai multe ori inacceptabil;
- **adoptarea ideii că cercetătorii sunt/pot deveni comunicatori de știință, superiorii ziariștilor și renunțarea sau desconsiderarea acestora din urmă.** Chiar dacă există comunicatori (de știință) de mare succes printre oamenii de știință (în special în fizică și biologie), recurgerea la ei drept comunicatori de mesaj în mod exclusiv sau în detrimentul ziariștilor acreditați are un efect opus celui scontat pentru un motiv foarte simplu: aparțin "părții interesate" și ca atare credibilitatea lor este foarte mică, repetăm, în **cazul desemnării lor exclusive ca purtători de mesaj;**

Soluțiile și procedurile recomandate vor fi descrise într-un document separat, împreună cu cele care țin de punctul următor.

→ comunicarea cu ținta mobilă (comunicarea de masă – popularizarea științei)

Dacă la punctul precedent vorbeam despre atenția pe care trebuie să o acordăm permanent, de data aceasta este vorba nu de mai puțină atenție, ci de ceva în plus: este probabil forma

cea mai generoasă de comunicare și cu un impact potențial uriaș asupra întregii societăți omenești. Aceasta pentru că comunicarea de masă are o șansă adițională extraordinară: aceea de a crește nivelul de cultură generală al societății și, mai mult, de a integra știința în ceea ce numim "Cultură", cu majusculă, domeniu rezervat prin tradiție laturii umaniste a educației noastre, de la nivel școlar până la cel al formelor speciale de educație care se realizează prin spectacole, radio, televiziune, film și politicile editoriale.

Am folosit termenul "comunicare cu țintă mobilă" pentru că vorbim despre o formă de comunicare a cărei țintă se modifică (se poate modifica) după emoția momentului, interesul economic și/sau politic și nu în ultimul rând, după interesul comunicatorului, adică a comunității oamenilor de știință. Nici unul dintre acești factori nu este **în principiu** rău și nu este condamnat. Problema comunicatorului este ca în fiecare caz și în permanență să fie conștient de acest lucru și să-și modifice tactica în consecință.

În plus, fiind evidentă legătura între aceste ultime două puncte și astfel motivul pentru care ele vor fi prezentate împreună, de data aceasta devine absolut obligatorie con-lucrarea cu sociologi și psihologi. Este o întreprindere cu un mare grad de dificultate dar și care poate aduce o răsplată pe măsură.

### **Metode și modalități de implementare**

#### **- site-ul web al proiectului**

Una dintre primele măsuri luate după startul proiectului a fost deschiderea și dezvoltarea site-ului web ([www.ifa-mg.ro/esfro](http://www.ifa-mg.ro/esfro)) ale cărui obiective, structură, conținut și dinamică sunt prezentate pe larg în capitolul 2 al acestui raport.

Opțiunile software (open source) și hardware adoptate permit dezvoltări viitoare ale site-ului și ale serviciilor ce pot fi oferite.

La data raportării site-ul proiectului este funcțional, asigurând:

- mediatizarea evenimentelor desfășurate sau în curs de derulare (conferința de lansare ESFRO, întâlniri ale grupurilor de lucru);
- suportul informatic pentru acțiunile curente din cadrul proiectului: întâlniri de lucru, partajarea informațiilor bibliografice, ale documentelor de lucru ș.a.;
- cadrul informatic necesar accesului la, acumularea și prelucrarea datelor, componentelor bazei de informare (baza de date de publicații ISI despre personal și instituții, și baza de date despre colaborări internaționale);

Descrierea bazelor de date, modul lor de constituire și de organizare, conținutul și criteriile de discriminare și structurare sunt prezentate în Raportul I.2.

Pagina web a proiectului a fost realizată conform cerințelor enunțate în proiect și a fost dezvoltată ținând cont de solicitările apărute și pe parcursul creării acesteia. S-a ținut cont de toate cerințele pentru ca activitatea în cadrul proiectului să se desfășoare în bune condiții, site-ul îndeplinind, astfel, obiectivele care au stat la baza planificării sale.

#### **- evenimente media**

O caracteristică specială a proiectului ESFRO este consultarea, pe durata derulării acestuia, a comunității științifice de fizică. Planul de realizare propus prevede desfășurarea de evenimente media dedicate nu doar diseminării rezultatelor ci și inițierii și susținerii unui dialog necesar cu membrii acestei comunități.

Prezentarea rapoartelor publice dedicate celor două obiective majore ale proiectului ESFRO, vor fi subiectul a doua conferințe speciale: „Evaluarea potențialului de cercetare al fizicii romanesti” (2010) și „Strategia de cooperare internațională în domeniul fizicii” (2011).

Conferința de Lansare a proiectului ESFRO, desfășurată în 25 septembrie 2009, la Institutul de Fizică Atomică (IFA), Magurele a reprezentat primul eveniment media al

proiectului. Cu aceasta ocazie a fost prezentat cadrul general al proiectului, obiectivele propuse si modul de realizare al acestora, in contextul actual al cercetarii si invatamantului de fizica din Romania. Prezentările directorului de proiect și ale responsabililor grupurilor de lucru se află postate pe site-ul proiectului, în zona publică ([www.ifa-mg.ro/esfro](http://www.ifa-mg.ro/esfro) , „Evenimente în Imagini”).



**EVALUAREA POTENTIALULUI ROMANESC DE CERCETARE IN DOMENIUL FIZICII  
SI ELABORAREA STRATEGIEI NATIONALE DE COOPERARE INTERNATIONALA**

[Schimbare parola](#) | [Log out](#)

---

[Pagina principala](#)

[Obiective](#)

[Parteneri](#)

[Documente de baza](#)

[Organizare](#)

[Etapele proiectului](#)

[Evenimente in imagini](#)

[Realizari remarcabile ale Fizicii din Romania](#)

[Link-uri](#)

[Forum](#)

**CONFERINTA DE LANSARE A PROIECTULUI**  
**"Evaluarea potentialului romanesc de cercetare in domeniul fizicii si  
elaborarea strategiei nationale de cooperare internationala"**  
**Vineri, 25 septembrie 2009**

Pe data de 25 septembrie 2009, intre orele 10-13, la sediul IFA (Sala de Consiliu, etaj 9) de pe Platforma Magurele-Bucuresti, s-a desfasurat Conferinta de Lansare a Proiectului "Evaluarea potentialului romanesc de cercetare in domeniul fizicii si elaborarea strategiei nationale de cooperare internationala" din cadrul Planului Sectorial al Ministerului Educatiei, Cercetarii si Inovarii - Autoritatea Nationala pentru Cercetare Stiintifica.

Proiectul are un dublu scop: (i) stabilirea si aplicarea unei metodologii care sa permita identificarea si stimularea acelor directii/grupuri de cercetare din fizica care au un potential real de dezvoltare, de crestere a vizibilitatii internationale si a impactului asupra mediului socio-economic din Romania; (ii) elaborarea strategiei de participare a Romaniei la mari colaborari internationale in domeniul fizicii, pe termen scurt si mediu, in acord cu strategia nationala de Cercetare, Dezvoltare si Inovare pentru perioada 2007-2013 si cu strategia europeana de constructie si exploatare a marilor infrastructuri de cercetare.

Cu aceasta ocazie au fost prezentate cadrul general al proiectului, obiectivele propuse si modul de realizare al acestora, in contextul actual al cercetarii si invatamantului de fizica din Romania.

Prezentari:

- F. D. Buzatu - Evaluarea potentialului romanesc de cercetare in domeniul fizicii si elaborarea strategiei nationale de cooperare internationala
- F. Vasiliu - Evaluare directii cercetare
- D. Delion, C. Alexa - Baza de date a fizicii romanesti
- I. Lazanu - Obiective strategice nationale
- M. Vlad, D. Delion - Strategie cooperare internationala
- I. Ursu, T. Dascalu - Elaborarea si implementarea planului de comunicare. Asigurarea logistica a resurselor.

 [Album foto](#)

**Calendar evenimente**

Decembrie

L	M	J	V	S	D	
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

**Figura 12**





**EVALUAREA POTENTIALULUI ROMANESC DE CERCETARE IN DOMENIUL FIZICII  
SI ELABORAREA STRATEGIEI NATIONALE DE COOPERARE INTERNACIONALA**

[Schimbare parola](#) | [Log out](#)

Pagina principala

Obiective

Parteneri

Documente de baza

Organizare **NOU**

Etapele proiectului

Evenimente in imagini

Realizari remarcabile ale Fizicii din Romania

Link-uri

Forum

## Album foto

**CONFERINTA DE LANSARE A PROIECTULUI**  
*"Evaluarea potentialului romanesc de cercetare in domeniul fizicii si  
elaborarea strategiei nationale de cooperare internationala"*  
**Vineri, 25 septembrie 2009**











**Calendar evenimente**

Decembrie

L	M	M	J	V	S	D	
		1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13	
14	15	16	17	18	19	20	
21	22	23	24	25	26	27	
28	29	30	31				

**Figura 13**

Totodată, desfășurarea Conferinței de Lansare a constituit primul mijloc de afirmare a obiectivelor proiectului, prezentarea acestora comunității de fizică și invitarea membrilor acesteia de a participa la etapele de realizare propuse. Evenimentul a prilejuit realizarea și propunerea kit-ului de identitate grafică a proiectului (mapa, emblemă ESFRO, afiș).



**Autoritatea Națională pentru Cercetare Științifică**  
Institutul de Fizică Atomică



**Lansarea Proiectului**

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



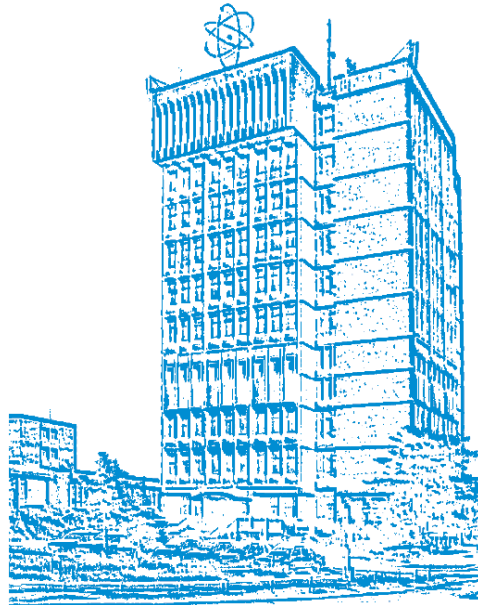
**Conducător proiect:**  
Institutul de Fizică Atomică (IFA)

**Parteneri:**

1. Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizică Materialilor, Măgurele, jud. Ilfov (INFM)
2. Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizică și Inginerie Nucleară (Institute of Atomic Physics) (INP)
3. Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizică Laserilor, Plasmei și Radiației, Măgurele, jud. Ilfov (INFLPR)
4. Institutul de Științe Spaciale - IRI (INIS)
5. Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Optoelectronică, Măgurele, jud. Ilfov (INOE)
6. Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizică Rământului, Măgurele, jud. Ilfov (INPR)
7. Universitatea Al.I. Cuza Iași (UIC)
8. Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizică Tehnică, Iași (IFT)
9. Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca (UBB)
10. Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii Topografice și Molibdenare, Cluj-Napoca (ITM)
11. Universitatea Babeș-Bolyai (UBB)
12. Universitatea Tehnică București (UTB)
13. Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii Citogenetice și Istologie Rămâncă, Vâlcea (ICR)
14. Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Electrochimie și Măsurare Condensată, Timișoara (INCEM)
15. Universitatea de Vest din Timișoara (UVT)
16. Universitatea din Galați (UG)

**Vineri 25 septembrie 2009, ora 10<sup>00</sup>, Sala de consiliu IFA (Bloc Turn, etaj 9)**  
Secretariat: tel. 021 457 4456; fax 021 457 4493. E-mail: a.ghita@ifa-mg.ro





### - lobby de știință

Lobby-ul pentru știință se practică de obicei atunci când se urmărește impunerea unui anumit proiect sau obținerea de fonduri pentru o activitate/acțiune legată direct sau indirect de cercetarea științifică și/sau de aplicații ale acesteia. Un exemplu care poate fi invocat este succesul lobby-ului echipei românești a ELI, atât pe plan intern, cât și pe plan extern, care a dus la îndeplinirea scopului propus, adică atribuirea spre construcție a unuia dintre pilonii proiectului (componenta de fizică nucleară) și, ceea ce este la fel de important, convingerea autorităților române privind importanța proiectului și utilitatea finanțării sale corespunzătoare.

În general însă, și situația actuală din România nu face excepție, orice acțiune de lobby implică o serie de aspecte specifice, aspecte care ne vor preocupa în cadrul proiectului de față:

- orientarea prioritară a lobby-ului către persoanele cu putere de decizie (politică și administrativă);
- elaborarea unor măsuri de tactică, în paralel cu activitatea de evaluare a cercetării și în conformitate cu direcțiile strategice avute în vedere, privind sectorul privat;
- **un „lobby al Generației Următoare” elaborat cu multă grijă, ținut pe trei grupuri de vârstă – tineri la nivelul școlii elementare și generale/tineri la nivelul ultimului an de școală, aflați deci în pragul alegerii unei cariere/studentii din instituțiile de învățământ superior științific și tehnic (cu specificarea faptului că acest tip de activitate nu trebuie confundat cu mediatizarea de care vorbim mai sus, scopul final și metodele fiind cu totul diferite);**

- adresare adecvată către instituții de cultură, economice ș.a. (academice, ONG-uri, firme mari interesate, biserica, în special instituția Bisericii Ortodoxe Române etc.)

Punctele prezentate sunt observații care au reieșit din experiența contactelor cu mass media din ultimii trei ani și a unor acțiuni de lobby "implicit" din acest an, privind problema finanțării actuale a cercetării precum și cele două proiecte internaționale majore ale Platformei Măgurele: CERN și ELI.

Sunt aici două elemente de care rugăm să se țină seama și cu care, repetăm, ne-am confruntat în relațiile directe cu presa, scrisă și audiovizuală:

- chiar dacă un ziarist reproduce (citează) o informație obținută de la un Institut de Cercetări, forma de prezentare și comentariile îi aparțin, în virtutea libertății presei. Solicitarea dreptului la replică este greu de realizat și uneori riscă să aibă un efect contrar celui dorit;

- declarațiile/afirmațiile publice ale unei înalte personalități politice sau administrative pe lângă care s-a făcut lobby îi aparțin în întregime și de obicei se bazează doar indirect pe informațiile primite de la institute, textul acestor declarații fiind de obicei redactat de consilierul său pentru știință.

Acesta este și motivul pentru care vorbim de necesitatea unui plan de comunicare consecvent și realist.

În ceea ce privește observația privind legătura (lobby-ul) care ar implica Biserica Ortodoxă Română, o asemenea relație nu ar urma în nici un caz să amestece activitățile spirituale (specifice instituției Bisericii) cu activitățile raționale (cercetarea științifică). În măsura în care însă scopul nostru este de a comunica la nivel de public general (deci, de contribuabili) intențiile și finalitățile muncii noastre și, de asemenea, în măsura în care Biserica este la ora actuală o instituție cu enorm impact social, afirmația din text se referă la o colaborare care și-ar putea dovedi utilitatea din foarte multe puncte de vedere.

Discutând acum trei ani (4 noiembrie 2006) probleme ale științei în Marea Britanie, Premierul de atunci, Tony Blair, referindu-se la țara lui, făcea o afirmație care este adevărată pentru orice țară, cu atât mai mult pentru o țară membru al Uniunii Europene, care a acceptat comandamentul prioritar al realizării unei „societăți bazate pe cunoaștere”. Astfel, Tony Blair spunea că dezvoltarea cercetării științifice și a științei în general este vitală pentru a face față competiției cu alte țări, marcând „**drumul către viitor, un drum luminat de luminile strălucitoare ale științei**”

Dezvoltarea științei trebuie, pe de o parte, să se concentreze pe marile probleme ale momentului, în primul rând probleme cu un mare factor de impact social și emoțional, dar și economic, de la modificările climatice și răspândirea maladiilor infecțioase, până la foame, biodiversitate și terorism iar, pe de altă parte să găsească metodele de contracarare a campaniilor de distorsionare a faptului, datelor și informațiilor științifice privind tehnologii și domenii de cercetare de pionierat, de la energia obținută pe filieră nucleară și nanotehnologii, la aplicarea tehnicilor nucleare în medicină, farmacie și protecția mediului.

Cu siguranță există și o problemă esențială pe care nu avem voie să o neglijăm, ea reprezentând condiția necesară pentru ca orice formă de lobby să aibă sens și orice modalitate de mediatizare să fie justificată: **o informație, un mesaj formulat și transmis, oricare ar fi destinația lor, trebuie să se bazeze pe realizări actuale sau potențiale reale, verificabile și justificabile oricând și în fața oricui.** Iar aceasta nu este, în fond, decât expresia în domeniul comunicării a metodei științifice care pe noi, ca oameni de știință,

ne conduce în întreaga noastră activitate. Neglijarea acestui aspect poate face să eşueze orice formă de mediatizare, poate face ca orice lobby să aibă efectul contrar celui care a determinat inițierea sa și, cel mai grav, poate produce dezamăgiri sociale majore și prejudiciu irecuperabil imaginii științei. Luarea sa în considerație și respectarea acestor principii reprezintă din nou o condiție necesară pentru abordarea evaluării oneste și responsabile a stadiului actual de dezvoltare a cercetării românești de fizică și propunerea de direcții strategice ale evoluției sale. Este ceea ce urmează să facem în Proiectul de față.

## **5. Concluzii**

Acest prim raport de fază descrie etapele de realizare a bazelor de informare și logistice și prezintă elementele structurale ale abordării din punctul de vedere al metodelor și tehnicilor de comunicare ca elemente de suport în realizarea obiectivelor proiectului. Sunt prezentate structura și funcționalitatea mijloacelor de informare și de comunicare inițiate.

Din punctul de vedere al asigurării bazelor de informare și logistice, s-au realizat obiectivele propuse, asigurându-se astfel premisele pentru îndeplinirea obiectivelor etapei următoare a proiectului.

**Raportori: Traian Dascălu, Andrei Dorobanțu, Corina Ionașcu, Ioan Ursu**

## **ANEXA 2: Stabilirea criteriilor și indicatorilor de evaluare și elaborarea metodologiei de lucru**

### **CUPRINS**

1. Introducere
  2. Exerciții internaționale și naționale de evaluare a cercetării; situația fizicii
    - 2.1 Evaluarea cercetării la nivel internațional
    - 2.2 Evaluarea cercetării la nivel național în diferite țări
    - 2.3 Evaluarea cercetării în România
  3. Metodologia de evaluare a potențialului direcțiilor de cercetare în fizică
    - 3.1 Clasificarea tematică (domenii/direcții) în fizică: schemele PACS și SCIE
    - 3.2 Criterii de evaluare a cercetării fundamentale și aplicative de fizică
    - 3.3 Indicatori folosiți în evaluarea direcțiilor de cercetare
    - 3.4 Realizarea bazei de date privind evaluarea direcțiilor de cercetare și prezentarea rezultatelor
  4. Metodologia de evaluare a potențialului de participare la mari colaborări internaționale în fizică,
    - 4.1 Mari colaborări internaționale în domeniul fizicii
    - 4.2 Criterii specifice de evaluare a participării la mari colaborări internaționale
    - 4.3 Indicatori specifici folosiți în evaluarea participării la mari colaborări internaționale
    - 4.4 Realizarea bazei de date privind evaluarea participării la mari colaborări internaționale și prezentarea rezultatelor
  5. Concluzii
- Referințe

Anexa 2.1: Schema PACS - primele două nivele

Anexa 2.2: Schema SCIE - categorii de subiecte legate de fizică

## 1. Introducere

Acest raport descrie sintetic principalele criterii și indicatori care vor fi utilizați pentru evaluarea cercetării de fizică din România. Raportul prezintă câteva exemple edificatoare privind diverse exerciții de evaluare a rezultatelor cercetării, incluzând în particular domeniul fizicii. Metodologia de lucru care va fi folosită pentru evaluarea rezultatelor și a potențialului cercetării și a marilor colaborări internaționale este ulterior prezentată.

Evaluarea potențialului unui domeniu important de cercetare științifică reprezintă o premieră în România. Principala noutate constă în evaluarea potențialului la nivel de subdomeniu și direcții de cercetare, accentul punându-se pe identificarea acelor direcții tematice care au o reală capacitate de dezvoltare și performanță. Un alt aspect nou al proiectului îl reprezintă evaluarea după criterii specifice a potențialului de participare la mari colaborări internaționale în domeniul fizicii și elaborarea unei strategii adecvate pe termen mediu și lung. Stabilirea unor priorități naționale în cercetarea de fizică din România pentru următoarea decadă, ținând cont de capacitățile existente și de rolul pe care îl poate juca fizica în dezvoltarea socio-economică a țării, constituie de asemenea o noutate importantă.

Complexitatea proiectului constă în analiza multidimensională a outputului științific pentru identificarea capacității de performanță în cercetarea fundamentală și aplicativă de fizică.

## 2. Exerciții internaționale și naționale de evaluare a cercetării ; situația fizicii

### *2.1 Evaluarea cercetării la nivel internațional*

Pe plan internațional, evaluarea științei este o preocupare constantă a organismelor care decid politica cercetării. Un exemplu îl reprezintă SUA unde NSB (National Science Board) redactează încă din anii '70 rapoarte denumite „Science and Engineering Indicators”, care sintetizează date privind comunitatea științifică globală [ 1 ].

OECD (Organizația pentru Cooperare Economică și Dezvoltare) publică la fiecare doi ani un raport care include profile individuale ale performanțelor în domeniul științei și inovării din fiecare țară membră, în relație cu contextul național și cu politicile curente. Indicatorii folosiți se bazează pe principalele elemente de input pentru cercetare și inovare, ca și pe cele de outputuri științifice, incluzând colaborările internaționale și resursele umane. Ultimul raport se intitulează „OECD Science, Technology and Industry Outlook 2008” [ 2 ] dar OECD publică și rapoarte sintetice privind cercetarea în diverse țări membre ale organizației, care includ date privind publicațiile științifice și brevetele.

Reteaua ERAWATCH, supervizată de Directoratul General (DG) pentru Cercetare a Comisiei Europene (CE) a publicat în Decembrie 2008 un document privind România – „ERAWATCH research inventory report: ROMANIA” [3]. Sunt furnizate informații privind politicile de cercetare naționale și date privind performanța științifică (publicații, citiri, patente). CE a făcut eforturi numeroase de evaluare a potențialului științific al țărilor

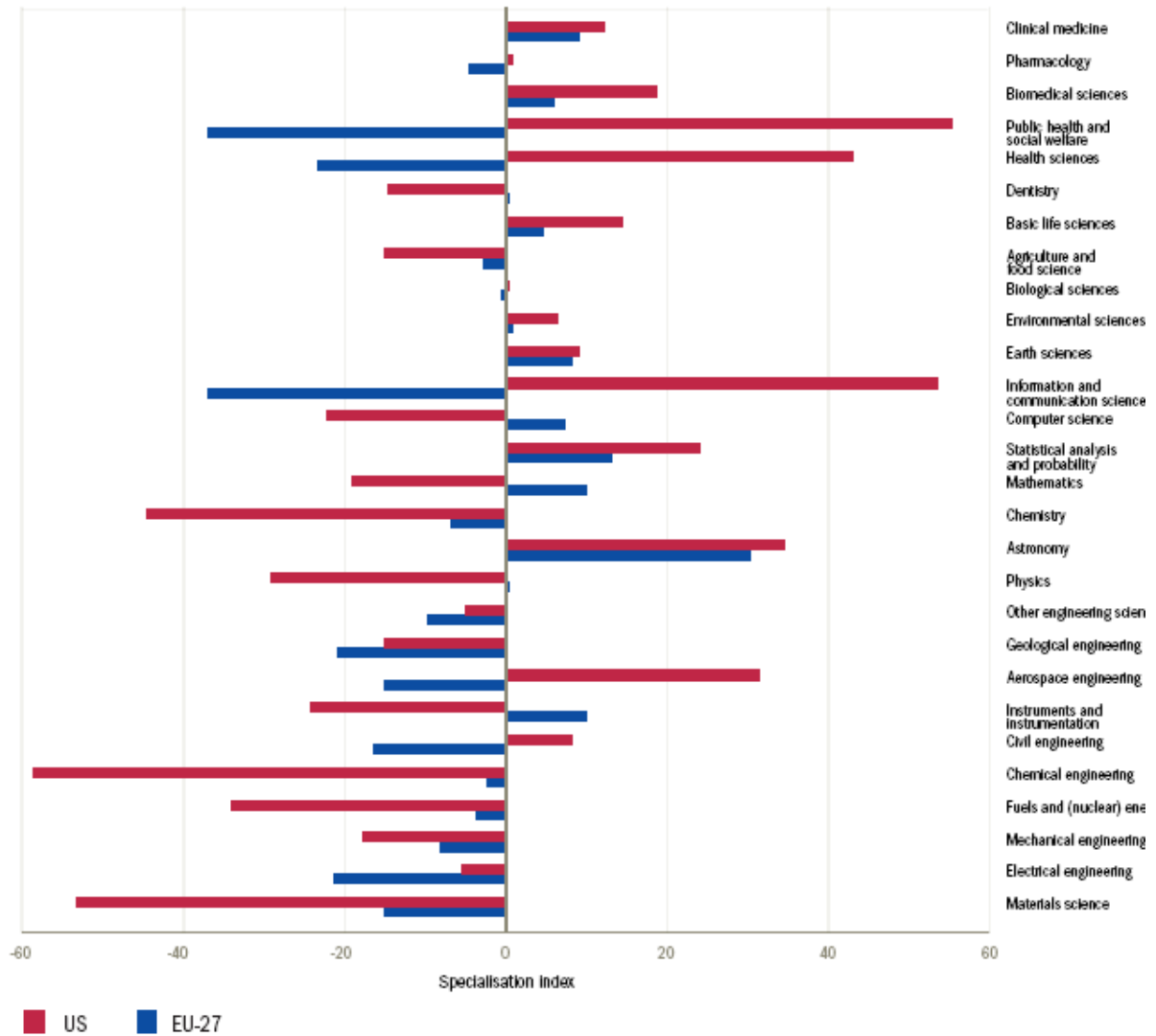
membre. Un studiu scientometric “Mapping of excellence in research and development” a fost întreprins la solicitarea CE pentru perioada 1996-2001 de către The Centre for Science and Technology Studies (CWTS), Leiden University, Holland si a fost realizat pe mai multe arii tematice: Stiintele vietii, Nanostiinta si tehnologie si Economie.

DG-Cercetare al CE pregateste periodic raportul „Key Figures” care monitorizeaza politicile de cercetare nationale in vederea formarii Ariei Europene a Cercetarii si a implementarii strategiei Lisabona. Ultima editie [4] arata ca noile state membre poseda o mare similitudine in raport cu profilele lor de activitate stiintifica, fiind specializate mai ales in fizica, matematica si chimie si intr-o masura mai mica in inginerie.

Mai recent a fost publicat raportul “ A More Research-Intensive and Integrated European Research Area - Science, Technology and Competitiveness key figures report 2008-2009” [5] care analizeaza progresele tarilor membre ale Uniunii Europene in directia crearii ERA. Principala concluzie a acestui raport este ca , desi EU-27 a ramas si in 2006 cel mai mare producator de publicatii stiintifice din lume, contributia sa la publicatiile de mare impact este inferioara celei a USA. S-a stabilit ca proportia Chinei in ce priveste publicatiile stiintifice din intreaga lume s-a dublat in ultimii sase ani si este mai mare decat contributia Japoniei. O importanta concluzie este ca EU nu e specializata in disciplinele stiintifice emergente (de ex. informatica, stiinta materialelor, stiinta mediului,etc) care se dezvolta cel mai rapid.

Conform aceluiasi raport, indexul de specializare al EU in perioada 2004-2006 este prezentat in Fig. 1. Se poate observa ca EU nu are multe specializari relative in stiinte:

FIGURE I.3.4 EU-27 and US – Scientific specialisations based on scientific publications, 2004-2006<sup>[1]</sup>



Source: DG Research  
 Data: Thomson Scientific/CWTS, Leiden University  
 Note: [1] Social sciences and multidisciplinary sciences are not included

STC key figures report 2008

[82] Scientific publications registered in the Science Citation Index (SCI) and the Social Science Citation Index (SSCI) provided by Thomson Reuters. The number of publications has been aggregated in two periods, 2000-2002 and 2004-2006, to allow for robust comparisons. The formula used is the hyperbolic tangent function for the ratio of the share of a domain or discipline in a country compared to the share of the domain in the total for the world:  $RCA_{ki} = 100 \times \tanh \ln \left\{ \frac{A_{ki} / \sum_j A_{kj}}{\sum_i A_{ij} / \sum_i \sum_j A_{ij}} \right\}$ , with  $A_{ki}$  indicating the number of publications of country  $k$  in the field  $i$ , whereby the field is defined by the nine scientific domains or 27 scientific disciplines used in the classifications. LN centres the data on zero and the hyperbolic tangent multiplied by 100 limits the RCA values to a range of +100 to -100. The RCA indicator allows the assessment of the relative position of a field  $i$  in a country beyond any size effect. Neither the size of the field nor the size of the country has an impact on the outcome of this indicator. Therefore, it is possible to directly compare countries and fields.

Fig. 1-Gradul de specializare al EU 27 si USA in diverse discipline evaluat pe baza publicatiilor stiintifice din perioada 2004-2006

numai in astronomie proportia mondiala de lucrari ale EU 27 este mai mare decat proportia in publicatiile lumii. In majoritatea disciplinelor, inclusiv fizica, EU este apropiata de fractia medie mondiala (ceea ce este de asteptat avand in vedere contributia cea mai mare a EU 27 in outputul mondial). Totusi, USA are valori inferioare ale indexului de specializare in cazul fizicii dar prezinta un model de specializare mai pronuntat (de ex. in informatica, stiinte medicale, inginerie aerospatiala, etc ).



Acelasi raport arata ca Uniunea Europeana exceleaza in disciplinele traditionale, daca este comparata cu nivelul mondial. Astfel, scorurile EU sunt in mod particular bune (scorul de impact al citarilor normalizat la domeniu are valoarea peste 1) in domenii stiintifice traditionale precum chimia, astronomia, fizica si stiintele ingineresti. Aceste rezultate sunt consistente cu alte rezultate recente. Observatoire des Sciences et des Techniques (OST-Franta), a publicat recent scoruri de impact al citarilor normalizate la domeniu, calculate pentru EU si USA. Chiar daca clasificarea domeniilor stiintifice folosita de OST nu e complet comparabila cu clasificarea folosita mai sus, rezultatele (de ex. scoruri de impact al citarilor deasupra mediei mondiale pentru EU in chimie si fizica, dar scoruri de impact sub USA in toate celelalte domenii) indica concluzii de acelasi tip [6].

European Science Foundation a organizat un Forum privind metodele de evaluare (inclusiv indicatori cantitativi) aplicate de organizatiile membre. A fost initiat un studiu pilot privind internationalizarea indicatorilor de evaluare.

## *2.2 Evaluarea cercetarii la nivel national in diferite tari*

In diverse tari exista organisme specializate in evaluarea cercetarii care publica periodic rapoarte de evaluare si monitorizare. Aceste rapoarte pot avea doar scopul unei monitorizari a cercetarii la nivel national, comparata cu contextul international, dar unele institutii specializate fac analize la nivelul unui anumit grup de tari (tarile OCDE, EU-27, etc). Spre exemplu, OST are ca misiune producerea de indicatori legati de activitatile stiintifice si tehnologice, in scopul de a sprijini politicile de cercetare pentru elaborarea viitoarelor strategii sectoriale. OST elaboreaza rapoarte bianuale privind indicatorii de performanta la nivelul Frantei, Europei, regiunilor acestora si al lumii [7]. Metodologia folosita este bazata pe tehnici bibliometrice privind publicatiile si pe diverse tehnici cantitative (statistica, analiza de date, etc).

Biroul Regional al UNESCO pentru Stiinta in Europa (ROSTE) a comandat OST (Observatoire des Sciences et des Techniques) in 2002 un raport intitulat "SCIENTIFIC PROFILE ACTIVITIES IN CEEC - A Comparative Study Based on Scientific Publication Indicators and International Co-publications" [8]. Raportul mentionat se refera la perioada 1991-1999 si a avut ca scop stabilirea pozitiei tarilor din Europa Centrala si de Est in literatura stiintifica, apreciind punctele tari si slabe in specialitatile stiintifice majore, evaluand de asemenea si colaborarile stiintifice intre aceste tari si restul Europei.

La nivelul tǎrilor dezvoltate din punct de vedere economic și științific exista organisme de evaluare națională a performanțelor științifice. Aceste evaluări urmăresc în general mai multe aspecte: poziția și vizibilitatea activității științifice naționale la nivel internațional, identificarea direcțiilor științifice la nivel național care sunt performante la nivel internațional, relația dintre nivelul de finanțare și performanțele științifice naționale [9-18]. Mentionam cateva exemple: in Franta -OST (Observatoire des Sciences et des Techniques) [10-12], in Marea Britanie-Office for Science and Innovation-OSI [13], in SUA -National Science Board (NSB) [14], in Olanda - Netherlands Observatory of Science and

Technology (NOWT) [15] și CWTS-Centrul pentru Studii Științifice și Tehnologice, Leiden University, în Finlanda-Academy of Finland [16], în Germania-Deutsche Forschungsgemeinschaft, în Belgia-Fonds national de la recherche scientifique, etc.

Pe baza acestor analize se stabilesc și îmbunătățesc mecanismele de finanțare a cercetării naționale și direcțiile strategice de dezvoltare. În general aceste organisme de evaluare națională au criterii similare de evaluare a cercetării științifice și folosesc indicatori asemănători. Vom urmări în continuare câteva exemple pentru a ilustra acest aspect: OST (Observatoire des Sciences et des Techniques) în Franța, OSI (UK Office of Science and Innovation) în Marea Britanie și NSB (National Science Board) în SUA.

### 2.2.1. Criterii și indicatori folosiți de OST [7,10]

OST folosește un sistem unitar bazat pe patru criterii în evaluarea cercetării la nivel național, pe regiuni ale Franței, nivel european, nivelul regiunilor europene și nivel mondial. Aceste criterii și indicatorii asociați lor sunt următoarele:

#### 1. Fondurile destinate cercetării

Indicatori:

- valoarea fondurilor publice destinate cercetării
- fondurile private destinate cercetării

#### 2. Competența științifică și tehnică

Indicatori:

- numărul de studenți înscriși (licență, masterat, doctorat)
- numărul de absolvenți (licență, masterat, doctorat)
- numărul de cercetători în sistemul public
- numărul de cercetători în sistemul privat

#### 3. Producția științifică măsurată în publicații

Indicatori:

- publicațiile științifice și vizibilitatea lor pe domenii și subdomenii
- cooperările științifice reflectate în publicații

Indicatorii bibliometrici specifici pe care se bazează această analiză sunt construiți plecând de la baza de date Web of Science produsă de Thomson Reuters [19]:

- numărul de publicații într-o anumită disciplină

- raportul dintre numărul de publicații într-o anumită disciplină și numărul de publicații la nivel mondial în disciplina respectivă
- indicele de specializare într-un anumit domeniu
- numărul de citări
- raportul dintre numărul de citări primit într-o anumită disciplină și numărul de citări la nivel mondial
- factorul de impact relativ definit pe baza participării la fluxul de citări și publicații într-o anumită disciplină
- gradul de internaționalizare definit ca raportul dintre numărul de publicații cu co-autori străini raportat la numărul total de publicații într-o disciplină
- relația de parteneriat între două țări definită ca raportul dintre numărul total de publicații între cele două țări la numărul de publicații al uneia dintre ele.

#### 4. Aportul la tehnologii noi caracterizat prin brevete

Indicatori:

- numărul de brevete pe domenii și subdomenii

#### 2.2.2. Criterii și indicatori folosiți de UK Office of Science and Innovation (OSI) [13]

##### 1. Intrări (“inputs”): nivelul fondurilor destinate cercetării

Indicatori:

- nivelul fondurilor provenite din bani publici
- nivelul fondurilor provenite din surse private

##### 2. Ieșiri (“outputs”): personal și publicații

Indicatori:

- numărul și raportul relativ de noi doctori în știință
- numărul de doctori raportat la totalul populației
- numărul total de publicații și procentul din numărul total de publicații din întreaga lume (sau raportari de același tip în cazul a diverse discipline sau domenii)

##### 3. Ieșiri (“outputs”): recunoașterea cercetării și citări; educație și perfecționare

Indicatori:

- numărul citărilor și contribuția relativă la nivel mondial (global și pe discipline)
- numărul și proporția lucrărilor necitate
- numărul și proporția lucrărilor citate
- impactul citărilor (raportul dintre numărul de citări și numărul de publicații (într-un anumit interval de timp) raportat la media mondială
- relația dintre educație - pregătire și productivitatea științifică
- 

#### 4. Productivitatea științifică raportată la fonduri

Indicatori:

- numărul de noi doctori în științe raportat la fondurile destinate universităților
- numărul de publicații raportat la fondurile destinate cercetării
- numărul de citări raportat la fonduri

#### 5. Productivitatea științifică raportată la personalul din cercetare

Indicatori:

- numărul de noi doctori în științe raportat la numărul cercetătorilor
- număr de publicații pe cercetător
- numărul de citări pe cercetător

#### 6. Personal

Indicatori:

- numărul de cercetători raportat la totalul populației
- numărul de cercetători raportat la totalul populației active
- numărul de cercetători raportat la totalul personalului din cercetare

#### 2.2.3. Criterii și indicatori folosiți de NSB [14]

##### 1. Resursele financiare pentru cercetare

Indicatori:

- a. nivelul fondurilor destinate cercetării raportat la nivelul total al fondurilor din economie

- b. cheltuieli pe domeniu și sursă de finanțare
- c. infrastructura de cercetare

## 2. Evoluția doctorilor în științe

Indicatori:

- d. evoluția angajării doctorilor în științe
- e. structura pe vârste a personalului din cercetare
- f. numărul de noi doctori în științe
- g. numărul de cercetători
- h. fondurile guvernamentale destinate studiilor doctorale

## 3. Productivitatea științifică: articole și brevete

Indicatori:

- i. numărul de articole
- j. distribuția co-autorilor și colaborărilor
- k. numărul de citări
- l. numărul brevetelor

### *2.3 Evaluarea cercetării la nivel național în România*

În România au fost elaborate rapoarte privind evaluarea activităților desfășurate în cadrul programelor din Planul National de CDI (de ex. PNCDI-1 [20] CEEX [21]) pe baza unor indicatori specifici. Există de asemenea rapoarte de autoevaluare ale INCD-urilor, universităților și a altor instituții la nivelul anului 2008 pentru perioada 2003-2007 pe baza criteriilor stabilite prin Hotărârea Guvernului nr. 551/2007 privind evaluarea și atestarea capacității de a desfășura activități de CD precum și de acreditare a unităților de CD de interes național.

În 2006 au fost publicate „Cartea alba a Cercetării universitare” [22] și „Cartea Alba a Cercetării din Institutele Naționale de C-D” [23] în care sunt furnizate informații privind rezultatele în cercetare obținute în cei 5 ani precedenți editării.

Un rol important pentru analiza scientometrica a cercetarii romanesti a avut Asociatia Ad-Astra care a publicat pe site-ul propriu ([www.ad-astra.ro](http://www.ad-astra.ro)) o serie de analize si topuri bazate pe ISI Web of Science. Exista de asemenea studii externe serioase privind cercetarea din Romania din care unele recente [3, 8, 24 ].

Evaluarea potentialului unui domeniu important al cercetarii din Romania, cum este cazul fizicii, nu a fost inca efectuata. Evaluările existente au fie un caracter global (cazul programelor - multidisciplinare) fie sunt autoevaluări instituționale, toate raportand realizari dar nu si capacitatea de dezvoltare a unui domeniu. In cazul fizicii, participarea la mari colaborari internationale prezinta un interes deosebit. Evaluarea potentialului de cercetare in domeniul fizicii si de participare la mari colaborari internationale precum si identificarea priorităților strategice in vederea creșterii impactului socio-economic si a vizibilității domeniului reprezinta scopul proiectului propus. Rezultatele proiectului pot contribui la elaborarea si implementarea de catre Ministerul Educatiei, Cercetarii si Inovarii – Autoritatea Nationala pentru Cercetare Stiintifica, a unei politici coerente si consecvente in domeniul cercetării, dezvoltării si inovării (CDI), in acord cu strategia nationala si cu programul de guvernare.

#### *2.4 Studii bibliometrice de evaluare a fizicii*

In analizele de evaluare a cercetării științifice pe plan national, in diverse tari, fizica este un domeniu luat in considerare fie impreuna cu alte discipline [14], fie analizat distinct alaturi de alte științe exacte (sau ale naturii) ( de exemplu: Franta [11], Marea Britanie [13], Finlanda [16], Israel [18], Cehia [25]) . Exista totusi in cazuri rare analize ale fizicii dintr-o anumita tara [26-28] sau chiar a unui anumit domeniu al fizicii [29].

Intr-un studiu bibliometric din 1997 [30] sunt analizate tendințele de schimbare în fizică între 1990 și 1995. Studiul este bazat pe baza de date INSPEC, care conține circa 4200 de reviste științifice în domeniul fizicii, și urmărește pentru 34 de țări productivitatea științifică în fizică pe domenii. Domeniile sunt definite conform schemei utilizate de Physics and Astronomy Classification Scheme-PACS la primul nivel. Sunt definiți pentru fiecare domeniu și țară următorii indicatori: numărul de publicații, procentul din numărul total de publicații și indicele de prioritate. Indicele de prioritate P.I. este dat de formula:

$$P.I. = \frac{\frac{n_{ij}}{n_{i0}}}{\frac{n_{oj}}{n_{00}}} \times 100$$

unde:

$n_{ij}$  este numărul de publicații al țării  $i$  în domeniul  $j$  ;  
 $n_{i0}$  este numărul de publicații al țării  $i$  în toate domeniile;  
 $n_{0j}$  este numărul de publicații al tuturor țărilor (randamentul mondial total) în domeniul  $j$  ;  
 $n_{00}$  este numărul de publicații al tuturor țărilor în toate domeniile;

Valoarea P.I. = 100 indică ca prioritatea în cercetare a unei țări într-un anumit domeniu corespunde exact valorii medii pentru toate țările (prioritate medie).  $PI > 100$  indică o prioritate deasupra mediei și similar  $P. I. < 100$  una sub medie.

Indicele de prioritate permite atât compararea priorităților între domenii, cât și în raport cu tendințele mondiale, fiind definit în cinci clase: scăzut ( $P. I. \leq 70$  ), sub medie ( $70 < P. I. \leq 90$  ), mediu ( $90 < P. I. \leq 110$  ) peste medie ( $110 < P. I. \leq 130$  ) și ridicat ( $P. I. > 130$ ). Acest studiu este interesant pentru că printre cele 34 de țări cu o producție semnificativă în fizică la nivel mondial este analizată și România. Productivitatea științifică a României în anii 1990 și 1995 și indicii de prioritate sunt prezentați în tabelul următor:

Productivitatea științifică în România pe domenii de fizică  
 și evoluția indicelui de prioritate între 1990 și 1995 conform [30]

	1990		1995	
Domeniul	articole	Indice prioritate	articole	Indice prioritate
GENERAL	26	scăzut	97	ridicat
THE PHYSICS OF ELEMENTARY PARTICLES AND FIELDS	42	ridicat	19	peste medie
NUCLEAR PHYSICS	56	ridicat	45	ridicat
ATOMIC AND MOLECULAR PHYSICS	14	sub medie	13	scăzut
CLASSICAL AREAS OF PHENOMENOLOGY	74	ridicat	68	medie
FLUIDS, PLASMAS AND ELECTRIC DISCHARGES	13	medie	8	sub medie
CONDENSED MATTER: STRUCTURE, MECHANICAL AND THERMAL PROPERTIES	46	scăzut	95	medie
CONDENSED MATTER: ELECTRONIC STRUCTURE, ELECTRICAL,	72	medie	133	ridicat

MAGNETIC AND OPTICAL PROPERTIES				
CROSS-DISCIPLINARY PHYSICS AND RELATED AREAS OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	60	sub medie	80	sub medie
GEOPHYSICS, ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS	27	sub medie	12	scăzut
Total	430		570	

Dintre cele 10 domenii analizate, se remarcă ca prioritare: fizica particulelor elementare și câmpurilor (în scădere în intervalul analizat), fizica nucleară și fizica materiei condensate (structura electronică și proprietăți electrice, magnetice și optice) (în creștere în intervalul analizat).

În cazul României nu există o evaluare internă a fizicii făcută pe plan național (cu excepția unor date pentru perioada 2002-2006 publicate de Asociația Ad-Astra (<http://www.ad-astra.ro/cartea-alba/>) referitoare la distribuția producției științifice pe subdomenii de fizică-vezi tabelul următor- dar există unele evaluări globale ale unor grupuri de state (Europa Centrală și

Distribuția producției științifice pe subdomenii de fizică în perioada 2002-2006, indexate în Web of Science, prezentate în Cartea albă a cercetării elaborată de organizația neguvernamentală Ad Astra (<http://www.ad-astra.ro/cartea-alba/>)

Subdomeniu	Număr articole
Acustică	20
Astronomie și astrofizică	110
Biofizică	147
Cristalografie	196
Fizică aplicată	1531
Fizică atomică, moleculară și chimică	232
Fizica fluidelor și plasmei	126



Fizică matematică	355
Fizica materiei condensate	765
Fizică multidisciplinară	468
Fizică nucleară	492
Fizica particulelor și câmpurilor	297
Mecanică	230
Nanoștiințe și nanotehnologii	94
Optică	903
Spectroscopie	155
Termodinamică	121
<b>Total Fizica</b>	<b>4375</b>

Orientală-PECO, EU 27, etc) care includ și România, evaluări în care uneori apare separat și fizica. Vom prezenta mai jos câteva rezultate ale unor astfel de evaluări efectuate în ultimii cinci ani.

O analiză efectuată de OST în 2004 pentru sistemele de cercetare ale unor țări din Europa Centrală și Orientală (Estonia, Letonia, Lituania, Slovacia, Slovenia, Bulgaria, România (Les systèmes nationaux de recherche et d'innovation du monde et leur relations avec la France- Dossier Pays Europe Centrale et Orientale –OST, sept. 2004) [31] a arătat că fizica a fost disciplină cu cea mai mare creștere în ponderea de publicatii științifice pe plan mondial (0.15 în 1989, 0.30 în 1997 și 0.33 în 2001). Pentru comparație, disciplina chimie a crescut în aceeași perioadă de la o pondere de 0.32 la una de 0.36. Trebuie subliniat că ponderea medie a tuturor disciplinelor științifice este stabilă în perioada 1997-2001 fiind de 0.14 %.

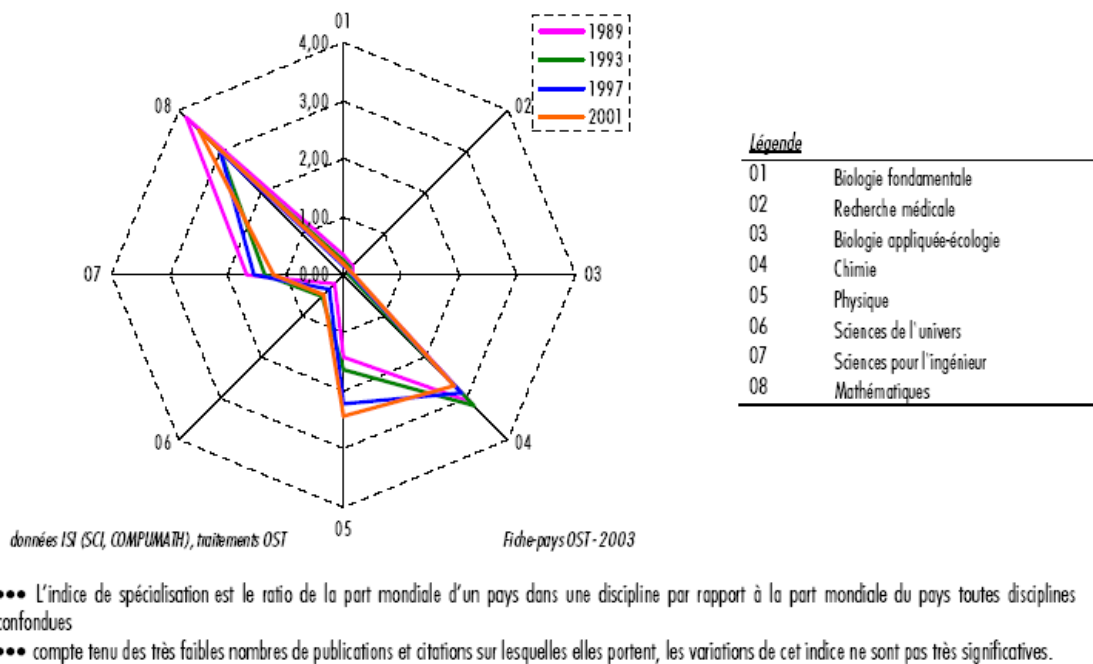


Fig.2- Indicele de specializare al Romaniei pentru diverse discipline stiintifice

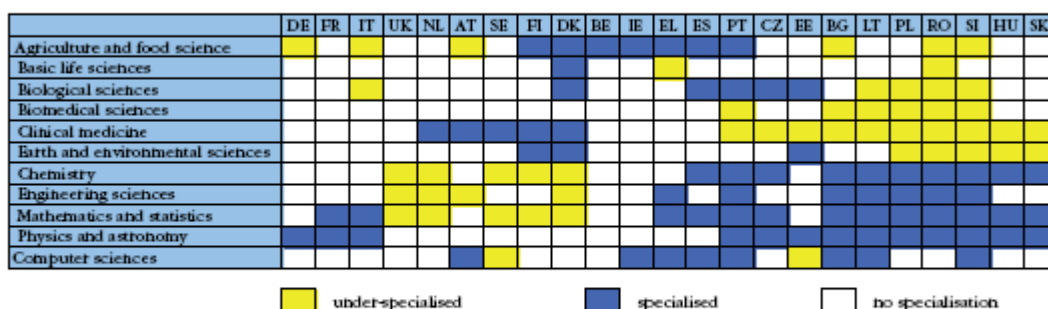
Indicele de specializare (definit ca raportul dintre partea mondiala de publicatii a unei tari intr-o disciplina si partea mondiala a tarii in cazul tuturor disciplinelor stiintifice) este mare in matematica, chimie si fizica (vezi Fig. 2). Romania este foarte sub-specializata in biologie fundamentala, cercetare medicala si biologie aplicata.

In termeni de co-publicare stiintifica, in 2001, cei mai bine plasati parteneri ai Romaniei sunt Germania (cca 17% din co-publicatiile internationale) la cvasiegalitate cu Franta (16%), urmate de SUA (14%).

Un raport recent [32] prezinta date din 2006 care arata gradul de internationalizare al fizicii romanesti. Primii 5 parteneri care apar in articole co-publicate cu cercetatori din strainatate (procentele de co-publicatii variaza intre 10 si 27%) sunt Germania, Franta, Italia, USA si Japonia. In acelasi raport se arata ca disciplinele cu cea mai mare contributie la stiinta mondiala sunt : chimia (0.52%) urmata de matematica (0.47%) si fizica (0.36%) care in particular are o contributie dubla fata de contributia medie romaneasca la publicatiile stiintifice din lume.

Date recente confirma si pentru perioada 2004-2006 un grad de specializare ridicat pentru fizica din Romania alaturi de matematica , chimie si stiinte ingineresti (Fig. 3) [4].

Figure II.3.3 Scientific publications - relative specialisation index, 2001-2004 - EU Member States <sup>(1)</sup>



Source: DG Research

Key Figures 2007

Data: Thomson Scientific / CWTS, Leiden University

Notes: (1) CY, LV, LU and MT are not displayed due to low overall publication numbers.

Fig. 3-Indicele de specializare relativ in domeniul publicatiilor stiintifice din diverse discipline pentru state membre ale EU (printre care si Romania) in perioada 2001-2004

In cazul Fig. 3 se calculeaza mai intai un indice p de tipul raportului mentionat in formula indicelui de prioritate dat mai sus (fractia de publicatii a unei tari intr-un domeniu raportata la fractia mondiala de publicatii in acel domeniu) dupa care urmeaza o normalizarea a valorii acestui indice la o scala 0-200 cu ajutorul relatiei:

$$RAI \text{ (Relative Activity Index)} = 100 + 100 \times (p^2 - 1) / (p^2 + 1)$$

In acest fel valoarea de 100 este plasata la media mondiala; o valoare sub 70 inseamna subspecializare, una intre 70 si 130 nespecializare iar o valoare peste 130 specializare in respectivul domeniu.

### 3. Metodologia de evaluare a potentialului directiilor de cercetare in fizica

#### 3.1 Introducere

Datele primare privind evaluarea potentialului de cercetare în domeniul fizicii vor fi extrase din baza de date Science Citation Index (SCIE), elaborata de Institute of Scientific Information (ISI), Philadelphia, disponibila on-line in Web of Science. Va fi creata o baza de date proprii incluzand atat publicatiile de fizica cu afiliere a unuia din autori in Romania cat si al citarilor acestora. Datele importate intr-un sistem de management al bazelor de date vor fi supuse unui process de "data cleaning" (pentru eliminarea duplicatelor sau altor erori). Ulterior, fiecare publicatie (caracterizata prin titlu, numele revistei, volum, an, pagina, autori) va primi o codare referitoare la institutie, oras (regiune), natura organizatiei de cercetare si a afilierii sale, natura si tipul de colaborare implicat, factorul de impact anual al jurnalului, clasificare pe subdomenii, tip de cercetare (fundamental/ aplicativ), etc.

Metodologia folosita va fi bazata pe indicatori bibliometrici de tipul numarului de articole ISI si numarul de citari (cu excluderea auto-citarilor). Impactul va fi analizat pe baza a doi indicatori:

a) factorul de impact al revistelor in care au aparut publicatiile analizate

Intr-un anumit an, factorul de impact al unei reviste este numarul mediu de citari ale acelor articole care erau publicate in cei doi ani precedenti.

b) factorul de impact agregat al unei categorii de subiecte

Acest factor se calculeaza prin raportarea numarului de citari ale articolelor aparute in toate revistele aferente unei categorii de subiecte si numarul articolelor din toate revistele de tipul mentionat.

Numarul de citari al articolelor publicate de un anumit subdomeniu, directie sau grup este o masura a impactului si vizibilitatii in comunitatea stiintifica.

In baza de date mentionata va fi inclusa deasemenea informatia, organizată după indicatori specifici, pentru evaluarea participării la mari colaborări internaționale.

Vor fi folosite in acelasi scop bazele de date ale programelor naționale derulate în perioada 2001-2008, ale grant-urilor CNCSIS și ale Academiei Române, date de autoevaluare preexistente sau evaluari intocmite in mod special de catre expertii desemnati in acest scop pe subdomenii.

### *3.2 Clasificarea tematica (domenii/directii) in fizica: schemele PACS si SCIE*

Clasificarea tematica pe domenii/directii va urmari schema PACS (Anexa 1) care va fi corelata cu clasificarea conform Science Citation Index Expanded (baza de date ISI) (Anexa 2).

#### 3.2.1 Schema PACS

“The Physics and Astronomy Classification Scheme® (PACS)” a fost dezvoltata de American Institute of Physics (AIP) si a fost folosita in Physical Review incepand cu 1975 pentru a identifica domeniile si sub-domeniile fizicii. Este o schema de clasificare a subiectelor cu caracter ierarhic si adoptata international, proiectata in scopul clasificarii si categorisirii literaturii din domeniul fizicii si astronomiei. PACS este folosit de AIP si de alti editori de reviste internationale din domeniul fizicii sau domenii inrudite.

Schema PACS contine 10 subdomenii largi, fiecare dintre ele subdivizate in categorii mai restranse (patru pana la sapte directii, in total 89 directii). Subdiviziunea se repeta pana la cinci nivele si, in functie de subiect, cel mai detaliat cod PACS poate fi gasit la nivelul ierarhic al treilea, al patrulea si al cincilea. Analiza noastra va cobori pana la nivelul al doilea in mod curent si in cazuri de exceptie la nivelul al treilea.

#### 3.2.2 Baza de date ISI. Categorii de subiecte

Publicatiile in revistele stiintifice constituie pentru cercetatori unul dintre principalele moduri de diseminare ale rezultatelor obtinute. Aceste lucrari sunt inregistrate in baze de date bibliografice. Analiza bibliometrica se bazeaza pe statistica si analiza datelor continute in inregistrarile respective : surse (revista, autorii si afilierea lor), texte descriptive (titlu, cuvinte cheie, indici PACS, rezumate), indicatii de clasare dupa nomenclatura subdomeniilor si , in sfarsit, conexiuni cu alte publicatii (referinte bibliografice citate).

Baza de date bibliografice utilizata in evaluare este in mod curent Web of Science ® (WoS) elaborata de Thomson Reuters, Philadelphia (USA). Este vorba de un instrument de referinta pentru producerea de indicatori in intreaga lume, utilizat in majoritatea statisticilor internationale privind publicatiile stiintifice. In principal, se considera partea bazei dedicate stiintelor materiei si vietii: Science Citation Index (SCI)-Web of Science (WoS).

Web of Science s-a impus in bibliometrie datorita mai multor caracteristici. Baza asigura acoperirea a cca 8000 de reviste stiintifice selectionate pentru regulile lor de functionare editoriale si nivelul lor de vizibilitate internationala (numar mediu de citari per articol). In general, numarul mediu de citari pe articol in cazul unui subdomeniu (directie) reprezinta numarul total de citari obtinut intr-un anumit interval de timp (de ex. in urmatoorii doi ani dupa publicare) raportat la numarul de publicatii citate. Baza include volume de proceedings ale unor conferinte internationale ca si reviste electronice.

Reprezentativitatea bazei este rar contestata pentru domeniile cele mai internationalizate ale stiintelor fizice sau ale biologiei fundamentale. Imaginea poate fi mai putin fidela pentru domenii cu o puternica specificitate nationala, cu aplicabilitate directa sau pentru cele cu dezvoltare redusa.

Baza de date ISI inregistreaza cca 168 de specialitati disciplinare (categorii de subiecte) din care au fost identificate ca fiind de fizica sau inrudite cu fizica 22 de categorii de subiecte ceea ce reprezinta cca 14% din total. Majoritatea acestor categorii de subiecte pot fi corelate perfect cu schema PACS. Un numar mic de categorii (de ex. spectroscopia, termodinamica, fizica aplicata, fizica multidisciplinara ) sunt mai dificil de incadrat.

### 3.2.3 Gruparea revistelor si articolelor pe subdomenii si directii

Gama revistelor din baza ISI evolueaza in functie de vizibilitatea internationala a acestora, principiul fiind acela al unui ansamblu dinamic de reviste, cel mai reprezentativ de-a lungul timpului. Solutia alternativa neadoptata ar fi fost un ansamblu constant de reviste. Au fost retinute trei categorii de publicatii : articole (regular articles), articole de sinteza (reviews) si "letters" ca si articolele din proceedings-urile de conferinte, care uneori apar in numere speciale de revista. Anul corespunde anului publicarii articolului si nu anului intrarii sale in baza.

Revistele ISI din Science Citation Index Expanded pot fi atribuite diverselor subdomenii si directii din fizica si vor fi clasificate in acord cu valorile de factori de impact. In baza ISI, revistele pot fi atribuite la mai multe specialitati (pana la 6). In calculul

fractionar, articolele din revistele multiatribuite sunt fractionate intre specialitati. In calculul de prezenta articolele sunt integral numarate la fiecare specialitate de apartenenta.

Adresa laboratoarelor sau institutiilor furnizate de autori este esentiala pentru atribuirea articolelor. In acest sens, autorii romani care precizeaza o dubla afiliere, dintre care una este o institutie cu sediul in Romania, sunt luati in considerare.

Exista mai multe optiuni de numarare pentru articolele cosemnate de mai multi autori si institutii. In logica contributiei la stiinta mondiala, fiecare articol este fractionat la prorata numarului de adrese diferite indicate de autori, in asa fel incat suma adreselor sa fie 100%. Acelasi principiu este aplicat articolelor dintr-o revista apartinand mai multor specialitati. Acest tip de numarare, denumita fractionara, in care fiecare articol are o pondere unitara, este aditiv la toate nivelele si bine adaptat pentru macroanaliza. Alta logica este cea a participarii la stiinta mondiala care se bazeaza pe o numarare distincta a fiecarui actor care este creditat cu o participare unitara la o adresa anumita.

Indicatorul reflectand participarea este superior celui legat de contributie. Numararea bazata pe prezenta conduce la o suma superioara valorii de 100% si valorile variaza la fiecare schimbare de scala. In ciuda acestui inconvenient, numararea prezentelor este preferabila pentru microanaliza , fiind totodata mai usor interpretabila pentru copublicatii.

### *3.3 Criterii de evaluare a cercetarii fundamentale si aplicative de fizica*

- vizibilitatea cercetarii, impactul stiintific, productivitatea stiintifica

Se vor analiza principalele rezultate (output stiintific si tehnologic) obtinute in cercetarea de fizica din Romania in perioada 2001-2009. Vor fi evaluate articolele publicate in reviste cotate ISI, cartile publicate in edituri straine recunoscute, brevetele romanesti si straine cu autori din institutii cu profil de fizica si tehnologiile prezentand dovezi de aplicare in economie.

-infrastructura de cercetare

Infrastructura de cercetare constand in echipamente achizitionate in perioada sus-amintita din fonduri publice sau prin proiecte europene sau internationale, cu valori depasind 100.000 Euro va fi clasificata conform subdomeniilor si directiilor de cercetare ale fizicii din Romania.

-teze de doctorat sustinute si in pregatire (inclusiv conducatorii de doctorat)

Activitatea de cercetare in fizica se bazeaza pe resurse inalt calificate prin studii de doctorat. Vor fi inventariate tezele de doctorat sustinute in perioada amintita si se va analiza dinamica studiilor doctorale in domeniul fizicii (conducatori de doctorat si doctoranzi).

- cercetare realizata in proiecte europene si in proiecte internationale mari

Pe baza chestionarelor institutionale se vor include in baza de date principalele proiecte europene si internationale avand profil de fizica ca si date privind outputul lor stiintific.

-cercetare realizata in proiecte PN I si PN II

Se vor include in baza de date proiectele avand profil de fizica derulate in programele nationale in intervalul 2001-2009. In acest mod se vor putea evalua resursele financiare atrase prin proiecte sau servicii de catre diferite subdomenii ale fizicii.

-aporturi tehnologice directe

Desi fizica este implicata intr-o multitudine de aspecte aplicative si uneori tehnologice, care nu sunt usor analizabile, dupa cum rezulta din literatura mondiala de specialitate, vom face exclusiv o analiza a aporturilor tehnologice directe constand in tehnologii aplicate direct in economie si brevete acordate si inregistrate pe plan national si international.

### *3.4 Indicatori folositi in evaluarea directiilor de cercetare*

Indicatorii folositi in evaluarea directiilor de cercetare si asociati criteriilor mentionate sunt urmatarii:

- a)- Numarul de articole in corelatie cu factorii de impact si categoria ISI a revistelor;
- b)- Numarul de articole citate si numarul de citari urmarite pe scala de timp la care se refera acest proiect;
- c)- Procentajul de articole necitate intr-o perioada de timp;
- d)- Numarul anual de articole/subdomeniu, directie, grup de cercetare;
- e)- Numarul tezelor de doctorat sustinute si in pregatire;
- f)- Numarul de proiecte in Programe europene, internationale, PN I si PN II;
- g)- Numarul de tehnologii cu aplicare directa in economie;
- h)- Numar brevete acordate si inregistrate;
- i)-Altele: de ex. retelele seismice realizate in colaborare internationala;

Primii patru indicatori sunt legati de criteriul referitor la productivitate stiintifica si impact, care creaza vizibilitate pe plan national si international. Analiza statistica cantitativa va permite identificarea unor grupuri de autori afiliati unei anumite institutii care contribuie cu publicatii la un anumit subdomeniu sau o anumita directie. Al cincilea indicator se refera la criteriul legat de perfectionarea resursei umane prin scoli doctorale. Indicatorul privind proiectele castigate prin competitie in programele nationale si internationale furnizeaza o masura a capacitatii de atragere de resurse financiare si de participare la colaborarea stiintifica a cercetatorilor din diverse domenii ale fizicii. In sfarsit urmatarii doi indicatori se refera la criteriul aportului cercetarii de fizica in domeniul tehnologiei si inovarii.

### *Indicatorul a) de productivitate stiintifica*

Numarul de publicatii aparut intr-un anumit interval de timp in domeniul fizicii este cel mai simplu indicator. Vor fi numarate deasemenea articolele aparute intr-un subdomeniu sau intr-o directie. Exista si posibilitatea normarii acestor valori prin numarul de cercetatori activi dintr-o directie, subdomeniu sau domeniu.

Acelasi indicator poate fi pus in corelatie cu factorii de impact si categoria revistei in care au aparut respectivele articole stiintifice.

### *Indicatorii de vizibilitate: citari si impact (indicatorii b, c si d)*

Pentru o publicatie data se poate evalua dupa un anumit interval ("fereastra de citare") numarul de citari primite. Factorul de impact al revistelor (Impact Factor in "Journal of Citation Report-JCR"), a fost definit prin numarul mediu de citari per articol, calculat dupa anumite conventii.

Un indicator de impact necesita o normalizare pe disciplina sau domeniu. Se va utiliza un indicator de impact relativ care este raportul, de exemplu pentru o tara intr-un domeniu dat, a partii mondiale de citari obtinute si a partii mondiale corespunzatoare de publicatii. Deasemenea se va raporta numarul mediu de citari per publicatie, obtinut de acea tara in acel domeniu, la valoarea medie mondiala. Acest indicator permite o comparare a disciplinelor, neavand proprietatile unei medii ponderate.

### *3.5 Alti indicatori speciali*

#### Indicatorii de specializare

Indicele de specializare raporteaza ponderea unei tari intr-o disciplina la ponderea aceleiasi tari in toate disciplinele. Acest lucru se va face si in cazul subdomeniilor fizicii in raport cu contributia globala a fizicii. Se poate raporta deasemenea ponderea disciplinei (subdomeniului) in acea tara la ponderea disciplinei (subdomeniului) in lume. Acest indicator permite sa se stabileasca si sa se compare profilul disciplinar in diferite tari. O valoare neutra este egala cu 1; o valoare superioara lui 1 semnifica o specializare in timp ce o valoare inferioara arata ca este vorba de o sub-specializare. Evident ca indicatorii de specializare sunt relevanti in raport cu cadrul de referinta (national, grup de tari, mondial).

#### Indicatorii relationali

Ca o regula generala, comunitatea stiintifica este puternic interconectata iar relatiile intre diversii actori pot fi analizate sub aspectul cosemnarii unor articole (copublicatii) stiintifice care raporteaza rezultate obtinute prin colaborare. Cuantificarea copublicatiilor presupune o serie de alegeri metodologice. Prima priveste tipul de numarare fractionara sau numarare a prezentei, mentionate anterior. Se va prefera in cadrul acestui proiect numararea de prezenta mai intuitiva in raport cu notiunea de colaborare: se face ipoteza ca faptul de a



cosemna presupune stabilirea unei legaturi intre cosemnatari, independent de prezenta altor cosemnatari, uneori foarte numerosi.

Indicatorul relational de baza va fi calculul fractiei de publicatii de fizica co-autorate prin colaborare internationala. In acest mod, se va putea stabili ponderea publicatiilor co-autorate in totalul articolelor cu profil de fizica (sau dintr-un anume domeniu al acesteia) dar si ponderea publicatiilor co-autorate de autori romani si de autori dintr-o anumita tara din lume.

### *3.6 Realizarea unei bazei de date cu structura si continut adaptate necesitatilor de evaluare, caracterizare si prezentare a rezultatelor privind situatia fizicii romanesti*

Se urmareste realizarea urmatoarelor componente (module) ale bazei de date mentionate:

- modulul privind outputul stiintific si tehnologic (articole, carti, brevete, tehnologii) cu selectiile necesare pentru indicatori;
- modulul privind infrastructura de cercetare dedicata fizicii;
- modulul privind resursa umana implicata in cercetarea de fizica cu selectii pentru grad stiintific, doctori, doctoranzi, varsta, autori de publicatii in reviste ISI;
- modulul privind proiectele de cercetare nationale si internationale implicand subiecte de fizica

Componentele bazei de date vor fi descrise si caracterizate (realizare-structura, continut, modalitati de corelare a datelor din colectia primara , accesare-modalitati de interogare si posibilitati de vizualizare a rezultatelor, selectie-posibilitati de rafinare a rezultatelor, etc.) si vor fi date o serie de exemple de rezultate semnificative.

Baza de date contine trei tipuri de fisiere:

- A) Fisiere cu date despre institutii, fizicieni si reviste
- B) Fisiere cu date privind lucrarile publicate
- C) Fisiere cu date despre proiecte si cooperari internationale

Aceste fisiere vor fi apelate de un sistem software care va genera diferite tabele sau grafice. Vom descrie pe scurt structura fisierelor.

#### **A) Fisiere cu date despre institutii, fizicieni si reviste**

Aceasta grupa va contine fisiere in care informatia are un caracter permanent:

#### **INSTITUTIONS: datele institutiilor cu profil de cercetare**

*Observatie* : vor fi luate in considerare entitatile cu personalitate juridica distincta avand activitati de cercetare si care sunt incluse in Registrul Potentialilor Contractor (RPC), in primul rand Institutele Nationale de C-D si Universitatile.

Nume complet institutie

Adresa

Alte informatii

**PEOPLE: datele cercetatorilor si cadrelor didactice din domeniul fizicii**

Nume, prenume

Data nastere

Specializarea principala

Facultatea / anul absolvirii

Numele conducatorului de doctorat

Titlul tezei de doctorat / anul sustinerii

Locurile de munca (conform fisierului **INSTITUTIONS**) cu perioadele aferente

**JOURNALS: reviste in care apar publicatiile din baza de date**

Denumire publicatie

Denumire scurta

Editura

ISSN

Factori de impact/an

**AREAS**

Domenii importante ale fizicii

**KEYS**

Cuvinte cheie

Grupele B si C vor contine informatia care va fi actualizata periodic.

**B) Fisiere cu date privind lucrari publicate: din baza de date ISI**

**WORKS: lucrarile publicate in revistele din fisierul JOURNALS sau carti**

Nume, prenume autori (conform fisierului **PEOPLE**)

Nume lucrare / nume carte

Nume revista (conform fisierului **JOURNALS**) / nume carte

Numar, An, Pagina / Editura pentru carti

Domenii (conform fisierului **AREAS**)

Cuvinte cheie (conform fisierului **KEYS**)

Abstract

Referinte

**MOD DE COMPLETARE:** Se vor extrage automat toate lucrarile persoanelor din fisierul **PEOPLE**. Dupa aceea se va face o verificare automata ca afilierea sa fie conform fisierului **INSTITUTIONS**, domeniile sa fie conform fisierului **AREAS** si cuvintele cheie conform fisierului **KEYS**.

**C) Fisiere cu date despre proiecte si cooperari internationale: din bazele de date ale Institutiilor**

**PROJECTS: proiectele la care participa diverse institutii**

Cod proiect (acronim)

Nume proiect

Nume domenii (conform fisierului **AREAS**)

Cuvinte cheie (conform fisierului **KEYS**)

Codurile institutiilor participante (conform fisierului **INSTITUTIONS**)

Codurile institutiilor finantatoare (conform fisierului **INSTITUTIONS**)

Perioada de desfasurare

Lista de personal (conform fisierului **PEOPLE**)

Lista dotarilor peste 100.000 euro

Valoarea proiectului

**COOPERATIONS: cooperarile internationale ale institutiilor**

Cod proiect (acronim)

Nume proiect

Nume domenii (conform fisierului **AREAS**)

Cuvinte cheie (conform fisierului **KEYS**)

Codurile institutiilor participante (conform fisierului **INSTITUTIONS**)

Codurile institutiilor finantatoare (conform fisierului **INSTITUTIONS**)

Perioada de desfasurare

Persoanele participante (conform fisierului **PEOPLE**) cu perioadele de activitate

#### **4. Metodologia de evaluare a potentialului de participare la mari colaborari internationale in fizica**

##### *4.1 Mari colaborari internationale in domeniul fizicii*

Marile colaborari internationale vor fi definite si clasificate. Pe baza de exemplificari se vor preciza momentul de start al colaborarii, stadiul (in functiune/ in constructie), durata previzionata si alte elemente definitorii.



Fig. 4- Tunelul acceleratorului Large Hadron Collider de la CERN

Printre caracteristicile principale ale marilor colaborari internationale mentionam:

- sunt dezvoltate in cadrul unor mari infrastructuri experimentale (CERN, FAIR, Fermilab, etc) (LHC – accelerator cu circumferinta de 27 km, constructia a costat ~3 miliarde euro- Fig. 4); acestea fac parte integranta din strategia internationala de dezvoltare a marilor infrastructuri internationale

- colaborarile sunt multi-nationale, numarul tarilor participante fiind foarte mare (la ATLAS-CERN participa 37 de tari, la CMS-CERN 37 de tari)
- numarul de institutii participante este mare (la ATLAS ~172 de institutii, la CMS-CERN ~155 institutii)
- numarul de cercetatori participanti este foarte mare (ATLAS : ~ 3000 de cercetatori)
- dispozitivele experimentale sunt de mari dimensiuni iar costurile depasesc in general potentialul financiar al unei singure tari (ATLAS: 45 metri lungime, 25 de metri inaltime, cantareste 7000 tone, constructia a costat ~700 MCHF; CMS: 21 m lungime, 15 m inaltime, greutate 12500 tone, constructia a costat ~460 MCHF)-Fig. 5

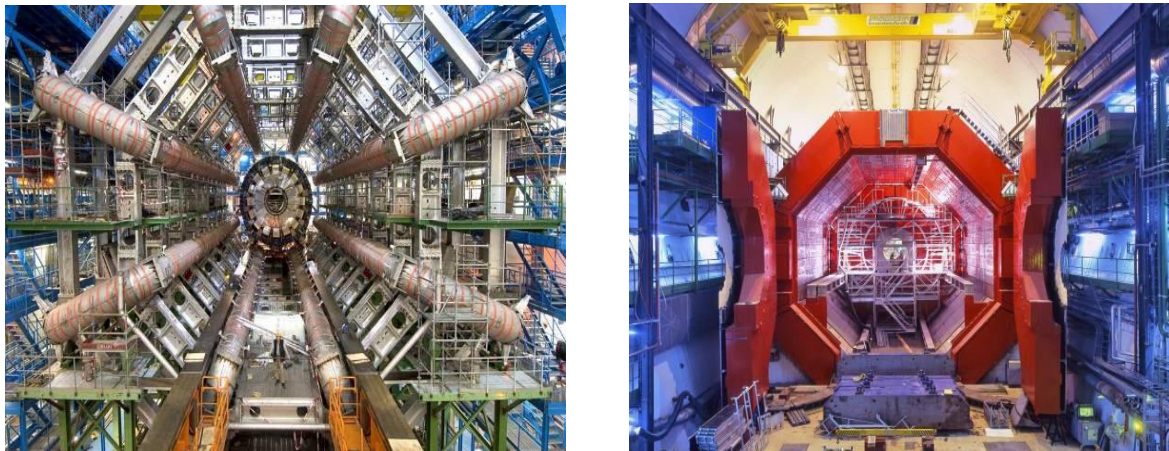


Fig. 5- Experimentele ATLAS si ALICE de la CERN: etape din instalarea componentelor detectorilor

- programul stiintific al marilor colaborari internationale are ca obiectiv gasirea unor raspunsuri la marile probleme fundamentale ale cunoasterii.
- In continuare vom prezenta trei exemple de mari colaborari internationale : Large Hadron Collider (LHC), Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR) si Extreme Light Infrastructure (ELI)

**Large Hadron Collider (LHC)**, gigantul accelerator de particule, a fost construit pentru a raspunde la chestiuni ramase inca nerezolvate din fizica particulelor. Desi in ultimele cateva decenii, fizicienii au descris din ce in ce mai detaliat particulele fundamentale care formeaza Universul si interactiunile dintre ele, exista inca multe intrebari fara raspuns. Pana in prezent nu se stie care este originea masei iar descoperirea ipoteticului boson Higgs, esentiala pentru aplicarea Modelului Standard, ar putea fi un raspuns la intrebare. Studiul materiei si energiei intunecate („dark matter and dark energy”) reprezinta astazi una din cele mai mari provocari ale domeniilor fizicii particulelor si cosmologiei. Diferentele subtile dintre materie si antimaterie vor fi deasemenea analizate in cadrul experimentelor. In sfarsit,



vor fi recreate conditiile similare cu cele de dupa Big Bang, in particular pentru a analiza proprietatile plasmei de quarci si gluoni (Fig. 6) .

- tematica de cercetare cuprinde o lista larga de subiecte abordate
- obtinerea informatiilor experimentale contribuie la dezvoltarea unor noi tehnologii

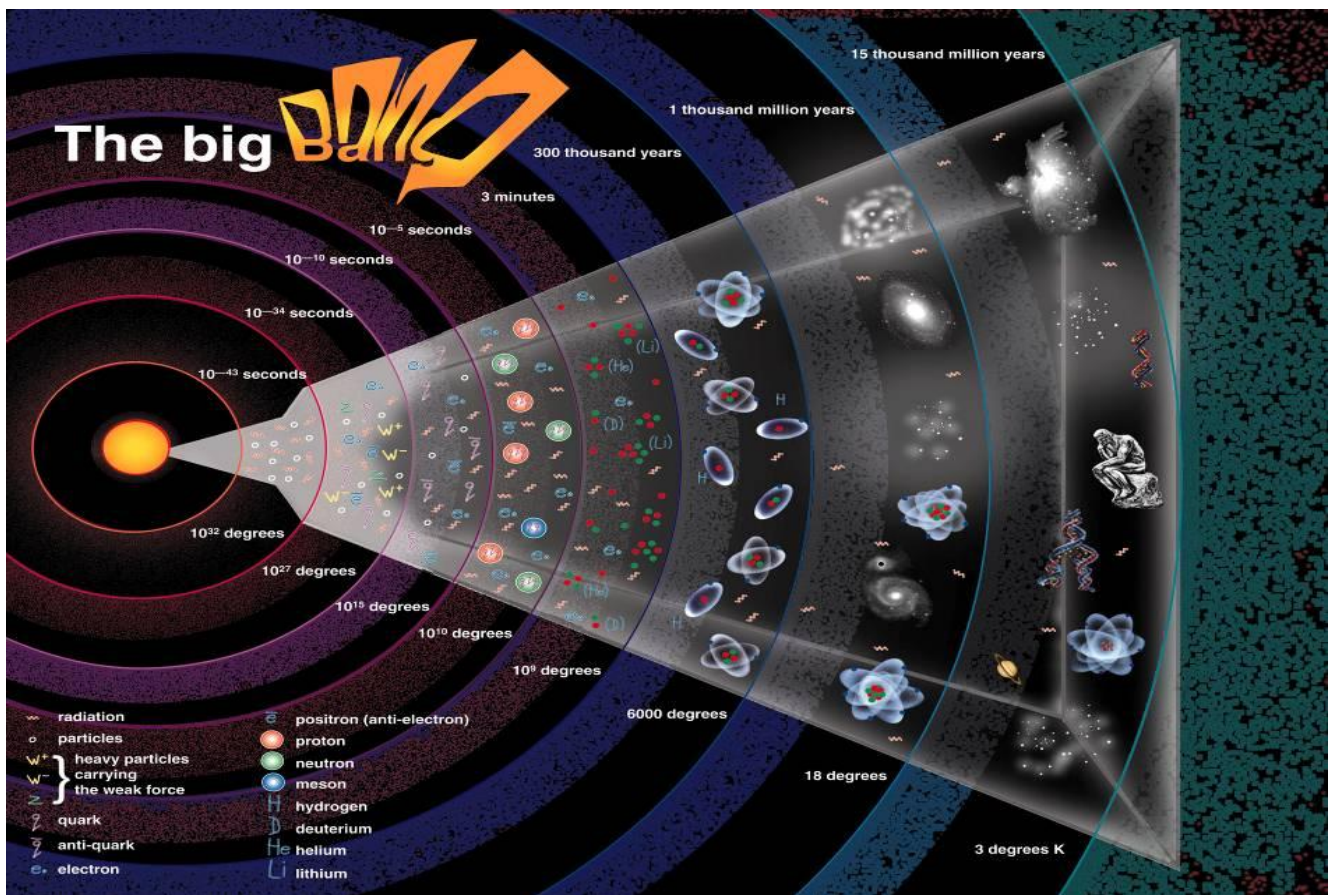


Fig. 6-Tabloul post Big-Bang pe scala timpului si a temperaturii

- toate institutiile participante semneaza acorduri de colaborare la nivel institutional (MoU - Memorandum of Understanding, acorduri de colaborare, etc.).
- contributiile financiare sunt mari: taxe de participare, costuri de intretinere si operare („maintenance and operation”) , etc.
- infrastructura IT necesara stocarii si prelucrarii a datelor este de mare anvergura (sisteme informationale de tip GRID-Fig. 7, mari centre nationale de calcul, etc).



Fig. 7- Tehnologia IT de tip GRID presupune punerea in comun a unui numar nelimitat de sisteme informationale care, prin interconectarea lor, realizeaza o distribuire a sarcinilor in intreaga retea formata.

- numarul de publicatii este mare

Un alt exemplu de facilitate pan-europeana la care Romania este tara participante este „**Facility for Antiproton and Ion Research** „ (FAIR) (Fig. 8). FAIR va furniza fascicule primare si secundare de ioni de energii inalte avand intensitati mari si o calitate deosebita, inclusiv un „fascicol de antimaterie” de antiprotoni, care vor permite efectuarea de cercetari de frontiera in cinci discipline diferite ale fizicii. Mentionam printre acestea: cercetari de fizica structurii nucleare si astrofizica nucleara cu fascicule radioactive, studii QCD cu fascicule racite de anti-protoni, fizica materiei hadronice la densitati barionice maxime, fizica plasmei la presiuni, densitati si temperaturi foarte mari,etc.

Doa sincrotrone superconductoare vor produce fascicule ionice de mare intensitate de pana la 35 GeV per nucleon pentru experimente cu fascicule primare cu mase ionice pana la Uraniu ca si o larga gama de fascicule ionice radioactive. Constructia va fi amplasata la GSI Darmstadt, Germania, fiind rezultatul colaborarii a 44 tari participante printre care si Romania



Fig. 8-Schita de proiect pentru „Facility for Antiproton and Ion Research „, (FAIR).

Proiectul **Extreme Light Infrastructure (ELI)** este o noua infrastructura dedicata cercetarii stiintifice in domeniul laserilor, in special investigatiilor si aplicatiilor interactiei laser-materie la nivele de intensitate cu sase ordine de marime mai mari decat cele atinse astazi. Proiectul este rezultatul colaborarii a 13 tari Europene. Are trei piloni importanti dintre care unul se refera la optica relativista, altul se consacra investigarii temporale a dinamicii electronilor in atomi, molecule , plasmе si solide la scala attosecundelor si , in sfarsit, al treilea este legat de dezvoltarea si utilizarea unor pulsuri ultracurte de particule si radiatii de energii inalte atingand aproape viteza luminii (100 GeV). Romania va gazdui unul dintre acesti piloni si este implicata in faza pregatitoare a proiectului care va avea loc pana in Noembrie 2010.

#### *4.2 Criterii specifice de evaluare a participarii la mari colaborari internationale*

Criteriile specifice de evaluare vor fi diferite in functie de:

- noi colaborari:

- expertiza anterioara a cercetatorilor romani in tematica convenita care reprezinta contributia Romaniei
- experienta in participarea la proiecte europene si internationale
- resursa umana previzionata a fi implicata in colaborare
- implicarea tinerilor cercetatori.

- colaborari existente:

- cresterea vizibilitatii cercetarilor romanesti ca urmare a participarii la colaborare
- realizarea de tehnologii si produse noi necesare colaborarii
- atragerea tinerilor cercetatori in colaborare.



### *4.3 Indicatori specifici folositi in evaluarea participarii la mari colaborari internationale*

Lista marilor colaborari internationale, a programelor si a acordurilor de cooperare in domeniul fizicii care vor fi considerate pentru calculul indicatorilor propusi mai jos va fi stabilita pe baza propunerilor primite de la institutiile C-D.

Vor fi folositi urmatorii indicatori de evaluare:

- publicatii: numar de articole rezultate, factor ISI al revistelor, numar de autori romani care activeaza intr-o institutie din Romania
- acorduri de colaborare semnate la nivel institutional (Memorandum of Understanding, Cooperation Agreement, etc)
- contributii la proiectarea (R&D), constructia si comisionarea (operarea si punerea in functiune, calibrare, etc.) echipamentelor experimentale
- tehnologii si produse noi realizate in cadrul colaborarilor internationale
- dezvoltarea in cadrul institutiilor nationale a unor laboratoare care contribuie la dezvoltarea echipamentelor experimentale ale marilor colaborari internationale, la stocarea si prelucrarea datelor experimentale (Fig. 9)
- evidentierea contributiilor in-kind care arata capacitatea institutiilor de a proiecta si dezvolta in Romania tehnologii experimentale de inalta performanta
- numarul de cercetatori si personal tehnic calificat implicati
- evidentierea numarului de cercetatori tineri implicati in colaborare: studenti si doctoranzi
- numarul de diplome, dizertatii si teze de doctorat sustinute in cadrul colaborarii internationale
- taxe si contributii financiare de diverse tipuri



Fig. 9 Constructia in IFN-HH a detectorilor TRD pentru detectorul ALICE de la CERN: diferite etape de lucru

#### *4.4 Realizarea bazei de date privind evaluarea participarii la mari colaborari internationale si prezentarea rezultatelor*

Pe baza criteriilor prezentate mai sus se va implementa si caracteriza componenta specifica a bazei de date (realizare, accesare, aplicatii de interogare, etc.).

Structura bazei de date este urmatoarea:

- codul proiectului (acronim)
- nume proiect
- numele domeniului
- cuvintele cheie

- codurile institutiilor participante
- codurile institutiilor finantatoare
- perioada de desfasurare
- persoanele participante si perioadele lor de activitate

Restul informatiilor necesare evaluarii sunt stocate in alte structuri de date apartinand bazei de date generale. Detaliile despre arhitectura generala a bazei de date sunt prezentate intr-un alt capitol.

## **5. Concluzii**

Acest raport are ca scop precizarea metodologiei de evaluare a fizicii din Romania si a marilor colaborari internationale in care fizica romaneasca a fost implicata in ultimul deceniu. Sunt precizate metodele uzuale folosite in diverse tari pe plan national si international si sunt descrise criteriile si principalii indicatori care vor fi folositi in scopul evaluarii diverselor domenii ale fizicii. Setul de indicatori legati de productia stiintifica, de vizibilitatea acesteia si de cooperarea internationala permite nu numai o analiza comparativa (benchmarking) ci si identificarea tendintelor de evolutie a domeniului si stabilirea de prioritati pentru viitor. O baza de date multimodulara va fi construita plecand de la Web of Science si chestionarele institutionale care vor completa informatia necesara.

Evaluarea fizicii va permite obtinerea de informatii de valoare privind impactul cercetarii asupra invatamantului, educatiei, formarii profesionale (“training”), transferului de cunoastere in alte sectoare economice si sociale si a conectivitatii internationale. Rezultatele aplicarii acestei metodologii de evaluare vor constitui baza optimizarii deciziilor strategice si a formularii de recomandari utile pentru organismele de “science policy”.

**Raportori: F. Vasiliu, C. Panaiotu, C. Alexa, D. Delion**

## Bibliografie

[1] Science and Engineering Indicators 2008, Arlington, VA, National Science Foundation (volume 1, NSB 08-01; volume 2, NSB 08-01A). ed. by National Science Board 2008

[2] OECD Science, Technology and Industry Outlook 2008. <http://www.oecd.org/document/>

[3] S. Sandu, G. Zaman, R. Gheorghiu, C. Modoran , ERAWATCH Country Report 2008 “An assessment of research system and policies-Romania “, JRC Scientific and Technical reports, EUR 23766 EN/2-2009.

[4] EUROPEAN COMMISSION, Key Figures 2007, Towards a European Research Area Science, Support for the coherent development of policies, Directorate-General for Research, EUR 22572 EN

[5] EUROPEAN COMMISSION, A More Research-Intensive and Integrated European Research Area, Science, Technology and Competitiveness key figures report 2008-2009, Directorate-General for Research, EUR 23608 EN

[6] Key Figures on Science and Technology 2006, OST Paris, p.47

[7] INDICATEURS DE SCIENCES ET DE TECHNOLOGIES, Édition 2008, OST rapport, Éditions Economica & OST.

[8] “Scientific Profile Activities in Central and East Europe Countries – A Comparative Study Based on Scientific Publication Indicators and International Co-publications”(UNESCO Report, 2002).

[9] Evaluation of Scientific Research :Selected Experiences, OECD, OCDE/GD(97)194, Paris, 1997

[10] INDICATEURS DE SCIENCES ET DE TECHNOLOGIES Édition 2008, Ed. Economica, Paris

[11] Indicateurs bibliométriques des institutions publiques de recherche françaises, OST, Dec. 2004

[12] Bibliometrics as a tool for the analysis of the scientific production of a country, Feb 2009, OST, Paris, France

[13] PSA target metrics for the UK research base Office of Science and Innovation, PSA target metrics march 2007, Evidence Ltd, England, 2007

[14] National Science Board. 2008. Science and Engineering Indicators 2008. Two volumes. Arlington, VA: National Science Foundation (volume 1, NSB 08-01; volume 2, NSB 08-01A).

[15] Science and Technology Indicators Summary 2008, Netherlands Observatory of Science and Technology (NOWT)

- [16] T. Oksanen, A. Lehvo , A. Nuutinen , Scientific Research in Finland: A Review of Its Quality and Impact in the Early 2000s, Academy of Finland, Helsinki, Finland 2003
- [17] J. Adams, C. King, Global Research Report: Brazil, Research and Collaboration in a New Geography of Science, Thomson-Reuters 2009, ISBN 1-904431-20-8
- [18] G. Czapski, Y. Ilan, International status of Israeli research: a comparative analysis using scientometric indices, Technion-Israel Institute of Technology, October 2004
- [19] <http://science.thomsonreuters.com/>
- [20] I. Haiduc, “Raport de evaluare a performanțelor actuale ale activității de C-D-I , inclusiv a performanțelor PNCDI-1” , martie 2006
- [21] Paginile web ale conducătorilor de programe.
- [22] CARTEA ALBĂ A CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE din UNIVERSITĂȚILE ROMÂNESTI, MEC, ANCS, București 2005.
- [23] CARTEA ALBĂ A CERCETĂRII-DEZVOLTĂRII din INSTITUTELE NAȚIONALE DE C-D, MEC, ANCS, Buc. 2006.
- [24] UNESCO Regional Bureau for Science and Culture in Europe, ”Enhancing Science Policy and Management in South Eastern Europe-Science and Technology Statistics and Indicators Systems”, 2007.
- [25] J. Vanecek, Bibliometric analysis of the Czech research publications from 1994 to 2005 , Scientometrics, Vol. 77, No. 2 (2008) 345–360
- [26] S. M. Dhawan, B. M. Gupta, Comparative evaluation of Indian physics research: impact factor vs citations frequency , Current Science, 86, 9 (2004) 1194
- [27] S.M. Dhawan , B.M. Gupta , Evaluation of Indian physics research on journal impact factor and citations count: a comparative study, DESIDOC Bulletin of Information Technology , 25, 3 (2005 ) 3-7
- [28] B.M. Gupta, S. M. Dhawan, Status of physics research in India: An analysis of research output during 1993–2001, Scientometrics, 78, 2 (2009) 295–316
- [29] E.J. Rinia , Th.N. van Leeuwen , H.G. van Vuren , A.F.J. van Raan , Comparative analysis of a set of bibliometric indicators and central peer review criteria. Evaluation of condensed matter physics in the Netherlands, Research Policy , 27 (1998) 95–107
- [30] S. Bhattacharya, S. P. Singh, P. Sudhakar, Tracking changes in research priorities in physics: a macrolevel analysis, Scientometrics, 40, 1 (1997) 57-82
- [31] “Les Systemes nationaux de recherche et d’innovation du monde et leur relation avec la France-Elements de retrospective, situation actuelle et futurs possibles, Estonie, Lettonie, Lituanie, Slovaquie, Slovenie, Bulgarie, , Roumanie, sept. 2004, OST, 2005
- [32] 2008 Profile Pays : Roumanie, OST, Dec. 2008

## Anexa 2.1: Schema PACS – primele două nivele

### 00—General (General)

- [01. Communication, education, history, and philosophy](#) (Comunicare, educatie , istorie si filosofie)
- [02. Mathematical methods in physics](#) (Metode matematice in fizica)
- [03. Quantum mechanics, field theories, and special relativity](#) (Mecanica cuantica, teorii de camp si relativitatea speciala)
- [04. General relativity and gravitation](#) (Relativitatea generala si gravitatie)
- [05. Statistical physics, thermodynamics, and nonlinear dynamical systems](#) (Fizica statistica, termodinamica si sisteme dinamice neliniare)
- [06. Metrology, measurements, and laboratory procedures](#) (Metrologie, masuratori si proceduri de laborator)
- [07. Instruments, apparatus, and components common to several branches of physics and astronomy](#) (Instrumente, aparate si componente comune diferitelor ramuri ale fizicii si astronomiei)

### 10—The Physics of Elementary Particles and Fields (Fizica particulelor elementare si campurilor)

- [11. General theory of fields and particles](#) (Teoria generala a campurilor si particulelor)
- [12. Specific theories and interaction models; particle systematics](#) (Teorii specifice si modele de interactie; sistematica particulelor)
- [13. Specific reactions and phenomenology](#) (Reactii specifice si fenomenologie)
- [14. Properties of specific particles](#) (Proprietati ale particulelor specifice)

### 20—Nuclear Physics (Fizica Nucleara)

- [21. Nuclear structure](#) (Structura nucleara)
- [23. Radioactive decay and in-beam spectroscopy](#) (Dezintegrare radioactive si spectroscopie "in-beam")
- [24. Nuclear reactions: general](#) (Reactii nucleare: general)
- [25. Nuclear reactions: specific reactions](#) (Reactii nucleare:reactii specifice)
- [26. Nuclear astrophysics](#) (Astrofizica nucleara)
- [27. Properties of specific nuclei listed by mass ranges](#) (Proprietati ale nucleelor specifice clasificate pe intervale de masa)
- [28. Nuclear engineering and nuclear power studies](#) (Inginerie nucleara si studii de putere nucleara)
- [29. Experimental methods and instrumentation for elementary-particle and nuclear physics](#) (Metode experimentale si instrumentatie pentru fizica particulelor elementare si fizica nucleara)

### 30—Atomic and Molecular Physics (Fizica atomica si moleculara)

- [31. Electronic structure of atoms and molecules: theory](#) (Structura electronica a atomilor si moleculelor: teorie)

[32. Atomic properties and interactions with photons](#) (Proprietati atomice si interactii cu fotonii)

[33. Molecular properties and interactions with photons](#) (Proprietati moleculare si interactii cu fotonii)

[34. Atomic and molecular collision processes and interactions](#) (Procese de ciocniri atomice si moleculare si interactii)

[36. Exotic atoms and molecules; macromolecules; clusters](#) (Atomi exotici si molecule; macromolecule; clasteri)

[37. Mechanical control of atoms, molecules, and ions](#) (Controlul mecanic al atomilor, moleculelor si ionilor)

**40—Electromagnetism, Optics, Acoustics, Heat Transfer, Classical Mechanics, and Fluid Dynamics (Electromagnetism, Optica, Acustica, Transfer termic, Mecanica clasica si Dinamica fluidelor)**

[41. Electromagnetism; electron and ion optics](#) (Electromagnetism; optica electronica si ionica)

[42. Optics](#) (Optica)

[43. Acoustics](#) (Acustica)

[44. Heat transfer](#) (Transfer termic)

[45. Classical mechanics of discrete systems](#) (Mecanica clasica a sistemelor discrete)

[46. Continuum mechanics of solids](#) (Mecanica continua a solidelor)

[47. Fluid dynamics](#) (Dinamica fluidelor)

**50—Physics of Gases, Plasmas, and Electric Discharges (Fizica gazelor, plasmei si descarcarilor electrice)**

[51. Physics of gases](#) (Fizica gazelor)

[52. Physics of plasmas and electric discharges](#) (Fizica plasmelor si descarcarilor electrice)

**60—Condensed Matter: Structural, Mechanical and Thermal Properties (Fizica materiei condensate:: Proprietati structurale, mecanice si termice)**

[61. Structure of solids and liquids; crystallography](#)

[62. Mechanical and acoustical properties of condensed matter](#)

[63. Lattice dynamics](#)

[64. Equations of state, phase equilibria, and phase transitions](#)

[65. Thermal properties of condensed matter](#)

[66. Nonelectronic transport properties of condensed matter](#)

[67. Quantum fluids and solids](#)

[68. Surfaces and interfaces; thin films and nanosystems \(structure and nonelectronic properties\)](#)

**70—Condensed Matter: Electronic Structure, Electrical, Magnetic, and Optical Properties**

[71. Electronic structure of bulk materials](#)

[72. Electronic transport in condensed matter](#)

[73. Electronic structure and electrical properties of surfaces, interfaces, thin films, and low-dimensional structures](#)

[74. Superconductivity](#)



- [75. Magnetic properties and materials](#)
- [76. Magnetic resonances and relaxations in condensed matter, Mössbauer effect](#)
- [77. Dielectrics, piezoelectrics, and ferroelectrics and their properties](#)
- [78. Optical properties, condensed-matter spectroscopy and other interactions of radiation and particles with condensed matter](#)
- [79. Electron and ion emission by liquids and solids; impact phenomena](#)

**80—Interdisciplinary Physics and Related Areas of Science and Technology (Fizica interdisciplinara si domenii inrudite ale stiintei si tehnologiei)**

- [81. Materials science](#) (Stiinta materialelor)
- [82. Physical chemistry and chemical physics](#) (Chimia fizica si fizico-chimia)
- [83. Rheology](#) (Reologia)
- [84. Electronics; radiowave and microwave technology; direct energy conversion and storage](#) (Electronica;tehnologii de radio- si microunde; conversia directa si stocarea energiei)
- [85. Electronic and magnetic devices; microelectronics](#) (Dispozitive electronice si magnetice;microelectronica)
- [87. Biological and medical physics](#) (Fizica biologica si medicala)
- [88. Renewable energy resources and applications](#) (Resurse energetice regenerabile si aplicatii)
- [89. Other areas of applied and interdisciplinary physics](#) (Alte arii ale fizicii aplicate si interdisciplinare)

**90—Geophysics, Astronomy, and Astrophysics (Geofizica, Astronomie si Astrofizica)**

- [91. Solid Earth physics](#) (Fizica Pamantului)
- [92. Hydrospheric and atmospheric geophysics](#) (Geofizica hidrosferei si atmosferei)
- [93. Geophysical observations, instrumentation, and techniques](#) (Observatii geofizice, instrumentatie si tehnici)
- [94. Physics of the ionosphere and magnetosphere](#) (Fizica ionosferei si magnetosferei)
- [95. Fundamental astronomy and astrophysics; instrumentation, techniques, and astronomical observations](#) (Astronomie si Astrofizica fundamentala; instrumentatie, tehnici si observatii astronomice)
- [96. Solar system; planetology](#) (Sistemul solar; planetologie)
- [97. Stars](#) (Stele)
- [98. Stellar systems; interstellar medium; galactic and extragalactic objects and systems; the Universe](#) (Sisteme stelare;mediul interstelar;obiecte si sisteme galactice si extragalactice; Universul)



## **Anexa 2.2: Schema SCIE - categorii de subiecte legate de fizică**

Acoustics	43
Astronomy & Astrophysics	95
Biophysics	87
Chemistry, Physical	82
Crystallography	61
Instruments & Instrumentation	07
Materials Science, Characterization & Testing	81
Materials Science, Multidisciplinary	81
Mathematics, Interdisciplinary Applications	02
Meteorology & Atmospheric Sciences	92,94
Multidisciplinary Sciences	80
Optics	42
Physics, Applied	80,89
Physics, Atomic, Molecular & Chemical	30
Physics, Condensed Matter	60,70
Physics, Fluids & Plasmas	47,50
Physics, Mathematical	02
Physics, Multidisciplinary	80,89
Physics, Nuclear	20
Physics, Particles & Fields	10
Spectroscopy	
Thermodynamics	

# **ANEXA 3: Pregătirea cadrului operațional și metodologic de stabilire a obiectivelor strategice în cercetarea de fizică din țară și a strategiei de participare la mari colaborări internaționale**

## **CUPRINS**

1. Introducere
2. Strategii internaționale și naționale în domeniul cercetării; situația fizicii
  - 2.1 Strategii în domeniul cercetării la nivel internațional
  - 2.2 Strategii în domeniul cercetării la nivel național în diferite țări
  - 2.3 Strategia în domeniul cercetării în România
3. Metodologia de stabilire a obiectivelor strategice în cercetarea de fizică din România
  - 3.1 Rolul cercetării de fizică în România
  - 3.2 Analiza factorilor de influență privind cercetarea de fizică la nivel național
  - 3.3 Consultarea structurată a experților pentru stabilirea obiectivelor strategice
  - 3.4 Formularea obiectivelor strategice și stabilirea priorităților
4. Metodologia de elaborare a strategiei de participare a României la mari colaborări internaționale
  - 4.1 Rolul participării României la mari colaborări internaționale în domeniul fizicii
  - 4.2 Analiza factorilor de influență privind participarea la mari colaborări internaționale
  - 4.3 Consultarea structurată a experților în vederea elaborării strategiei
  - 4.4 Elaborarea strategiei pe termen scurt și mediu și stabilirea priorităților
5. Concluzii
- Referințe

## 1. Introducere

Fizica este o stiinta fundamentala, de descoperire, cu caracter universal si cu implicatii majore asupra vietii economice si sociale a intregii omeniri, inclusiv a Romaniei.

Pentru a se asigura integrarea și corelarea echilibrată a strategiilor din domeniul fizicii, trebuie ca acestea sa fie raliat/aliniate la cateva din principiile directoare ale Strategiei UE, si anume:

- Utilizarea cunoștințelor moderne pentru asigurarea eficienței economice și investiționale;
- Aplicarea principiului precauției în cazul informațiilor științifice incerte;
- Implicarea activa a mediului de afaceri și a partenerilor sociali, in scopul utilizarii rezultatelor cercetarilor.

Aceasta selectare a numai catorva principii directoare nu insemna neglijarea/incalcarea celorlalte, ci faptul ca acestea se regasesc direct in cadrul politicilor stiintifice din domeniul stiintelor naturale, cu precadere a fizicii.

Monitorizarea tendințelor dezvoltării domeniului fizicii trebuie sa implice si utilizarea unor indicatori situați în afara activității economice. Aceasta tendinta a precedat in mod istoric formularea principiilor dezvoltării durabile, mergand pe plan mondial in paralel cu procesul de definire a strategiilor de dezvoltare durabilă - elaborate sub egida Națiunilor Unite și, respectiv, a UE.

Raportul de fata prezinta cadrul operational si metodologic pentru elaborarea strategiei cercetarii de fizica din Romania si a participarii Romaniei la marile colaborari internationale. In acest scop se face o trecere succinta in revista a strategiilor internationale si nationale in domeniul cercetarii si a situatiei existente in domeniul fizicii. Sunt prezentate totodata obiectivele strategice si modalitatile propuse pentru elaborarea strategiei pe termen scurt si mediu.

## 2. Strategii internaționale si naționale in domeniul cercetarii; situatia fizicii

### 2.1 Strategii in domeniul cercetarii la nivel international

La nivel international exista strategii elaborate de institutii internationale, de exemplu CERN (Centrul European pentru Cercetari Nucleare), ca si organisme create pentru a coordona activitatile intr-un anumit domeniu (de exemplu EFDA).

In 2006, la Lisabona, Consiliul CERN a adoptat **“European strategy for particle physics”**. In acord cu aceasta strategie, Europa in ansamblu trebuie sa-si manifeste rolul de “leadership” in domeniu, in contextul cresterii globalizarii. In acord cu aceasta strategie trebuie ca Europa sa creasca importanta universitatilor, a laboratoarelor nationale si internationale si a laboratoarelor CERN. Principalele domenii strategice vizeaza:

- Acceleratorul LHC
- Fizica neutrinilor
- Fizica in laboratoare subterane pentru explorarea fenomenelor rare
- Surse de fotoni de mare putere si energie
- Aplicatiile fizicii particulelor si fizicii nucleare in medicina (investigatii si tratament)
- Implementarea sistemului Grid.

Detalii asupra strategiei in fizica particulelor elementare in Europa, elaborate de CERN pot fi gasite la adresele internet din Ref. [9].

In 2001 a fost fondata ApPEC (Astroparticle Physics European Coordination), ca un organism care grupeaza Agentii stiintifice europene, care a constituit in 2007 ASPERA, European Union ERANET project, cu scopul realizarii unei strategii la nivel european.

Prima faza a acestei strategii a fost realizata in 2007, descriind optiunile pentru urmatoarea decada. In 2009, cel de-al doilea document elaborat pe baza activitatii grupurilor de lucru pe fiecare subdomeniu, face estimari ale costurilor si rezultatele sunt puse impreuna cu documentele CERN ale grupului de Strategie a Consiliului CERN care a formulat European Strategy for Particle Physics.

Strategia in domeniul astrofizicii este formulata in Science Vision for European Astronomy and an Infrastructure Roadmap for European Astronomy [10]. Propunerile acopera perioada urmatorilor 8-10 ani si identifica 7 tipuri de proiecte majore cu scale de timp si de costuri diferite. Cele 7 propuneri se pot grupa in 4 categorii, evidentiata mai jos [10]:

1)

- Cautarea materiei intunecate cu detectori la scala de 1 tona
- Detectori la scala tonei pentru determinarea naturii si masei neutrino

2)

- Detectori de mega-tone pentru studiul dezintegrarii protonului, pentru astrofizica neutrino si evidentiarea proprietatilor neutrino

3)

- Telescoape Cerenkov de suprafata mare pentru detectia razelor cosmice de mare energie
- Realizarea unui telescop de neutrino cu scala de  $\text{km}^3$  in amplasat in Marea Mediterana
- Detectori de suprafata mare pentru radiatia cosmica incarcata

4)

- Realizarea de antene gravitationale subterane din generatia a treia.

In domeniul cercetarilor de fuziune termonucleara a fost elaborata o strategie europeana [12] care sa raspunda necesitatilor legate de inceperea proiectului international ITER si de urmatoarea faza a acestuia (reactorul de fuziune de demonstratie DEMO). Au fost indentificate sapte misiuni de cercetare-dezvoltare pentru urmatorii 10 ani, necesare pentru realizarea majorului obiectivului final: obtinerea sursei de energie de fuziune.

Alegerea acestor exemple pentru a fi discutate este justificata de câteva elemente foarte speciale:

a) in momentul de fata experimentele din fizica particulelor sau astroparticulelor presupun colaborari extrem de mari cu sute de cercetatori participanti;

b) au un caracter profund multidisciplinar, presupunand participarea activa a universitatilor si industriei alaturi de institutele de cercetare;

c) se desfasoara doar in cateva centre internationale pe plan mondial;

d) Romania participa la cercetarile din aceste domenii.

Strategiile europene pentru diferite domenii din fizica sunt integrate si corelate cu celelalte tipuri de cercetari. S-au elaborat directivele European Strategic Forum on Research Infrastructures – ESFRI care contin planul de investitii pe termen mediu si lung in infrastructura de cercetare-dezvoltare.

Aceste exemple arata ca este foarte util sa se elaboreze strategii atat la nivelul fizicii cat si la nivelul domeniilor din fizica. O conditie importanta este existenta unei legaturi stranse intre strategiile din diferite domenii, data fiind legatura indisolubila a cercetarii de fizica cu alte

tipuri de cercetari, intr-o epoca in care cercetarea interdisciplinara este castigatorul principal in crearea **noului**.

## 2.2 Strategii in domeniul cercetarii la nivel national in diferite tari

La nivel national, statele europene au propriile politici si structuri de cercetare (cu organisme cu responsabilitati in evaluarea, finantarea, gestionarea fondurilor si elaborarea strategiilor la nivel national si international), dar la nivel european utilizarea resurselor este ineficienta din cauza acestei fragmentari.

Cooperarea stiintifica la nivel european este privita astazi prin prisma ERA care trebuie sa integreze in mod coordonat efortul de cercetare european. Acest efort european se desfasoara conform cu directiile stabilite de strategia de la Lisabona (2000) care a stabilit crearea ERA si centrarea economiei europene pe cunoastere, reiterate la Consiliul European de la Barcelona (2002) care a subliniat necesitatea intensificarii eforturilor in domeniul cercetarii, inovarii, educatiei si formarii profesionale precum si concertarea eforturilor de creare a Spatiului European al Cunoasterii. Tot aici s-a indicat alocarea a 3% din PIB (1/3 din finantare publica si 2/3 privata) pentru cercetare, atat la nivel national cat si comunitar.

Trebuie remarcat ca atat Aria Europeana de Cercetare (ERA) cat si Spatiul European al Cunoasterii se bazeaza pe economiile foarte dezvoltate ale statelor europene occidentale care au o experienta comuna indelungata de colaborare si care au oferit statelor est-europene recent aderate posibilitatea integrarii in aceste doua structuri desi posibilitatile de participare sunt relativ modeste si diferite. In acest context, Romania are handicapuri majore care pot fi recuperate doar printr-o utilizare foarte eficienta a putinelor resurse materiale si umane de care dispune comparativ cu statele occidentale, avand in vedere ca neimplicarea si neintegrarea nu sunt optiuni posibile.

De exemplu, strategia cercetarii din Franta, in viziunea OST (Observatoire des sciences et des technologies) [16] utilizeaza la nivel national urmatoorii indicatori:

- fonduri utilizate
- numar de cercetatori
- numar de studenti
- numar de publicatii
- brevete
- parteneriate europene in care Franta este membra

Strategia franceza are in vedere dupa cum rezulta din analizele efectuate de OST pe perioada 2005 – 2006 impunerea echipelor nationale la nivel european prin conducerea de proiecte in programele finantate de comunitate, detinerea de pozitii de leader in domenii cheie, atragerea unui numar mare de studenti straini pentru stagii de masterat si doctorat dar si participarea unui numar mare de studenti francezi la aceste tipuri de stagii in tari europene si in SUA.

Este de remarcat influenta foarte mare pe care o are Franta asupra formarii tinerilor absolventi romani, care sunt procentual printre primii din Europa care participa la programele de masterat (13,6% in 2005 fata de urmatoarele tari – Germania cu 13,1% si Polonia cu 11,1%) si de doctorat (17,8% in 2005, dupa Italia cu 19,1%). Din punctul de vedere al strategiei cercetarii in Romania aceste cifre sunt semnificative deoarece o mare parte din

acestia se vor intoarce in tara si vor avea in timp o viziune formata in Franta asupra modului in care va evolua cercetarea si inovarea din Romania, implicit fizica.

### 2.3 Strategia in domeniul cercetarii in Romania

Politica de cercetare in Romania ia in considerare urmatoarele elemente :

- Personalul din activitatea de cercetare-dezvoltare
- Specificul activităților de cercetare-dezvoltare (sistemul de cercetare-dezvoltare din România poate fi caracterizat ca un sistem în care predomină cercetarea cu caracter aplicativ).
- Fonduri, ca fractiune din PIB-ul Romaniei
- Repartitia procentului din PIB pentru activitati de cercetare-dezvoltare: (total %, - TF), fonduri publice (%) - FPU si fonduri private (%) –FPr
- Dificultăți in sistemul CDI

#### Personalul din activitatea de cercetare-dezvoltare.

Personalul din activitatea de cercetare din Romania este detinut practic de marii actori din domeniu care sunt institutele nationale de cercetare-dezvoltare, universitatile si institutele de cercetare coordonate de Academia Romana.

**Specificul activităților de cercetare-dezvoltare** Sistemul de cercetare-dezvoltare din România poate fi caracterizat ca un sistem în care predomină cercetarea cu caracter aplicativ.

Activitățile de cercetare-dezvoltare se desfășoară pe trei segmente principale, cu ponderi diferite din volumul activității de C-D la nivel național și anume:

- a) **cercetarea tehnologică, care reprezintă circa 85% din volumul activității de C-D.**
- b) **cercetarea orientată spre științe naturale, exacte și socio-umane, desfășurată în institutele coordonate de Academia Română și parțial de Academiile de ramura (Academia de Științe Agricole și Silvice, Academia pentru Științe Medicale), care reprezintă circa 10% din volumul activității de C-D.**
- c) **cercetarea realizată în instituțiile de învățământ superior, reprezintă circa 5% din volumul activității de C-D.**

Alte caracteristici ale activitatilor de CDI:

- activitățile de cercetare-dezvoltare din sectoarele public și privat (77%/23%);
- cercetarea tehnologică și academică (~ 85%/15%);
- activitățile de cercetare-dezvoltare în sprijinul industriei sunt încă “externalizate” în institutele de profil, fapt reflectat prin raportul între activitatile de cercetare-dezvoltare din institute specializate/ întreprinderi (aprox. 75%/25%);
- infrastructura de transfer tehnologic și inovare, respectiv organizațiile specializate pentru difuzarea, transferul și valorificarea în economie a rezultatelor de cercetare-dezvoltare, este în curs de formare și dezvoltare.

**Fonduri, ca fractiune din PIB-ul Romaniei si repartitia procentului din PIB pentru activitati de cercetare-dezvoltare**

In perioada 2000-2008 PIB-ul Romaniei a fost urmatorul:

Anul	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
PIB (miliarde ROL)	80,4	116,7	151,5	197,5	246,5	288,0	342,4	404,7	

In aceeași perioadă repartitia procentului din PIB pentru activități de cercetare-dezvoltare (total %, - TF), fonduri publice (%) - FPU și fonduri private (%) –FPr [28] a fost următoarea:

Anul	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
TF	0,39	0,39	0,41	0,46	0,44	0,69	0,86	1,00
FPU	0,18	0,19	0,22	0,29				
FPr	0,18	0,17	0,15	0,17				

In afara fondurilor pe plan național (fondurile CD din bugetul național, fonduri atrase de la agenții economici etc.), sistemul CDI beneficiază de avantajele, dar și de obligațiile extrem de serioase, datorate racordării la sistemul CDI al Uniunii Europene, respectiv:

- din 1999: asocierea la Programul Cadru CDT V și la Programul Euratom, ale Uniunii Europene
- asocierea la alte programe CDI desfășurate în spațiul european (NATO, EUREKA, COST, ERA-NET etc.)

Aceasta face ca sistemul de cercetare-dezvoltare, începând din perioada 1998-1999, în pofida și prin contrast cu nivelul relativ scăzut al cererii interne de activități și rezultate CDI, să se afle în fața unor cerințe foarte precise și complexe privind integrarea în circuitele științifice și tehnologice internaționale.

Cadrul legislativ și instituțional în care se desfășoară cercetarea și învățământul de fizică și al domeniilor conexe cuprinde:

- *Legea Învățământului 84/1993* impune minim 4% din PIB pentru finanțarea învățământului de stat și stipulează că CNCSIS (Consiliul Național al Cercetării Științifice din Învățământul Superior) arbitrează competiția pentru granturile din fondurile publice.
- *Legea Cercetării (OG 57/2002)* extinde organismele de evaluarea cercetării, adăugând la CNCSIS, Academia (dar și academiile) precum și autoritatea pentru C-D. Atestarea periodică, la 5 ani, este obligatorie pentru unitățile finanțate public.
- *Legea 324/2003* impune ca fondurile alocate anual în bugetul de stat la capitolul "Cercetare Științifică" să fie de minim 0,8% din PIB;

- *HG 442/2003* impune o bonificație de +10% în evaluarea propunerilor de proiecte și solicitărilor de grant din fonduri publice, dacă acestea angajează proaspăt absolvenți.

- 1999 – Declarația de la Bologna: angajament al ministrilor europeni ai educației pentru a defini până în anul 2010 un Spațiu European al Învățământului Superior – încurajare a cooperării europene în contextul asigurării calității învățământului, prin aplicarea unor criterii unitare

- 2005 – Conferința de la Bergen : prezentarea Standardelor și Recomandărilor Europene pentru Asigurarea Calității în Spațiul European al Învățământului Superior

2005/2006 – Legislație privind asigurarea calității învățământului din România – constituirea ARACIS și ARACIP (OUG 75/2005, aprobată prin Legea 87/2006)

- 2006 – primele documente fundamentale la nivel european cu privire la Cadrul European al Calificărilor.

Acțiuni care au influențat învățământul și cercetarea:

- *Proiectul de Reformă a Învățământului Superior și a Cercetării Științifice Universitare - RO4096*, cofinanțat de Banca Mondială

- *Programul Național de Cercetare, Dezvoltare și Inovare – PNCDI 1 și 2.*

- Accesul promoțional la baza de date *ISI*, facilitat de Unitatea Executivă pentru Finanțarea Învățământului Superior și Cercetării Științifice Universitare - UEFISCSU.

- Programele *TEMPUS* și *SOCRATES*, pentru sprijinirea învățământului superior

- Programele cadru de cercetare europeană *FP5*, *FP6* și *FP7* cu toate componentele lor, în care România a participat.

Un alt element important l-au constituit bursele academice și de cercetare.

### **3. Metodologia de stabilire a obiectivelor strategice în cercetarea de fizică din România**

#### **3.1 Rolul cercetării de fizică în România**

Dezvoltarea durabilă este definită de Națiunile Unite ([www.un.org/esa/sustdev/](http://www.un.org/esa/sustdev/)) (United Nations Division for Sustainable Development) ca fiind acea dezvoltare ce satisface nevoile prezentului, fără a compromite abilitatea generațiilor viitoare de a-și satisface propriile lor nevoi.

Cercetarea științifică este solicitată din ce în ce mai mult în zona dezvoltării durabile, care presupune managementul riscurilor, nevoia de inovări radicale și de „technological breakthrough”, precum și buna guvernare a societății. Inovarea și „technological breakthrough” sunt necesare pentru ameliorarea vieții de zi cu zi a unui număr cât mai mare



de oameni fara schimbarea radicala a modului lor de viata. Acest proces implica stiintele naturii (fizica, chimie, biologie), ingineria precum si stiintele socio-umane.

Ideea ca dezvoltarea durabila (DD) este imposibila fara aportul CDI este reiterata la nivel European atat in: Strategia de la Lisabona din 2000 care formuleaza necesitatea transformarii Europei in cea mai dinamica si competitiva economie bazata de cunoastere din lume, cat si in Raportul Comisie Europene din 2003, precum si in Obiectivul Strategic al Consiliului European de la Barcelona din 2002 privind prioritatea si cresterea ponderii investitiilor in CD (ca procent din PIB), la nivelul Uniunii Europene, de la 1,9% la 3% pana in 2010.

Una din directiile concrete de actiune pentru revigorarea CD este dezvoltarea unor centre de cercetare puternice in domenii de varf (materiale avansate, tehnologia informatiei si comunicatiilor, biotehnologiile, surse alternative de energie etc). In acest context, fizica are un rol primordial intrucat la baza progresului in cunoastere si progresului tehnologic actual se afla de cele mai multe ori cercetarea de fizica. Fizica are un potential crescut de participare in multiple directii de dezvoltare a societatii si este un factor primordial in implementarea si dezvoltarea cercetarilor interdisciplinare in care metodele, instrumentele si personalul de cercetare cu calificare in domeniul fizicii sunt in prezent factori fara de care progresul nu mai poate fi imaginat.

La nivel national cercetarea de fizica a adus pana in prezent cea mai mare vizibilitate la nivel international comunitatii stiintifice, prin raportare la numarul de lucrari stiintifice cotate ISI si de citari aferente – locul 33 in lume, 4661 articole cu 23 953 citari (5,14 citari/articol) [23]. De asemenea exista o buna implicare a fizicii in alte domenii de cercetare, in facultatile de fizica existand programe de educare dedicate ca de exemplu fizica medicala.

### **3.2 Analiza factorilor de influenta privind cercetarea de fizica la nivel national**

În prezent sistemul CDI din țara noastră se confruntă cu două categorii de dificultăți:

- i) cele „din interiorul” sistemului de cercetare-dezvoltare:
  - problema finanțării insuficiente din fonduri publice
  - problema infrastructurii de cercetare, insuficient dezvoltata
  - problema resurselor umane (în ultimii ani, în privința personalului din cercetare se înregistrează două tendințe defavorabile: reducerea numărului de cercetatori și creșterea mediei de vîrstă. Cauza o reprezintă în general plecarea spre alte sectoare, mai bine remunerate, combinată cu dificultatea de a atrage și menține tinerii specialiști în acest sector, datorită unei salarizări neatractive sau instabilitatii in asigurarea resurselor financiare.
- ii) cele care acționează „din exteriorul” sistemului de cercetare-dezvoltare, prin mediul economic și care se referă în principal la:
  - capacitatea redusă de absorbție a rezultatelor de cercetare de către agenții economici;
  - raspunsul slab al sistemului, datorita inertiei si birocratiei, la cererile formulate de agenti economici

- slaba competitivitate a multor afaceri, nivelul scăzut al productivității muncii, lipsa investițiilor de capital și a capacității manageriale, gradul scăzut de utilizare a tehnologiilor moderne;
- interesul scăzut și, în consecință, nivelul scăzut al cheltuielilor agenților economici pentru activitățile de cercetare-dezvoltare și inovare.
- pozitia particulara a fizicii care la nivel aplicativ este utilizata in toate ramurile economice dar nu exista o ramura industrială care sa o sustina in mod special (cum este de exemplu chimia)

Pentru identificarea punctelor tari, punctelor slabe, oportunitatilor si riscurilor se vor aplica analize de tip SWOT. Rezultatele analizelor vor fi utilizate in continuare pentru evaluarea directiilor prioritare ale strategiei de cercetare in fizica.

### 3.3 Consultarea structurata a expertilor pentru stabilirea obiectivelor strategice

Obiectivele proiectului pot fi atinse printr-o cooperare deplină a echipei de proiect cu diverse grupuri, într-o structură complexă, în care sunt reprezentați toți beneficiarii.

Se vor utiliza chestionare pentru stabilirea grupelor de experti, a subdomeniilor asumate prin preocupari si a domeniilor de competenta. Se vor sugera sub-directii cu potential de dezvoltare acordandu-se importanta cuvenita domeniilor emergente.

Se va constitui un grup de experti initial mai retrans care va face o prima analiza pe subdomenii de cercetare. Componenta acestui grup de lucru va tine cont de reprezentativitatea expertilor in ceea ce priveste directiilor de cercetare considerate. Grupul va avea la dispozitie analizele de tip SWOT efectuate anterior pentru subdomeniile considerate si toate informatiile necesare continute in baza de date a proiectului. Pentru identificarea si stabilirea directiilor prioritare in strategia cercetarii de fizica se vor organiza intalniri in iteratii succesive. Grupul de experti de pornire va fi largit treptat pe masura ce aceasta procedura de lucru se va desfasura. In final, rezultatele vor fi dezbatute de toti partenerii si se va stabili prin consens ierarhizarea prioritatilor. Obiectivele strategice rezultate dupa armonizarea punctelor de vedere vor fi prezentate Comitetului de Coordonare.

Grupul de lucru, cu ajutorul expertilor va analiza raspunsurile primite, iar in urma confruntarii cu rezultatele evaluarii si imbinand aceasta metoda cu cea de tip **DIAGNOZA**, putem selecta parametrii cheie ai sistemului de cercetare de fizica din Romania.

Diagnoza realizata va fi una multidimensionala. De asemenea se vor putea stabili conexiuni intre parametri. Pentru ca prin natura sa strategia contine elemente de incertitudine, se vor stabili liniile de evolutie posibile pentru cercetarea de fizica si orizonturile de timp presupuse.

### 3.4 Formularea obiectivelor strategice si stabilirea prioritatilor

Strategia nationala in domeniul fizicii va fi integrata in strategia nationala in domeniul cercetarii, dezvoltarii si inovarii si in acord cu aceasta.

Strategia nationala va cuprinde si mijloacele pentru implementarea acesteia prin:

- a) includerea strategiei de fizica in strategia nationala de cercetare, dezvoltare, inovare;
- b) prin includerea in planurile de cercetare ale autorităților publice centrale, in alte planuri, programe și proiecte de cercetare.
- c) strategia de dezvoltare regionala si locala – prin intermediul planurilor de dezvoltare ale autorităților publice regionale si locale, in alte planuri, programe și proiecte specifice in care cercetarea de fizica poate aduce o contributie valoroasa;

Formularea obiectivelor strategice si stabilirea prioritatilor va lua in considerare:

- ierarhizarea prioritatilor asa cum rezulta din consultarea structurata prezentata anterior

- se va tine cont de corelarea capacitatilor, necesitatilor, posibilitatilor

In elaborarea strategiei de fizica vor fi luate in considerare:

- directiile prioritare de dezvoltare, legate de prioritatile de cercetare ale UE
- posibilitatea de raspuns adecvat, in termeni de timp si resurse economice-financiare cerute, la necesitatile strategice nationale
- evaluarea sistemului actual de cercetare de fizica si identificarea directiilor cu resurse (stiintifice, materiale, tehnologice, umane) si a celor cu potential de dezvoltare, prin analiza de dinamica a evolutiei inregistrate
- analiza partilor bune si partilor slabe ale sistemului
  - obiectivele propuse, cu diverse orizonturi de timp, cu detalieri la nivelul actiunilor si resurselor necesare
  - evaluarea riscurilor si stabilirea unor politici de reducere a acestora (ca numar si impact) printr-un management adecvat
  - unde si in ce orizont de timp dorim sa ajungem din punct de vedere stiintific, stabilind scopuri clare in acord cu dimensionarea resurselor necesare
  - ce sacrificii presun atingerea acelor scopuri, daca sunt justificate si daca acceptam sa le facem, procesul implicand o investitie pe termen lung
  - estimarea ratei de succes.

Se vor face scenarii posibile pentru cercetarea de fizica presupunand orizonturi de timp diferite, cu evidentierea avantajelor si riscurilor care pot aparea.

Dupa elaborare aceasta strategie va trebui actualizata periodic în funcție de evoluția economico-socială, de cerintele pietii interne si de tendintele manifestate de aceasta in diversele ramuri de activitate, dar si de politica generala guvernamentala, in acord cu experienta stiintifica atestata prin evaluare a comunitatii cercetatorilor din domeniul fizicii si domeniilor interdisciplinare conexe.

Strategia in domeniul fizicii trebuie sa cuprinda si mijloacele pentru implementarea acesteia in strategiile nationale enumerate mai sus si in acelasi timp trebuie sa le influenteze pe acestea in orientarea spre o societate bazata pe cunoastere.

Dupa elaborare, strategia trebuie actualizata periodic în funcție de evoluția economico- socială, de cerintele pietii interne si de tendintele manifestate de aceasta in diversele ramuri de activitate, dar si de politica generala guvernamentala, in acord cu experienta stiintifica atestata prin evaluarea comunitatii cercetatorilor din domeniul fizicii si domeniilor conexe.

**Obiectivele** principale ale Strategiei naționale de fizica trebuie să fie în concordanță cu cele trei **obiective strategice naționale în domeniul de cercetare-dezvoltare**: [28]

**(a) Crearea de cunoștințe** prin obținerea unor rezultate științifice și tehnologice de vârf, creșterea vizibilității internaționale a cercetării românești și transferul rezultatelor în economie și societate, ameliorarea substanțială, calitativă și cantitativă, a performanței capitalului uman din cercetare, inclusiv prin dezvoltarea unor poli de excelență;

**(b) Creșterea competitivității economiei românești** prin promovarea inovării cu impact efectiv la nivelul operatorilor economici, accelerarea transferului tehnologic, deplasarea accentului spre exerciții de rezolvare a problemelor complexe cu aplicabilitate directă, stimularea parteneriatelor cu firmele din sectoarele producției și serviciilor pe baze competitive, crearea de centre de competență și platforme tehnologice;

**(c) Creșterea calității sociale** a cercetării prin generarea de soluții conceptuale și tehnologice cu impact direct în elaborarea și implementarea politicilor publice și corelarea acestora în special în domenii în care cercetarea de fizică poate avea un rol important, precum sănătatea publică, protecția mediului, dezvoltarea infrastructurii pe baza durabile și gestionarea durabilă a resurselor naționale pe baze eco-responsabile.

**Obiectivele** principale ale Strategiei naționale de fizică vor viza în principal:

a) creșterea nivelului științific al cercetării de fizică prin stimularea și promovarea rezultatelor cu vizibilitatea și impactul cel mai mare la nivel internațional;

b) orientarea activității de cercetare de fizică pentru susținerea economico-socială, dar în același timp creșterea interesului industriei pentru participarea și susținerea activităților de cercetare, având ca posibil efect dezvoltarea bazei materiale și finanțarea activității de cercetare de fizică;

c) creșterea posibilităților de integrare a cercetării de fizică în preocupările internaționale din domeniu;

d) stimularea învățământului științific (preuniversitar și universitar - toate cele trei cicluri: licență, masterat, doctorat) având ca efect dezvoltarea resurselor umane de înaltă calificare, cu pregătire în domeniu științific, în particular cel de fizică, dar și al domeniilor conexe, permițând dezvoltarea bazei de selecție pentru activitatea de cercetare la nivel național, și ca resurse umane pentru participările în colaborările internaționale;

e) dezvoltarea programelor de cercetare interdisciplinare;

f) protejarea patrimoniului uman și tehnico-științific românesc.

În acest context, **obiectivele specifice** urmărite sunt, în acord cu strategia națională

- **Creșterea performanței** prin plasarea cercetării din România în grupul primelor 35 de țări în privința aparițiilor în publicațiile indexate ISI, creșterea numărului de brevete EPO și brevete OSIM, creșterea ponderii brevetelor high-tech;

- **Dezvoltarea resurselor sistemului de cercetare de fizică** prin creșterea numărului de cercetători, concomitent cu descreșterea mediei de vârstă, o pondere de 50% de doctori și doctoranzi în totalul cercetătorilor, creșterea atractivității carierei de cercetător în fizică și aplicarea unor criterii de performanță în promovarea profesională, facilitarea accesului la infrastructuri de cercetare performante în țară și în străinătate, în special în UE;

- **Antrenarea sectorului privat** prin creșterea cheltuielilor private pentru cercetare-dezvoltare, stimularea mediului privat pentru asimilarea rezultatelor cercetării, dezvoltarea parteneriatelor public-privat în știință și tehnologie;

- **Cresterea capacității instituționale** prin reducerea fragmentării actuale a sistemului și încurajarea participării la rețele de cercetare pe plan național și internațional, profesionalizarea managementului cercetării, evaluarea independentă, preferabil internațională, a performanței cercetării cu finanțare publică, consolidarea rolului științei în societate prin promovarea comunicării și dialogului știință-societate;
- **Extinderea cooperării internaționale** prin participarea la programe și proiecte transfrontaliere, prin prezența în organisme reprezentative la nivel european și internațional.

Trebuie remarcat faptul ca in domeniul stiintelor fizica ocupa un loc fruntas in clasamentul general al domeniilor de cercetare-dezvoltare din Romania, intrucat indicatorii de rezultat ai obiectivelor de mai sus au in mare parte valori maxime in comparatie cu orice alt domeniu.

**Rezultatele** asteptate sunt:

- lucrari stiintifice in reviste cotate ISI,
- carti sau capitole in carti, publicate in edituri straine,
- brevete de inventie, EPO sau OSIM
- tehnologii omologate,
- produse informatice,
- prototipuri si demonstratoare,
- numar de proiecte transfrontaliere
- produse realizate - aparatura, instalatii, etc.,

care vor duce la cresterea vizibilitatii fizicii romanesti.

Cointeresarea industriei romanesti, a coparticiparii acesteia la activitatile de cercetare vor avea ca efect re tehnologizari, modernizari, etc., cu consecinta cresterii competitivitatii economiei romanesti pe piata interna si internationala.

## **4. Metodologia de elaborare a strategiei de participare a Romaniei la mari colaborari internationale**

### **4.1 Rolul participarii Romaniei la mari colaborari internationale in domeniul fizicii**

Cercetarea stiintifica, inovarea si tehnologia au o dinamica rapida catre internationalizare. Dezvoltarea rapida din acest domeniu cuplata cu costurile tot mai ridicate ale infrastructurii de cercetare a impus colaborari internationale largi. Aceste colaborari au produs un foarte important castig in domeniului stiintei si tehnologiei (S&T) cu implicatii largi in societate.

Este unanim recunoscut faptul ca participarea Romaniei la colaborari internationale are efecte benefice si stimulative pentru dezvoltarea cercetarii nationale in fizica. Progresul obtinut in ultimii 20 de ani este corelat cu deschiderea cercetarii romanesti. Toate colaborarile contribuie la cresterea vizibilitatii Romaniei in lume si la diseminarea rezultatelor obtinute. Dezvoltarea colaborarilor se impune deci ca un punct important in strategia pe termen scurt si mediu in domeniul fizicii. In acest context, colaborarile de scala mica (intre institute sau grupuri de cercetare) si cele de scala mare

(definite in Raportul I. 2) implica metodologii diferite. Participarea la primul tip de colaborari si strategia pentru dezvoltarea acestora se bazeaza in esenta pe rezultatele stiintifice obtinute si pe gradul de recunoastere a contributiei romanesti. Colaborarile mari implica resurse financiare si umane importante. Exista un mare numar de proiecte internationale bazate pe investitii mari in infrastructuri de cercetare. Strategia Europeana in S&T se concentreaza pe realizarea unei unificari a fortelor si pe integrarea programelor nationale. In acelasi timp se urmareste deschiderea catre lume prin intensificarea si dezvoltarea colaborarilor internationale. Exista un mare numar de proiecte europene si internationale de anvergura la care Romania este invitata sau acceptata sa participe. Pentru ca aceste oportunitati sa conduca la o puternica imbunatatire a performantelor in cercetarea romaneasca in domeniul fizicii este necesara elaborarea unei strategii care sa permita o cat mai mare eficienta a investitiilor. Unul dintre obiectivele acestui proiect este elaborarea strategiei de participare la marile colaborari internationale pe termen scurt si mediu. Aceasta se va baza pe analiza detaliata a potentialului existent si va fi puternic corelata cu strategia nationala in cercetarea in domeniul fizicii.

#### Obiectivele europene de cercetare-dezvoltare

Strategia europeana in cercetare a fost elaborata in anul 2000 ca parte importanta a strategiei economice bazata pe competitie si cunoastere [24]. Se urmareste cresterea eficientei si excelentei prin cresterea investitiilor care se preconizeaza sa ajunga la 3% din PIB. S-a ajuns la concluzia ca este necesara unificarea fortelor prin crearea unei structuri adecvate la nivel european, European Research Area (ERA).

Strategia ERA este structurata in sase obiective [25]:

1. realizarea unei pietei a muncii unificate pentru cercetatori
2. dezvoltarea unei infrastructuri la nivel mondial
3. intarirea institutiilor de cercetare
4. diseminarea rezultatelor (sharing knowledge)
5. optimizarea programelor de cercetare si a prioritatilor
6. deschiderea catre lume prin cooperari internationale in stiinta si tehnologie.

In mod concret se vor finanta cercetari coordonate la nivel european in paralel cu deschiderea programelor nationale catre Europa si catre colaborarile internationale. Se vor dezvolta noi structuri europene de cercetare de scala mare. Aceste proiecte cu obiective foarte ambitioase, in toate domeniile active de cercetare, arata (atat prin numarul lor cat si prin valorile estimate ale investitiilor) importanta care se da cercetarii in dezvoltarea Europei. Sunt 32 noi infrastructuri de scala mare aprobate ca investitii europene care au intrat in faza preparatorie. Mai mult de jumatate din ele sunt in domeniul fizicii.

#### **Principalele proiecte europene din domeniul fizicii aflate in faza preparatorie**

In cadrul acestui proiect se va dezvolta o baza de date care sa cuprinda informatii despre marile colaborari la care Romania ar putea participa.

Listam mai jos principalele investitii europene in domeniul fizicii care au fost aprobate si se afla in faza preparatorie impreuna cu evaluarile costurilor (facute in 2008) conform

Raportului "European roadmap for research infrastructures" al European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) [26]. Mentionam ca aceasta lista nu este completa si ca ea nu cuprinde numeroasele investitii in proiecte mari din America si Asia. Am introdus aceasta lista pentru a ilustra anvergura fara precedent a marilor investitii in cercetarea de fizica in Europa.

- ***ELI-Extreme Light Infrastructure***

Este o infrastructura internationala dedicata investigarii interactiei laserilor cu materia la intensitati foarte inalte ce depasesc cu 6 ordine de marime nivelul maxim atins pana acum. Proiectul este in faza preparatorie care se va extinde pana in anul urmator. ELI va cuprinde in prima faza trei directii de cercetare dezvoltate in trei centre diferite:

- laseri cu pulsuri ultracurte (atosecunde) si studii ale dinamicii electronilor pe aceasta scala temporala in atomi, molecule, plasmе si solide (P1);
- surse de energie inalta in pulsuri ultracurte (P2);
- studiul proceselor in campuri ultrainalte cu aplicatii in fizica nucleara (P3).

Romania a fost aleasa pentru dezvoltarea infrastructurii pentru pilonul P3 si se va crea un centru international de cercetare la Magurele.

- ***ITER – International Thermonuclear Experimental Reactor***

ITER este un proiect international care are ca scop demonstrarea fezabilitatii reactorului de fuziune cu plasma confinata magnetic. Este cea mai mare investitie in cercetare la care Europa participa alaturi de Japonia, SUA, Rusia, China, Coreea si India. Se va dezvolta o instalatie tokamak care va opera in regim de reactor de fuziune cu amestec de deuteriu si tritiu. Va produce plasmе cu temperaturi de ordinul 20KeV in care raportul dintre puterea din reactia de fuziune si puterea injectata pentru incalzirea plasmеi va ajunge la valori mai mari decat 5 la stationaritate (>10 pe durate de 500 sec). A fost incheiata faza de proiectare si a inceput in 2008 constructia in Franta, la Cadarache.

- ***CTA – Cerenkov Telescope Array***

CTA va fi dedicat studiului radiatiilor astronomice gamma de mare energie si ca avea doua centre, unul in emisfera sudica si altul in emisfera nordica. Se urmareste o mai buna intelegere a proceselor astrofizice si cosmologice prin obtinerea imaginii universului in zona spectrala a radiatiilor de zeci de GeV.

- ***E-ELT – European Extremely Large Telescope***

Acest tip de experiment este considerat prioritar in astrofizica si se asteapta un avans foarte important in intelegerea unor caracteristici ale universului. Prin acest proiect se urmareste mentinerea unei pozitii de varf a Europei in domeniu.

- ***FAIR – Facility for Antiproton and Ion Research***

FAIR va produce fascicule de ioni si antiprotoni de mare intensitate care vor permite dezvoltarea cercetari de frontiera in cinci domenii ale fizicii

- ***KM3NeT – Kilometre Cube Neutrino Telescope***

Acest proiect va realiza cel mai mare telescop pentru neutrinii de mare energie din razele cosmice aflat la mare adancime in marea Mediterana. El va avea o serie de avantaje fata de proiectul american IceCube aflat in constructie in Antarctica.

- ***PRINS – Pan-European Research Infrastructure for Nanostructures***

PRINS face parte dintr-un proiect mai larg, ENIAC-European Technology Platform. Este un proiect orientat spre aplicatii si tehnologii legate de posibilitatile revolutionare ale tranzitiei de la microelectronica la nanoelectronica.

- ***SKA – Square Kilometre Array***

Acest proiect va construi radiotelescopul de noua generatie care va avea o sensibilitatea de 50 de ori mai mare. Este bazat pe un concept nou si va putea detecta radio semnale de foarte mica amplitudine care vor permite intelegerea unora dintre cele mai importante probleme ale cosmologiei si ale fizicii fundamentale (unde gravitationale, teoria generala a relativitatii, evolutia galaxiilor, formarea universului si altele).

- ***SPIRAL2***

Proiectul este dedicat fizicii nucleare si consta in dezvoltarea unui nou accelerator pentru producerea de fascicule stabile de intensitate mare de nuclee exotice.

- ***EMFL – European Magnetic Field Laboratory***

Acest proiect are ca scop producerea campuri magnetice foarte intense, cu cele mai mari valori din lume. Studiile care vor putea fi dezvoltate in acest laborator se vor extinde de la fizica si stiinta materialelor la chimie si biofizica.

- ***ESRF – European Synchrotron Radiation Facility - Upgrade***

Acesta este cel mai puternic sincrotron de mare energie din Europa.

- ***EuroFEL – Free Electron Lasers***

Acest proiect European urmareste integrarea cercetarilor nationale in domeniul laserilor cu electroni liberi intr-un consortiu bazat pe centre distribuite intr-o colaborare foarte stransa in care sa se exploateze caracteristicile complementare ale diferitelor instalatii.

- ***European XFEL – X-ray Free Electron Lasers***

Acest laborator aflat in constructie in Germania, la Hamburg, va fi pe primul loc in lume in producerea pulsurilor laser de raze X de mare intensitate. Se vor dezvolta cercetari in numeroase domenii. Intensitati vor fi cu 9 ordine de marime mai mari decat cele atinse pana acum.

- ***ESS – European Spallation Source***

ESS va fi cea mai puternica sursa de neutroni din lume ce va fi folosita de o comunitate de aproximativ 5000 cercetatori din multe domenii ale stiintei si tehnologiei.

- ***ILL 20/20 Upgrade***



Este laboratorul de la Institutul Laue Langevin din Grenoble bazat pe un reactor ce este recunoscut ca cea mai buna sursa de neutroni lenti din lume. Din 2007 se afla in proces de dezvoltare ce va cuprinde doua faze de cate 5 ani (2007-2012, 2013-2017).

- **LAGUNA**

Reprezinta viitoarea generatie de mega-detectori de neutrini. Proiectul, initiat in 2008, trebuie sa fie operational dupa 2012. Va utiliza cele mai mari sisteme de detectie (trei tehnici diferite) ce vor fi amplasate in laboratoare subterane. In prezent proiectul se afla in faza stabilire a locatiei.

- **EPOS – European Plate Observaing system**

Prin natura lor, problemele legate de fenomenele naturale din sistemul terestru sunt multinationale si au o dimensiune globala. Initiativa EPOS este focalizata pe cercetarea partii solide a globului terestru si isi propune sa creeze o infrastructura multidisciplinara, distribuita geografic, care sa acopere cerintele multiple si complexe legate de procesele din interiorul pamantului. In aceiasi timp aceste cercetari sunt esentiale pentru prevenirea dezastrelor naturale (cutremure, vulcani, inundatii, furtuni, alunecari de teren etc.) cu impact major la scara multinationala. Infrastructurile de cercetare si de monitorizare reprezinta o baza indispensabila pentru investigarea evolutiei si dinamicii proceselor din scoarta terestra, a interiorului globului terestru cu implicatii directe privind cunoasterea geohazardelor, resurselor naturale, explorarea si exploatarea energiei si resurselor minerale.

Evaluările costurilor acestor mari investitii (facute in 2008) sunt prezentate in tabelul de mai jos.

**Tabel 1** Evaluările costurilor marilor investitii europene listate mai sus (facute in 2008) [26].

R&T Infrastructure	Anul lansarii	Preparation costs (ME)	Total construction costs (ME)	Operation costs (ME/year)
ELI	2009	85	400	50
ITER	2008		8500	
CTA	2006	8	150	10
E-ELT	2006	100	950	30
FAIR	2007	120	1187	120
KM3NeT	2008	32	200	5
PRINS	2009	3.5	1400	300
SKA	2000	150	1500	100-150
SPIRAL2	2006	9	196	7

EMFL	2011	10	120	30
ESFR-Upgrade	2009	7	238	83
Euro-FEL	2007	150-200	1200-1600	150
European XFEL	2004	39	1043	84
ESS	2009	30	1300	110
ILL Upgrade	2007	6	171	5
EPOS	2008	12	500	80

#### **4.2 Analiza factorilor de influenta privind participarea la mari colaborari internationale**

Prin acest proiect se urmareste dezvoltarea strategiei de participare la marile colaborari internationale pe baza rezultatelor analizei colaborarilor derulate in ultimii 10 ani si in stransa legatura cu strategia nationala in cercetarea in domeniul fizicii. Resursele financiare si umane limitate nu permit participarea la numeroasele colaborari deschise la nivel European sau international. Se impune deci alegerea proiectelor care sa duca la efecte cat mai favorabile pentru cresterea eficientei si excelentei in cercetarea romaneasca.

Se va analiza o clasa larga de criterii si indicatori pentru stabilirea strategiei de participare la marile colaborari:

1. rezultate stiintifice si publicatii;
2. vizibilitatea Romaniei in cadrul colaborarii;
3. resursa umana (numar de cercetatori implicati si performanta lor stiintifica);
4. costuri;
5. oportunitati pentru cercetatorii romani;
6. efecte previzibile asupra cresterii performantei cercetarii romanesti;
7. relevanta pentru programul national de cercetare;
8. importanta pentru integrarea europeana;
9. oportunitati economice.

Pentru cresterea performantelor cercetarii romanesti la nivel mondial este extrem de importanta promovarea valorilor autentice, atat prin incurajarea de catre factorii de decizie a criteriilor de performanta in evaluarea personalului, cat si prin identificarea si sprijinirea domeniilor si polilor de excelenta din cercetare, in care Romania este competitiva la nivelul UE si prin care Romania poate chiar sa reprezinte UE (in competitie cu SUA si Japonia).

Un criteriu important care poate sa fie avut in vedere pentru stabilirea strategiei nationale in domeniul fizicii este legat de posibilitatea de a impune Romania ca lider mondial pe anumite directii de cercetare din fizica. Promovarea unor astfel de directii, cu un index de specializare mare pentru Romania, poate sa coaguleze aici mari proiecte si investitii in infrastructura de cercetare, poate sa conduca la crearea unor centre de excelenta pentru cercetare si

educatie in domeniul fizicii care sa atraga tineri talentati din intreaga lume, dar cu predilectie din tarile SE Europene, tarile din Orientul Apropiat sau din Asia.

Se vor folosi tehnici de analiza de tip SWOT privind punctele tari, punctele slabe, oportunitatile si constrangerile. Tehnici de tip Diagnoza si Scenarii pentru analiza situatiei curente si estimarea comparativa a impactului diferitelor directii de cercetare. Metodologia pentru stabilirea strategiei in colaborarile mari este complexa si nu poate fi bazata pe o cuantificare a criteriilor de mai sus. Ele trebuie considerate global, cu ponderi diferite pentru diferite colaborari.

Analizele se vor face pe baza datelor obtinute in cadrul evaluarii cercetarii si a colaborarilor mari la care Romania a participat in perioada 2000-2009. Se va urmari detectarea efectelor pe termen mediu estimate ca fiind consecinta a participarii la aceste colaborari internationale mari.

Dam in continuare doua exemple care arata complexitatea stabilirii unei strategii viabile in participarea la mari colaborari.

### **Exemplul 1**

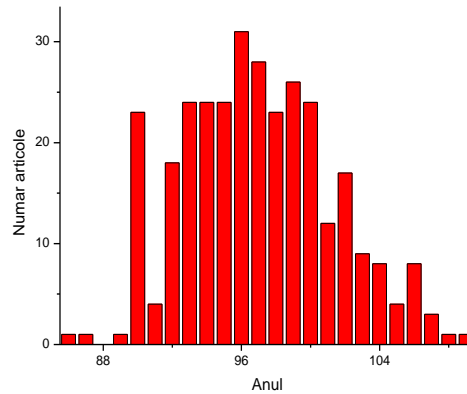
Am ales un experiment care a avut o durata tipica de ordinul a 10 ani si care s-a incheiat pentru a analiza rezultatele stiintifice reprezentate prin publicatii.

Large Electron-Positron storage ring (LEP) de la CERN a fost propus initial in 1970, proiectul propriu-zis a fost finalizat si aprobat in **1982**, a inceput sa functioneze in **1989** si a fost inchis in **2000**. Pe durata operarii propriu-zise, 1989-2000, au existat 4 experimente mari, ALEPH, DELPHI, L3 si OPAL, implicand peste 1500 de fizicieni, care, intre 1983 si 1989 au lucrat la studiul, proiectarea, constructia, testarea si in final instalarea fiecaruia dintre cele 4 sisteme de detectie distincte ale fiecarui experiment. Dupa pornirea acceleratorului a mai existat o perioada de teste in fascicul.

Pe durata experimentului, de exemplu, in cadrul colaborarii ALEPH au fost nominalizati circa 400 autori (cu mici diferente de al un an la altul), au fost redactate 2234 Note interne ale colaborarii, au fost sustinute 257 teze, au fost publicate 316 lucrari cu toti autorii si respectiv 975 lucrari cu autori asociati cu ALEPH. Lucrari in cadrul colaborarii au aparut incepand cu anul 1986 si continua inclusiv in instalatiei experimentale (1970, 1983, 1989) si ale existentei in fapt a colaborarii (pana in anul 2000) indica urmatoarele aspecte: 2009. Distributia pe ani a publicatiilor este aratata mai jos. Corelatia cu reperatele temporale ale realizarii

- Pana la punerea in functiune a LEP nu exista practic lucrari
- Dupa primul an de achizitie de date exista un numar semnificativ de lucrari dar care sunt dominant cele care definesc fizica cautata.
- Rezultatele experimentale incep sa fie relevante 2-3 ani de la inceperea experimentului propriu-zis si reprezinta un platou pana la inchiderea acestuia.
- Mai apar publicatii in cadrul colaborarii si la 7-8 ani dupa finalizarea acesteia.

**Figura 1** Repartitia pe ani a principalelor lucrari publicate in cadrul colaborarii ALEPH

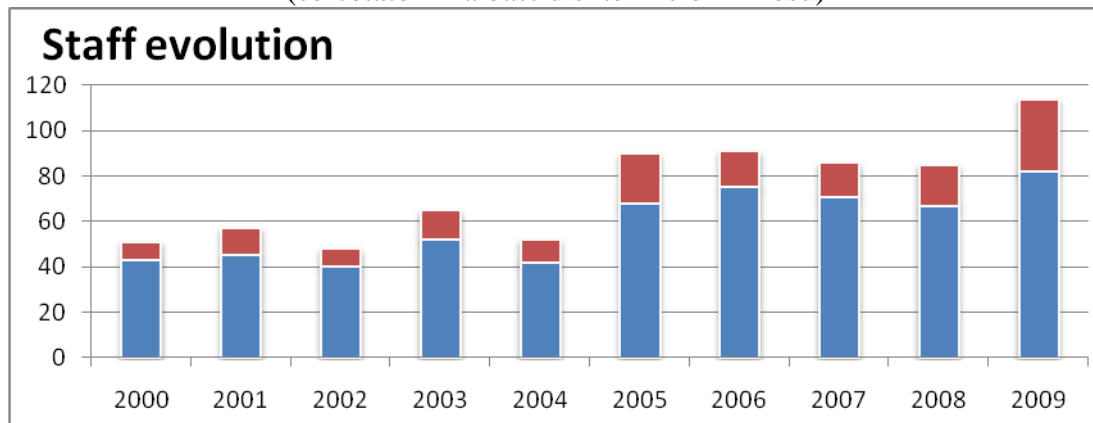


In acesta analiza de caz numarul semnificativ de publicatii este la 9-10 ani din momentul inceperii constructiei infrastructurii.

### **Exemplul 2**

Am ales o colaborare europeana, EURATOM Fusion Programme, care functioneaza de 50 ani si la care Romania a aderat in anul 1999 (vezi Raportul I-2). Am analizat resursa umana si dinamica ei pe perioada de 10 ani de cand Romania participa la aceasta colaborare.

**Figura 2** Evolutia personalului implicat in Asociatia EURATOM-MEdC Romania (cercetatori – albastru si tehnicieni – rosu)



Dupa cum se vede in Figura 2 a existat o crestere semnificativa a numarului de cercetatori implicati in acest proiect de-a lungul celor 10 ani, de la 51 la 114 [27]. Asociatia romana s-a transformat dintr-o asociatie mica intr-una medie comparabila cu centre europene cu o mult mai indelungata experienta in domeniu. O analiza mai atenta a acestei evolutii arata insa ca numarul specialistilor in fizica plasmei a variat foarte putin si ca dinamica a fost data de aderarea unor grupuri specializate in tehnologii.

Aceste exemple arata doua aspecte importante:

- Criteriul legat de rezultatele stiintifice reprezentate prin publicatiile legate de colaborarea analizata nu este foarte relevant pentru strategie, in special pentru colaborarile aflate in faze preliminare. Performanta stiintifica anterioara a grupurilor de cercetare (luata in considerare in criteriu 3 din lista de mai sus) este un factor determinant in stabilirea strategiei;
- resursa umana este foarte importanta si trebui acordata o atentie deosebita formarii specialistilor in domeniile implicate in marile colaborari. Este necesara o strategie activa in atragerea si formarea specialistilor pentru a se ajunge la o dinamica care sa valorifice colaborarea.

### **4.3 Consultarea structurata a expertilor in vederea elaborarii strategiei**

Elementul esential in atingerea obiectivelor acestui proiect il constituie baza de date pentru cercetarea in domeniul fizicii. Aceasta va cuprinde informatii detaliate si programe de extragere structurata a lor. Dupa cum se arata in Raportul I-2, baza de date va cuprinde atat domeniile din fizica in care s-au obtinut rezultate in ultimii 10 ani, grupurile de cercetare, performanta lor stiintifica, cat si colaborarile mari. Informatiile despre colaborarile incheiate sau in curs de desfasurare vor fi analizate pentru a se evalua contributia lor la cresterea performantei cercetarii romanesti.

Prin corelarea informatiilor privind expertiza grupurilor de cercetare si performanta lor cu programele de cercetare ale marilor colaborari se vor stabili expertii ce vor fi consultati pentru elaborarea strategiei colaborarilor in fiecare domeniu al fizicii. Consultarea expertilor va stabili in prima faza continutul bazei de date necesara elaborarii strategiei participarii la marile colaborari. Astfel se vor determina colaborarile europene si internationale care sunt potential adecvate cercetarii romanesti din punctul de vedere al programului stiintific. Informatiile despre aceste colaborari vor fi introduse in baza de date. Se va face apoi, prin consultarea expertilor si a bazei de date privind cercetarea nationala de fizica, o analiza detaliata si se vor stabili prioritati.

Criterii si indicatori pentru stabilirea strategiei de participare la marile colaborari sunt:

- importanta pentru integrarea europeana;
- vizibilitatea Romaniei in cadrul colaborarii;
- resursa umana (numar de cercetatori implicati si performanta stiintifica);
- costuri, oportunitati pentru cercetatorii romani;
- relevanta pentru programul national de cercetare.

### **4.4 Elaborarea strategiei pe termen scurt si mediu si stabilirea prioritatilor**

Metodologia pentru elaborarea strategiei si a prioritatilor in participarea la mari colaborari internationale se va elabora pe baza:

- analizei rezultatelor evaluarii participarii Romaniei la mari colaborari;
- strategiei nationale in domeniul fizicii;

- consultarii expertilor pentru stabilirea ponderii criteriilor de evaluare;
- estimarii resurselor umane si a evolutiei lor pe termen mediu.

Se va elabora intr-o prima etapa de lucru metodologia de selectie a expertilor pentru in domeniul fizicii si realizarea unei baze de date cu potentiali evaluatori din Romania pe domenii de competenta. Consultarea expertilor va permite elaborarea unei baze de date pentru colaborarile marile colaborari internationale. Pentru elaborarea metodologiei de selectie a propunerilor de participare a Romaniei la marile proiecte internationale in domeniul fizicii se vor organiza intalniri de lucru cu grupul de experti selectat in acest scop. Strategia pe termen scurt implica in special colaborarile existente si va avea ca scop cresterea vizibilitatii Romaniei si corelarea cu strategia nationala in vederea cresterii performantei cercetarii. Strategia pe termen mediu si lung va fi bazata in special pe estimarea resurselor umane si a evolutiei lor.

## 5. Concluzii

- Raportul face o trecere in revista a strategiilor din domeniul fizicii la nivel european si la nivelul tarii noastre subliniind principiile directe si cadrul operational si metodologic pentru elaborarea unui plan strategic pe termen scurt si mediu al cercetarii de fizica din Romania. Sunt prezentate totodata modalitatile propuse pentru identificarea directiilor prioritare, formularea obiectivelor strategice si stabilirea prioritatilor in vederea participarii cercetarii de fizica din tara noastra la marile colaborari internationale.
- In cadrul acestui proiect se vor analiza performanțele sistemului românesc de cercetare, dezvoltare și inovare in domeniul fizicii. Acest proiect va realiza o radiografie a sistemului si va stabili contribuția sistemului fizicii din România la știința mondială cu stabilirea structurii acestor contribuții.
- Pe baza acestor rezultate proiectul va stabili strategia nationala si internationala a cercetarii de fizica.
- Aceasta etapa a proiectului nu isi propune clarificarea tuturor acestor aspecte. Rolul este de a stabili **cadrul operațional și metodologic** in care se vor stabili **obiectivele strategice** în cercetarea de fizică **nationala** și a **strategiei de participare la mari colaborări internaționale**.

**Raportori: Ionel Lazanu, Mădălina Vlad, Mircea Radulian, Viorel Braic**

## Referinte

- [1] Guvernul Romaniei, Ministerul Educatiei si Cercetarii, Departamentul de cercetare, Strategia nationala in domeniul cercetarii-dezvoltarii si inovarii, august 2002
- [2] Guvernul Romaniei, Ministerul Educatiei si Cercetarii, Autoritatea Nationala pentru cercetare Stiintifica, Strategia nationala de cercetare, dezvoltare si inovare 2007-2013, dec. 2006
- [3] Panaite NICA, Serban AGACHI, Doina BANCIU, Cătălin BALTEI, Adrian CURAJ, Radu GHEORGHIU, Dan GROSU, Geomina ȚURLEA, Metodologie si proceduri pentru definirea obiectivelor și priorităților strategice ale cercetării științifice și dezvoltării tehnologice naționale pe perioada 2005 – 2010, Ministerul Educatiei si cercetarii, EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
- [4] F. Vasiliu, S. Frunza, Performanta in cercetarea stiintifica din Romania mileniului trei
- [5] Proiecte statice pentru invatamantul superior - DOCTORATUL IN SCOLI DE EXCELENTA – Evaluarea calitatii cercetarii in universitati si cresterea vizibilitatii prin publicare stiintifica
- [6] Proiecte de cercetare in sprijinul programelor postdoctorale - prezentare
- [7] Ioan Curtu, Asigurarea calitatii in invatamantul superior- provocari si realizari, Conferinta finala a proiectului PHARE TVET 2005, Sinaia, 13 oct. 2008
- [8] <http://www.unibuc.ro>
- [9] Strategia europeana in fizica particulelor elementare  
<http://council-strategygroup.web.cern.ch/council-strategygroup/>  
[http://council-strategygroup.web.cern.ch/council-strategygroup/Strategy\\_Statement.pdf](http://council-strategygroup.web.cern.ch/council-strategygroup/Strategy_Statement.pdf)  
[http://council-strategygroup.web.cern.ch/council-strategygroup/Strategy\\_Brochure.pdf](http://council-strategygroup.web.cern.ch/council-strategygroup/Strategy_Brochure.pdf)
- [10] Strategia europeana in domeniul astrofizicii  
[www.aspera-eu.org](http://www.aspera-eu.org)
- [11] "The European Fusion Research Programme: Positioning, Strategic outlook and need for infrastructure toward DEMO", Report European Fusion Development Agreement (EFDA), 15 January 2008.
- [13] [http://www-elsa.physik.uni-bonn.de/accelerator\\_list.html](http://www-elsa.physik.uni-bonn.de/accelerator_list.html)
- [14] [http://www.nsf.gov.cn/e\\_nsf/desktop/zn/0101.htm](http://www.nsf.gov.cn/e_nsf/desktop/zn/0101.htm)
- [15] [www.un.org/esa/sustde](http://www.un.org/esa/sustde)
- [16] Observatoire des Sciences et des Techniques - <http://www.obs-ost.fr>
- [17] <http://public.web.cern.ch/public/en/Research/LEP-en.html>;
- [18] <http://www.slac.stanford.edu/spires/find/experiments/www2?expt=CERN-LEP-ALEPH>;
- [19] <http://cdsweb.cern.ch/collection/ALEPH>
- [20] Bogdan C. Simionescu, Consiliul de Coordonare a Cercetarii din Academia Romana – kick-off meeting, Academia Romana, 13.11.2006
- [21] Romania educatiei, Romania cercetarii, Raportul comisiei prezidentiale pentru analiza si elaborarea politicilor din domeniile educatiei si cercetarii,
- [22] Steliana Sandu, Gheorghe Zaman, Radu Gheorghiu, Cristina Modoran, ERAWATCH Country Report 2008 An assessment of research system and policies
- [23] S. Agachi, A. Curaj, I. Dumitrache, F. Filip, G. Popa, I. Stanculescu, L. Szabolcs, Sistemul national de cercetare, dezvoltare si inovare in contextul integrarii in aria europeana a cercetarii, Editura Academiei Romane, 2006
- [24] "A more research-intensive and integrated European Research Area", Raport al Comisiei Europene EUR 23608, 2008.
- [25] "Opening to the world: International cooperation in science and technology", Report of the ERA Expert Group, Raport al Comisiei Europene EUR 23325, 2008.
- [26] "European roadmap for research infrastructures", Raport al European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI), 2008.
- [27] Prezentare F. Spineanu, Associations Days, Magurele, 26-27 noiembrie 2009, [www.ifa-mg.ro/euratom](http://www.ifa-mg.ro/euratom).
- [28] OST-2008 – La Roumanie, profil pays. (sursa Anuarul statistic al Romaniei 2007). Material aflat pe site: <http://www.obs-ost.fr>
- [29] Guvernul Romaniei – Strategia Nationala pentru Dezvoltare Durabila a Romaniei, orizonturi 2013 – 2020 – 2030 (HG 1460/12.11.2008), cap. CS si DT, Inovarea, p.83