

INSTITUTUL DE FIZICĂ ATOMICĂ

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

POTENȚIALUL DIRECȚIILOR DE CERCETARE
ÎN FIZICA DIN ROMÂNIA

Responsabil proiect: Florin D. BUZATU

1 Septembrie 2010



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

Comitetul de coordonare al proiectului:

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

Responsabil proiect: Florin-Dorian BUZATU

Responsabil etapă: Florin VASILIU

Responsabili activități:

1. Călin ALEXA și Doru DELION – Baza de date a proiectului
2. Cristian PANAIOTU și Florin VASILIU – Informații din Web of Science
3. Ionel LAZANU și Mădălina VLAD – Resurse umane și educaționale
4. Traian DASCĂLU și Ioan URSU – Proiecte de cercetare-dezvoltare
5. Viorel BRAIC și Mircea RADULIAN – Infrastructură de cercetare, brevete, tehnologii, servicii

Cuprins

I. INTRODUCERE	4
II. METODOLOGIA DE EVALUARE A DIRECȚIILOR DE CERCETARE ÎN FIZICA DIN ROMÂNIA	6
II.1 Arii tematice și direcții de cercetare	6
II.2 Criterii și indicatori	8
II.3 Instituții participante	10
II.4 Baza de date	12
II.5 Procedura de identificare și selecție a principalelor direcții de cercetare în fizică și domenii conexe	18
III. DIRECȚII DE CERCETARE ÎN FIZICA DIN ROMÂNIA: PERFORMANȚĂ ȘTIINȚIFICĂ	28
III.1 Principalele direcții de fizică: indicatori obținuți direct din Web of Science vs. rezultatele proiectului	28
III.2 Principalele direcții de fizică: dinamica publicării, contribuția instituțională, principalele reviste	32
III.3 Principalele direcții de fizică: cooperare internațională	37
III.4 Principalele direcții de fizică: caracterul inter- și multidisciplinar al cercetării de fizică	48
III.5 Alte direcții de fizică	55
III.6 Comparatie cu situația fizicii din alte țări	59
III.7 Contribuția fizicii în alte domenii	66
III.8 Discuție asupra rezultatelor privind anumite domenii și arii tematice	80
IV. DIRECȚII DE CERCETARE ÎN FIZICA DIN ROMÂNIA: RESURSE UMANE, PROIECTE, INFRASTRUCTURĂ ȘI IMPACT	82
IV.1 Resurse umane și educaționale	82
IV.2 Proiecte de cercetare-dezvoltare	94
IV.3 Infrastructură de cercetare	100
IV.4 Impact social, tehnologic și economic	102
V. CONCLUZII	107

În volum separat:

ANEXA 1 – Science Citation Index Expanded (SCIE)

ANEXA 2 – Physics and Astronomy Subject Classification Scheme (PACS, 2nd level)

ANEXA 3 – Web of Science: record count at 06.02.2010 (RO, 2001-2010, 17 fields)

ANEXA 4 – Chestionare transmise instituțiilor participante

ANEXA 5 – Indicatori privind proiectele de fizică grupate pe programe naționale și internaționale

I. INTRODUCERE

Prezentul raport își propune să răspundă la două întrebări aparent simple: în primul rând,

Care sunt în prezent principalele direcții de cercetare în fizica din România ?

și apoi, legat de prima întrebare,

Care este potențialul acestor direcții ?

Simplitatea aparentă a acestor întrebări, perfect „naturale” și justificate atât pentru autoritatea care asigură finanțarea cercetării cât și pentru cercetători în domeniu, dispare rapid atunci când se încearcă o înțelegere mai profundă a lucrurilor. Există desigur definiții mai mult sau mai puțin standard a ce înseamnă „fizică”, „cercetare”, „direcție”, „principal”, „potențial”, etc; totuși, încercarea de a răspunde pe cât posibil științific la cele două întrebări întâmpină dificultăți precum: Care tematici sunt de fizică și care nu ? Cât de îngustă/largă trebuie să fie o anumită tematică pentru a fi considerată o „direcție” (mai mult, de „cercetare”) ? Presupunând cunoscute „direcțiile”, cum se stabilesc cele „principale” ? „Potențial” măsurat în raport cu ce ? Acestea sunt numai o parte din întrebările pe care un om de știință, familiarizat poate mai mult cu formule, experimente și interpretări decât cu managementul cercetării, și le-ar pune în fața unui astfel de studiu.

Importanța subiectului devine majoră în momentul în care se urmărește elaborarea unei strategii în domeniu. La baza oricărei strategii trebuie să stea o evaluare a capacității sistemului. În cazul particular al cercetării, evaluarea trebuie să vizeze în primul rând capacitatea sistemului de a produce ceva „nou”, în concordanță cu evoluțiile pe plan mondial. Dacă ne interesează, așa cum își propune prezentul studiu, numai delimitarea și evidențierea celor mai „active” zone ale cercetării, atunci problema se simplifică reducându-se la măsurarea anumitor indicatori conform unor criterii stabilite și interpretarea corespunzătoare a rezultatelor. În acest sens, propunem o metodologie de identificare/evidențiere a principalelor (celor mai „active” în producerea de rezultate noi) direcții/arii tematice de cercetare într-un anumit domeniu, metodologie pe care o aplicăm apoi în cazul particular al cercetării de fizică din România.

Metodologia se bazează pe clasificarea tematică „Science Citation Index Expanded” (SCIE), elaborată de „Institute of Scientific Information” (ISI) din Philadelphia, USA, și folosită de „Web of Science” (WoS) la încadrarea publicațiilor din revistele cotate ISI în categorii de subiecte (arii tematice). Pornind de la vizibilitatea (numărul) publicațiilor românești în anumite arii tematice SCIE considerate în general caracteristice fizicii, am identificat principalele instituții care le-au produs. Specialiștii (fizicieni, chimiști, ingineri, etc) indicați de aceste instituții ca principalii „contribuabili” au publicat însă în diverse arii tematice și mult mai multe decât cele selectate inițial; acest lucru a fost înregistrat într-o bază de date, împreună cu alte informații considerate relevante domeniului (brevete, tehnologii, echipamente, proiecte, etc), încadrate pe cât posibil în ariile tematice SCIE. Pe baza criteriilor stabilite (de exemplu, performanța științifică) am calculat valorile indicatorilor considerați ca fiind cei mai reprezentativi. În histogramele obținute am identificat apoi, pentru fiecare caz (indicator) în parte, anumite „clase valorice”; punctajul acumulat de fiecare arie tematică pentru toți indicatorii considerați a condus astfel la ierarhizarea acestora.

Pentru a obține rezultate relevante, aplicarea metodologiei necesită precauții și verificări precum: publicațiile personalului selectat (de instituțiile participante) înregistrate în baza de date trebuie să acopere cât mai mult numărul publicațiilor indicate de WoS pentru România în ariile tematice considerate cele mai caracteristice fizicii; pentru fiecare indicator, ordonarea ariilor tematice trebuie făcută după contribuția fizicienilor (potențialul în domeniul fizicii este dat în primul rând de fizicieni); indicatorii considerați trebuie să aibă ponderi aproximativ egale (exemplu: nr. de publicații citate, nr. de citări aferente și factorul de impact cumulat sunt considerate mărimi la fel de „importante”); prelucrarea statistică trebuie să se refere la un volum mare de date, altfel pot apare anomalii; etc.

Metodologia descrisă pe larg în Capitolul II, aplicată în cazul a 29 de instituții de profil din România (din care 16 sunt partenere în realizarea proiectului) a condus la identificarea a 25 de arii tematice în fizică și domenii conexe cu potențial de cercetare ridicat în comparație cu restul tematicilor abordate. Printre acestea se regăsesc direcțiile „tradiționale” de fizică (nucleară, materie condensată, optică, etc) dar și direcții (unele mai puțin anticipate) apropiate mai mult de chimie, știința materialelor, tehnologie și inginerie, lucru care evidențiază caracterul inter- și multidisciplinar al fizicii și care este cu siguranță firesc. Ariile tematice identificate ca principale în Capitolul II sunt descrise pe larg în Capitolul III din punct de vedere al performanței științifice (bazată pe publicații), subliniindu-se ponderea și vizibilitatea fizicii din România la nivel național și internațional. În Capitolul IV se analizează resursele umane și educaționale în domeniul fizicii, finanțarea prin proiecte, infrastructura de cercetare și impactul socio-economic. Raportul se încheie cu Concluzii asupra analizei efectuate și unele aspecte privind continuarea și îmbunătățirea studiului.

Rezultatele obținute prin prelucrarea bazei de date realizată în cadrul proiectului sunt încă preliminare; înainte de a fi făcute publice, sunt necesare unele mici corecții la datele de intrare (legate de înregistrarea numelor), câteva completări și reverificări tehnice (în procedura de corelare a numelor cu afilierea) și rularea din nou a programului. Rezultatele vor fi de asemenea supuse dezbaterilor în cadrul unei conferințe dedicate (planificată pentru a doua jumătate a lunii Octombrie 2010) și revizuite corespunzător. Dorim ca raportul în formă publicabilă, de circulație internațională, să fie completat cu înregistrările anului 2010 pentru ca studiul să se refere la o perioadă „rotundă” de 10 ani.

Baza de date construită în cadrul proiectului, punct central al metodologiei, poate fi actualizată permanent, devenind astfel un instrument eficace de analiză, evaluare și strategie în domeniul cercetării de fizică. Este important însă de reținut că metodologia elaborată, bazată exclusiv pe date statistice, are limite de aplicabilitate și respectiv relevanță: nu evaluează decât parțial (scientometric) calitatea rezultatelor științifice obținute în diferite direcții de cercetare; ea marchează în schimb locul (ariile tematice) în care acestea au apărut cu preponderență și unde au cele mai mari șanse să apară. Credem că metodologia propusă poate fi ușor aplicată și adaptată altor domenii, oferind astfel un cadru unitar de evaluare a potențialului direcțiilor de cercetare științifică din România.

II. METODOLOGIA DE EVALUARE A DIRECȚIILOR DE CERCETARE ÎN FIZICA DIN ROMÂNIA

II.1 Arii tematice și direcții de cercetare

Clasificarea tematică „Science Citation Index Expanded” (SCIE), elaborată de „Institute of Scientific Information” (ISI) din Philadelphia, USA, este folosită la încadrarea publicațiilor din revistele cotate ISI în categorii de subiecte (domenii, arii tematice). Această clasificare tematică folosită de „Web of Science” (WoS) și descrierea categoriilor respective (disponibile on-line), sunt prezentate în **Anexa 1**. Din cele aproape 200 de arii tematice SCIE, au fost selectate inițial ca fiind de fizică sau strâns înrudite cu fizica 34 de categorii prezentate în **Tabelul II.1**: 17 considerate principale (dintre care 9 – cele cu caractere „bold” – fiind considerate ca cele mai caracteristice fizicii în general) și 17 secundare (caractere de culoare verde). Selecția acestor arii tematice s-a făcut numai pe baza descrierilor/definițiilor respective pentru fiecare categorie în parte și a legăturii tematice cu obiectul de activitate al fizicii în general. Scopul selecției a fost acela de a identifica, pe baza publicațiilor care apar în WoS în aceste categorii tematice, principalele instituții din România cu activitate de cercetare în fizică și domenii conexe; cu alte cuvinte, s-a urmărit stabilirea grupului de instituții participante la prezentul studiu (Sec. II.3), urmând ca apoi, pe baza informațiilor furnizate de acestea și corelat cu alte surse, mai ales WoS, să se realizeze o bază de date proprie cu principalii indicatori relevanți domeniului (rezultate, personal și infrastructură de cercetare, proiecte, colaborări, etc.)

Tabelul II.1 Categoriile SCIE folosite în vederea selectării participanților (instituții, personal) la proiect

MAIN PHYSICS-RELATED SUBJECT AREAS		OTHER PHYSICS-RELATED SUBJECT AREAS	
No.	Category Name	No.	Category Name
1	Astronomy & Astrophysics	18	Acoustics
2	Biophysics	19	Chemistry, Inorganic & Nuclear
3	Crystallography	20	Chemistry, Physical
4	Mechanics	21	Computer Science, Interdisciplinary Applications
5	Nanoscience & Nanotechnology	22	Computer Science, Theory & Methods
6	Nuclear Science & Technology	23	Geochemistry & Geophysics
7	Optics	24	Geosciences, Multidisciplinary
8	Physics, Applied	25	Instruments & Instrumentation
9	Physics, Atomic, Molecular & Chemical	26	Materials Science, Biomaterials
10	Physics, Condensed Matter	27	Materials Science, Ceramics
11	Physics, Fluids & Plasmas	28	Materials Science, Characterization & Testing
12	Physics, Mathematical	29	Materials Science, Coatings & Films
13	Physics, Multidisciplinary	30	Materials Science, Composites
14	Physics, Nuclear	31	Materials Science, Multidisciplinary
15	Physics, Particles & Fields	32	Mathematics, Applied
16	Spectroscopy	33	Multidisciplinary Sciences
17	Thermodynamics	34	Radiology, Nuclear Medicine & Medical Imaging

WoS asociază fiecărei reviste cotate ISI una sau mai multe arii tematice SCIE în care încadrează publicațiile respective. Ariile tematice SCIE asociate fiecărei publicații ISI sunt specificate în informația furnizată de WoS. Există însă reviste încadrate într-o anumită categorie care pot avea secțiuni (și deci articole publicate) corespunzând mai degrabă altor categorii tematice SCIE, de obicei mai înguste/focalizate. Categoriile SCIE asociate unei anumite lucrări pot deci să nu fie întotdeauna cele mai adecvate subiectului abordat în lucrarea respectivă. De exemplu, lucrări de fizică particulelor elementare publicate în revista Physics Letters B sunt încadrate sistematic în aria tematică „Physics, Multidisciplinary”. Categoriile SCIE care cuprind în denumire „Multidisciplinary”, ca și altele precum „Physics, Applied” sau „Instruments and Instrumentation”, au un grad mare de generalitate și nu reflectă întotdeauna aria tematică mai îngustă în care s-ar încadra lucrarea respectivă.

O clasificare mai adecvată publicațiilor de fizică și astronomie (eventual și domenii înrudite) o reprezintă schema „Physics and Astronomy Classification Scheme” (PACS) dezvoltată de „American Institute of Physics” (AIP) începând cu 1975 și actualizată anual; este o schemă de clasificare a subiectelor cu caracter ierarhic adoptată internațional. Schema PACS conține la primul nivel 10 subdomenii largi, fiecare dintre ele subdivizate la nivelul următor în tematici mai restrânse (patru până la șapte, în total 89 pentru nivelul doi); subdiviziunea se repetă până la nivelul cinci. Pentru exemplificare, prezentăm în **Tabelul II.2** numai primul nivel din schema PACS. Schema PACS completă (și instrucțiuni de utilizare) poate fi vizualizată la adresa <http://www.aip.org/pacs/> și este prezentată, până la nivelul doi, în **Anexa 2**. Prin compararea celor două clasificări, se poate constata că multe din ariile tematice SCIE pot fi corelate cu cele din schema PACS, cel puțin la primul nivel.

Tabelul II.2 Ariile tematice PACS corespunzătoare primului nivel

Code	Main Topic
00	General
10	The Physics of Elementary Particles and Fields
20	Nuclear Physics
30	Atomic and Molecular Physics
40	Electromagnetism, Optics, Acoustics, Heat Transfer, Classical Mechanics, and Fluid Dynamics
50	Physics of Gases, Plasmas, and Electric Discharges
60	Condensed Matter: Structural, Mechanical, and Thermal Properties
70	Condensed Matter: Electronic Structure, Electrical, Magnetic, and Optical Properties
80	Interdisciplinary Physics and Related Areas Of Science and Technology
90	Geophysics, Astronomy, and Astrophysics

Revistele care au adoptat schema PACS (toate revistele editate de American Physical Society, în particular Physical Review și Physical Review Letters) solicită autorilor la transmiterea manuscrisului codurile PACS considerate ca cele mai relevante subiectului tratat; unele secțiuni din aceste reviste chiar urmăresc clasificarea PACS. În acest fel, încadrarea unei publicații într-o anumită categorie tematică, fiind făcută de autori și/sau editori, este mai riguroasă și mai apropiată de realitate.

Sunt însă multe reviste ISI de fizică (unele chiar importante) care nu solicită în vederea publicării codurile PACS relevante manuscrisului respectiv (în general, 3-4 coduri sunt suficiente). Din acest motiv, în studiul efectuat ne-am restrâns la utilizarea exclusiv a informațiilor accesibile în WoS și deci la clasificarea tematică SCIE. Continuarea proiectului prin atribuirea de coduri PACS fiecărei publicații de fizică (acolo unde nu există) de către autori sau experți ar reprezenta o etapă deosebit de utilă în evaluarea potențialului științific și tehnologic al fizicii din România.

În mod evident, ariile tematice corespunzătoare schemelor SCIE sau PACS nu reprezintă întotdeauna și direcții de cercetare. Totuși, aceste clasificări recunoscute internațional pentru publicațiile științifice crează o imagine suficient de fidelă a potențialului de cercetare în domeniu; în plus, acestea au avantajul că permit comparea cu analize similare din alte țări, fapt ce ajută la o evaluare în context internațional a capacității sistemului și la elaborarea unei strategii de cercetare adecvată. În prezentul raport am presupus că principalele direcții de cercetare în fizica din România sunt suficient de bine reprezentate prin ariile tematice SCIE corespunzătoare clasificării revistelor de specialitate. Am extins prin urmare analiza direcțiilor de cercetare pe baza clasificării SCIE și la alți indicatori, pe lângă cei referitori la publicații, cum ar fi: brevete, tehnologii, servicii, personal de specialitate, proiecte, colaborări și infrastructuri de cercetare.

II.2 Criterii și indicatori

În analiza efectuată în vederea evaluării direcțiilor de cercetare am adoptat următoarele criterii:

- I. Performanță științifică. Acest criteriu, determinat de întrebarea „Ce s-a realizat nou din punct de vedere conceptual?”, se referă la rezultate noi, originale, cuantificate prin publicații științifice. Performanța științifică astfel definită este cea care asigură în principal vizibilitatea cercetării în comunitatea științifică internă și internațională.
- II. Potențial uman. Acest criteriu, determinat de întrebarea „Cine a obținut rezultatele?”, se referă la cantitatea și calitatea resursei umane implicate/disponibile la momentul actual în domeniul cercetării de fizică: specialiști pe grade profesionale, începând cu asistenți cercetare, doctoranzi, cercetători, ingineri, cadre didactice, conducători de doctorat, academicieni. Potențialul uman determină în principal elaborarea unei strategii în domeniu.
- III. Infrastructură de cercetare. Acest criteriu, determinat de întrebarea „Cu ce mijloace tehnice s-au obținut rezultatele?”, se referă la cantitatea și calitatea infrastructurii de cercetare folosită/existentă: instalații, laboratoare, echipamente, etc. Infrastructura de cercetare reprezintă un factor important în pregătirea specialiștilor, atragerea și menținerea resursei umane precum și în stabilirea parteneriatelor în domeniu.
- IV. Finanțare competițională. Acest criteriu, determinat de întrebarea „Cu ce fonduri s-au obținut rezultatele?”, se referă la capacitatea personalului de specialitate de a participa la competiții de proiecte în vederea atragerii de fonduri necesare cercetării propuse. Capacitatea de a propune și câștiga proiecte determină major asigurarea unei finanțări corespunzătoare, element cheie în dezvoltarea domeniului.
- V. Impact socio-economic. Acest criteriu, determinat de întrebarea „Cine beneficiază de rezultatele cercetării?”, se referă la aportul cercetării în alte sectoare de activitate, precum educație și formare profesională, industrie, mediul de afaceri, etc. O parte din acest impact, legat mai ales de mediul industrial și de afaceri, poate fi cuantificat prin brevete, tehnologii aplicate și servicii.

O analiză a diferitelor procedee/modalități de cuantificare a criteriilor de mai sus a condus la următorii indicatori care pot fi în principiu calculați pentru fiecare arie tematică „n”:

Publicații (ISI)

1. Numărul de publicații ISI (articole, proceedings-uri, review-uri) în aria tematică „n” – indicatorul P_n . Vom folosi de asemenea și indicatorul P^*_n (notat de asemenea și cu Q_n), reprezentând numărul de publicații *citare* în aria tematică „n”.
2. Numărul de citări ale publicațiilor ISI din aria tematică „n” – indicatorul C_n . Vom folosi de asemenea și indicatorul C^*_n definit ca numărul de citări *fără autocitări* în aria tematică „n”.
3. Factorul de impact cumulat pentru aria tematică „n” – indicatorul I_n , definit în felul următor: fiecărui articol i se atribuie factorul de impact al revistei în care a fost publicat, pentru anul respectiv (când a fost publicat); se sumează apoi valorile acestora pentru toate articolele din aria tematică „n”.

Pe lângă indicatorii de mai sus, vor fi considerate și combinații precum C_n/P_n , Q_n/P_n , etc.

Indicatorii de mai sus vor conține multiplicități, în sensul că o publicație poate fi încadrată în mai multe arii tematice. Valorile indicatorilor pe toate ariile tematice considerate (ex: numărul total de publicații în toate ariile tematice) nu vor conține însă multiplicități.

Personal

4. Numărul de autori cu publicații în aria tematică „n” – indicatorul A_n ; vom considera de asemenea și indicatorul A^*_n pentru autori *tineri* (AC, CS, IDT; A, L).

Numărul de autori într-o anumită direcție nu va conține multiplicități, în sensul că un autor care apare pe mai multe publicații din aceeași direcție va fi numărat o singură dată; la fel și pentru numărul de autori din toate direcțiile. Evident, un autor poate apare în mai multe direcții, conform cu publicațiile aferente; în acest sens, indicatorii conțin multiplicități.

Proiecte

5. Numărul de proiecte în aria tematică „n” – indicatorul Pr_n – finanțate prin competiții naționale (PrN_n) și internaționale (PrI_n).
6. Valoarea totală a proiectelor naționale în aria tematică „n” – indicatorul $VPrN_n$ și respectiv valoarea totală a proiectelor internaționale în aria tematică „n” – indicatorul $VPrI_n$ (cu finanțare internă - VRO și respectiv externă - VEX).

Numărul de proiecte va conține multiplicități, în sensul că un proiect poate aparține mai multor direcții (maxim trei, conform solicitărilor către instituțiile conducătoare). Valorile proiectelor vor fi însă împărțite în mod egal între direcții (nu vor conține deci multiplicități).

Brevete, tehnologii, servicii

7. Numărul de brevete în aria tematică „n” – indicatorul B_n .
8. Numărul de tehnologii aplicate în aria tematică „n” – indicatorul T_n .
9. Numărul de servicii de specialitate în aria tematică „n” – indicatorul S_n .

Acești indicatori vor conține multiplicități, în sensul că, spre exemplu, un brevet poate aparține mai multor direcții.

Infrastructură de cercetare

10. Număr total de infrastructuri mari – indicatorul RI, inclusiv cele de interes național.
11. Număr de echipamente semnificative (cu valoare peste 100.000 Euro) – indicatorul E.
12. Număr laboratoare acreditate/atestate/certificate/etc. – indicatorul L.

Indicatorii din această categorie pot fi eventual calculați numai pentru direcțiile principale/majore de cercetare în fizică (care vor rezulta din analiza indicatorilor de performanță științifică, așa cum va fi explicat în secțiunea II.5). Evident, acești indicatori vor conține multiplicități, în sensul că o infrastructură poate corespunde mai multor direcții.

Indicatorii descriși mai sus pot fi de asemenea normați la o anumită valoare, caz în care se va specifica acest lucru. Evident, pot fi considerate și combinații de acești indicatori.

II.3 Instituții participante

În realizarea prezentului studiu au fost implicate un număr de 29 de instituții din întreaga țară cu contribuții semnificative în domeniul fizicii. Pe lângă cele 16 instituții de cercetare-dezvoltare sau de învățământ superior partenere în cadrul proiectului (**Tabelul II.3**), au fost selectate, pe baza numărului de publicații ISI pentru perioada 2001-2010 în ariile tematice 1-17 din Tabelul II.1 (considerate inițial ca cele mai relevante fizicii), un număr de alte 13 instituții (**Tabelul II.4**). Selecția acestor 13 instituții s-a făcut pe baza datelor obținute din Web of Science la data de 06.02.2010, situație prezentată în **Anexa 3**. Din lista instituțiilor cu publicații ISI în primele 17 arii tematice din Tabelul II.1 în care apar autori din România (9.894 de articole în cei aproape 10 ani), ne-am oprit la instituțiile care în perioada menționată au avut minim 30 de lucrări, cu o contribuție de aproximativ 0,3 % din total (pe locul 1 a apărut Universitatea București cu un număr de 1.148 de lucrări, reprezentând aproximativ 11,6 % din total). Din această listă, în care apar și instituții din străinătate (instituțiile coautorilor din străinătate) au fost selectate instituțiile românești. O parte din acestea, 13 la număr (colorate în verde în lista din Anexa 3), sunt instituții partenere în proiectul ESFRO; alte 3 dintre instituții (Institutul de Fizică Atomică, Academia Română și Universitatea de Medicină și Farmaceutică) nu au fost luate în considerare deoarece publicațiile respective aparțin de fapt altor instituții din structura acestora (excepție cazul IFA care apare cu 347 de lucrări, toate aparținând de fapt altor instituții de pe Platforma Măgurele; un număr destul de mare de cercetători își declară încă afilierea la IFA !). Aceste 29 de instituții participante la prezentul studiu sunt următoarele:

Tabelul II.3 Instituții partenere în proiectul ESFRO

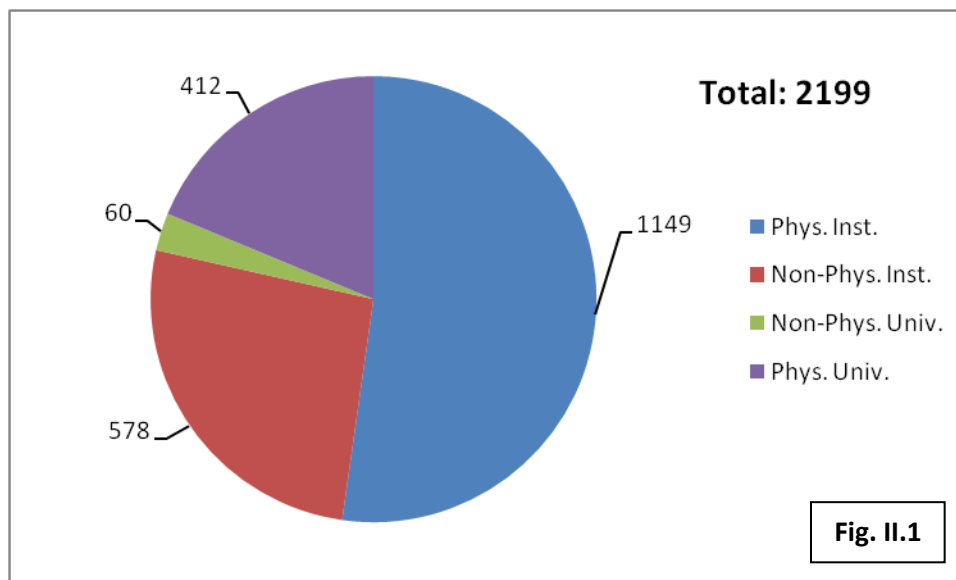
Nr. crt.	Instituție	Localitate	Acronim
1	Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Materialelor	Măgurele	INFM
2	Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizică și Inginerie Nucleară Horia Hulubei	Măgurele	IFIN-HH
3	Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Laserilor, Plasmei și Radiației	Măgurele	INFLPR
4	Institutul de Științe Spațiale (în cadrul INFLPR)	Măgurele	ISS
5	Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Optoelectronică	Măgurele	INOE
6	Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pământului	Măgurele	INFP
7	Universitatea Alexandru Ioan Cuza, Facultatea de Fizică	Iași	UAIC
8	Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizică Tehnică	Iași	IFT
9	Universitatea Babeș-Bolyai, Facultatea de Fizică	Cluj-Napoca	UBB
10	Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii Izotopice și Moleculare	Cluj-Napoca	ITIM
11	Universitatea București, Facultatea de Fizică	Măgurele	UB
12	Universitatea Politehnică București, Facultatea de Științe Aplicate	București	UPB
13	Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii Criogenice și Izotopice	Rm. Vâlcea	ICSI
14	Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Electrochimie și Materie Condensată	Timișoara	INEMC
15	Universitatea de Vest din Timișoara, Facultatea de Fizică	Timișoara	UVT
16	Universitatea din Craiova, Facultatea de Fizică	Craiova	UC

Tabelul II.4 – Alte instituții participante în proiectul ESFRO

Nr. crt.	Instituție	Localitate	Acronim
1	Institutul de Chimie Macromoleculară Petru Poni	Iași	ICMPP
2	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca	Cluj-Napoca	UTCN
3	Universitatea Oradea	Oradea	UO
4	Universitatea Ovidius din Constanța	Constanța	UOC
5	Universitatea Tehnică Gheorghe Asachi	Iași	UTGA
6	Universitatea Politehnică din Timișoara	Timișoara	UPT
7	Universitatea Transilvania din Brașov	Brașov	UTB
8	Universitatea Lucian Blaga din Sibiu	Sibiu	ULB
9	Sucursala de Cercetări Nucleare	Pitești	SCN
10	Institutul de Chimie Fizică Ilie Murgulescu	București	ICFIM
11	Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Microtehnologie	București	IMT
12	Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Inginerie Electrică	București	ICPE-CA
13	Universitatea Pitești	Pitești	UP

Instituțiilor participante li s-a solicitat furnizarea de date privind personalul de specialitate cu publicații în cele 34 de direcții de cercetare din Tabelul II.1, date privind brevetele, tehnologiile și infrastructurile de cercetare, precum și date privind proiectele de cercetare. Universităților organizatoare de școli doctorale li s-a solicitat completarea unui chestionar dedicat. Toate chestionarele transmise sunt prezentate în **Anexa 4**.

Personalul (cu studii superioare) indicat de instituțiile participante la proiect ca fiind relevant prezentului studiu cuprinde 2.199 de specialiști, din care: 1.149 fizicieni și 578 specialiști de alte profesii din institute de cercetare; 412 fizicieni și 60 cadre didactice de alte profesii din universitati. Această situație este reprezentată grafic în **Fig. II.1**.



II.4 Baza de date

II.4.1 Structura bazei de date

În vederea colectării datelor referitoare la lucrările publicate de către fizicienii români în perioada 2001-2009 a fost creată o bază de date proprie care conține informațiile complete (la data analizei) referitoare la publicațiile în reviste ISI, având drept sursă primară baza de date ISI - Web of Science. Pentru gestionarea eficientă a acestora s-a pus la punct o structură proprie de organizare a datelor precum și programele respective de prelucrare. Structura unei baze de date trebuie să respecte câteva cerințe de bază. Astfel, informația trebuie să fie:

- completă,
- codificabilă și
- neredundantă.

Completitudinea informației este asigurată de existența unor fișiere care să constituie arhiva primară din care în orice moment să poată fi recuperată orice informație. Acest deziderat este asigurat de crearea unei structuri denumită Bază primară de date.

Codificarea corectă a informației presupune identificarea unitară a acesteia prin atribuirea unor șiruri de caractere alfa-numerice, care să fie relativ ușor de mânuit, adică să fie scurte și să aibă o semnificație ușor de înțeles.

În fine, informația trebuie să fie definită într-un mod unic neredundant, adică apariția acelorași coduri trebuie să se refere exclusiv la același tip de informație. În structurarea Bazei de date relativ la lucrările din domeniul fizicii s-a ținut seama de aceste cerințe.

Baza de date conținând informația relativă la lucrările publicate de personalul din instituțiile de cercetare și învățământul superior din România a fost constituită în două trepte și anume:

A. Baza primară de date

și

B. Baza de date de prelucrare

A. Baza de date primară

Baza de date primară este o structură care are rolul de a proteja datele, în sensul existenței posibilității recuperării oricărui tip de date în orice moment. Aceasta este constituită din

A.1) fișierele permanente care conțin date privind instituțiile, personalul și revistele analizate, acestea fiind colectate pe bază de chestionar, precum și din

A.2) fișierele care conțin informația privitoare la lucrările publicate și care sunt actualizate periodic.

A.1) Fișiere permanente cu structură indexată fixă

Indexarea înregistrărilor conținute în fișiere s-a făcut prin coduri indicate mai jos cu caractere îngroșate.

- Fișierul **INSTITUTIONS**, conține date despre instituții de cercetare și învățământ superior și are structura următoare:

- **Cod instituție**

- Nume complet instituție

- Adresă

- Persoana de contact

- Alte informații

- Fișierul **PEOPLE**, conține date despre cercetători și cadre didactice și are structura următoare:

- **Nume, prenume**

- **Cod instituție**

- Departament/facultate/catedră

- **Profesie** (fizician, matematician, chimist, inginer)

- **Grad științific/didactic** (profesor - P, conferențiar - C, șef lucrări/lector - L, asistent - A, CS1, CS2, CS3, AC, IDT1, IDT2, IDT3)

- Conducător de doctorat/Dr./Drd.

- **Anul nașterii** (ZZ.LL.AAAA)

- **Direcții de cercetare** (codificate conform fișierului **AREAS**)

- Fișierul **JOURNALS**, conține date despre reviste și are structura de mai jos:
- Denumire completă publicație
- **Denumire scurtă publicație**
- Factorii de impact/an

- Fișierul **AREAS**, conține date despre domeniile fizicii și conexe acesteia. Acesta are structura următoare:

- **Cod domeniu**
- **Denumire domeniu**

A.2) Fișiere permanente cu structură secvențială variabilă

- Fișierul **WORKS**, este o colecție de fișiere, câte unul pentru fiecare persoană analizată din fișierul **PEOPLE** și conține date despre lucrările publicate conform structurii bazei de date ISI. Fișierul tip are o structură variabilă conținând următoarele informații:

- **Nume, prenume autori**
- **Afilieri**
- Nume lucrare
- Denumire completă publicație
- **Denumire scurtă publicație**
- Număr, An, Pagină
- **Denumiri Domenii**
- Număr de citari
- Cuvinte cheie
- Abstract
- Referințe
- Keywords

Menționăm aici că baza de date primară extinsă mai conține următoarele fișiere secvențiale, care sunt actualizate periodic:

- Fișierul **PROJECTS**, care conține informațiile referitoare la proiectele de cercetare naționale și internaționale. Informațiile sunt preluate prin accesarea paginilor Web ale ANCS, CNCSIS, AMCSIT, IFA, etc., consultând diversele rapoarte finalizate sau liste de proiecte finalizate, inclusiv informații obținute pe bază de chestionar de la instituțiile participante pentru programele pentru care datele nu au fost disponibile. Fișierul conține următoarele informații:

- **Cod proiect**
- **Nume program**
- Denumire proiect
- Data inceperii proiectului
- Data finalizării proiectului
- Contractor
- Director/responsabil proiect
- Parteneri
- Bugetul proiectului

- Domenii conform fișierului **AREAS**

- Fișierul **PATENTS**, care conține informațiile referitoare la brevetele de invenții, preluate pe bază de chestionar de la instituțiile partenere. Acesta are următoarea structură:

- **Cod brevet**

- Nume brevet

- Nume autori

- Instituția

- Data emiterii

- Domenii conform fișierului **AREAS**

- Fișierul **COOPERATIONS**, care se referă la marile colaborări internaționale, cu o structură similară fișierului **PROJECTS**. Informațiile vor fi preluate pe bază de chestionar de la instituțiile partenere.

- Fișierul **INFRASTRUCTURE**, care conține informațiile referitoare la dotările importante din laboratoarele de fizică. Informațiile au fost preluate pe bază de chestionar de la instituțiile partenere. Acestea sunt următoarele:

- **Cod infrastructură**

- Nume infrastructură

- Instituția

- Persoana de contact

- Scurtă descriere a infrastructurii

- Principalele caracteristici tehnice

- Data punerii în funcțiune

- Data ultimului upgrade major

- Valoare (euro)

- Utilizare (cercetare, tehnologii, servicii, etc)

- Domenii conform fișierului **AREAS**

- Observații (corelații cu alte infrastructuri)

Aceste informații fac obiectul unor analize separate, dar care sunt însă corelate cu datele referitoare la publicațiile științifice, întrucât fiecare fișier conține informații referitoare la domeniile fizicii, care sunt definite în fișierul **AREAS**.

B. Baza de date de prelucrare pentru lucrările științifice

Baza de date de calcul conține un fișier temporar, rezultat din colectarea datelor conținute în baza de date primară prin comunicarea la input a perioadei de calcul și a institutelor analizate. Spre exemplu, în analiza efectuată s-a ales perioada 2001-2009, precum și fizicienii care au avut locul de muncă în cadrul unui set de 29 de instituții din România, deși în cadrul bazei de date primare sunt conținute în principiu toate lucrările fizicienilor români selectați dint-o listă furnizată de aceste instituții, publicate de-a lungul întregii lor cariere științifice. Fișierul generat are o structură fixă și pe

baza informațiilor conținute se pot genera tabelele și histogramele necesare analizelor prezentate în raport. Acesta este un:

B.1) Fișier temporar cu structură secvențial-indexată

- **STANDARD-TABLE**, conține date din fișierele indexate (A.1) și cele secvențiale (A.2) și are o structură fixă.

Fișierul este folosit pentru generarea diagramelor și tabelelor din raport folosind subrutine simple. Acesta conține următoarele informații:

- **Nume, prenume autori** (conform fișierului **WORKS**)
- **Coduri instituții** (conform fișierului **INSTITUTIONS** pentru fiecare autor)
- **Profesie** (conform fișierului **PEOPLE** pentru fiecare autor)
- **Grad științific/didactic** (conform fișierului **PEOPLE** pentru fiecare autor)
- Nume lucrare (conform fișierului **WORKS**)
- **Denumire scurtă publicație** (conform fișierului **JOURNALS**)
- Număr, An, Pagină (conform fișierului **WORKS**)
- **Denumiri Domenii** (conform fișierului **AREAS**)
- Număr de citari (conform fișierului **WORKS**)

II.4.2 Metodologie de completare a bazei de date conținând lucrări științifice

Prelucrarea informațiilor referitoare la lucrările științifice este relativ complexă și implică manipularea unui volum imens de date.

Din această cauză a necesitat elaborarea unei proceduri clare care este expusă pe scurt în cele ce urmează. Metodologia de completare a bazei de date referitoare la lucrările științifice constă din două etape care sunt descrise mai jos:

Etapa A) Completarea fișierelor cu date cerute pe bază de chestionar de la instituții

Aceste fișiere sunt:

INSTITUTIONS: datele institutelor de cercetare și învățământ superior participante

PEOPLE: datele cercetătorilor și cadrelor didactice din domeniul fizicii

Etapa B) Generarea fișierelor cu date privind lucrări publicate din baza de date WoS

Procedura de generare a acestor fișiere constă în parcurgerea următorilor patru pași:

1. Colectarea datelor conținând lucrările din baza de date WoS se face de către operatori. Pentru fiecare **nume-prenume** din fișierul **PEOPLE** se extrag toate lucrările din baza de date WoS și se creează o colecție de fișiere de referință numită **WORKS** (alcătuită din baza primară de date menționată mai sus). Fiecare fișier este denumit cu numele persoanei respectiv și conține lucrările acesteia. Structura fișierului respectă cea a bazei de date furnizată de WoS.

2. Informația obținută din baza de date WoS este filtrată pentru a elimina autorii care nu aparțin instituțiilor partenere în proiect, dar care pot avea același nume și prenume. Acest lucru se realizează utilizând datele despre personalul de cercetare furnizate de către instituțiile partenere, selecția se face după *numele persoanei și al institutului* căruia îi aparține.

Dupa ce ne-am asigurat ca în colecția **WORKS** au ramas doar autorii de la instituțiile partenere se face un studiu al domeniilor care apar în lucrările din colecția de fișiere **WORKS** și se identifică cele care au relevanță pentru fizică, pe baza numărului de publicații, citari, factor de impact cumulat, etc., alcătuindu-se un fișier de domenii numit **AREAS**. Acesta conține numele domeniilor selectate, care au denumirile conform nomenclatorului bazei de date WoS.

3. Se generează automat un fișier denumit **JOURNALS** în care apar revistele în care au publicat autorii selectați din baza de date, în ordine alfabetică. Acest fișier conține (așa cum s-a menționat mai sus)

- Denumire completă a publicației și
- Denumire scurtă a publicației.

În plus, pentru fiecare revistă, sunt preluați ulterior dintr-un fișier separat

- Factorii de impact/an.

4. În următoarea etapă se elimină prin procedură automată lucrările care apar în duplicat.

De asemenea se rețin numai înregistrările care au cel puțin una dintre afilierile din România care intră în fișierul **INSTITUTIONS**.

Se obține astfel un singur fișier de lucru deja menționat **STANDARD-TABLE**, cu structură fixă care nu conține rubricile abstract, referințe, keywords ce apare în fișierele bazei de date primare. Din acest fișier se vor extrage informațiile necesare alcătuirii diagramelor. După cum am menționat, acest fișier conține doar publicațiile cercetătorilor aparținând institutelor participante în cadrul proiectului ESFRO.

II.5 Procedura de identificare și selecție a principalelor direcții de cercetare în fizică și domenii conexe

Completarea bazei de date s-a făcut pe baza următoarelor documente/materiale:

- Lista autorilor (de la instituțiile participante).
- Lista publicațiilor corespunzătoare listei autorilor (din Web of Science).
- Lista proiectelor (de la agențiile de finanțare și/sau instituțiile participante).
- Lista brevetelor (de la instituțiile participante).
- Lista tehnologiilor (de la instituțiile participante).
- Lista serviciilor (de la instituțiile participante).
- Lista infrastructurilor (de la instituțiile participante).

II.5.1 Compararea rezultatelor ESFR0 cu cele accesibile direct din Web of Science

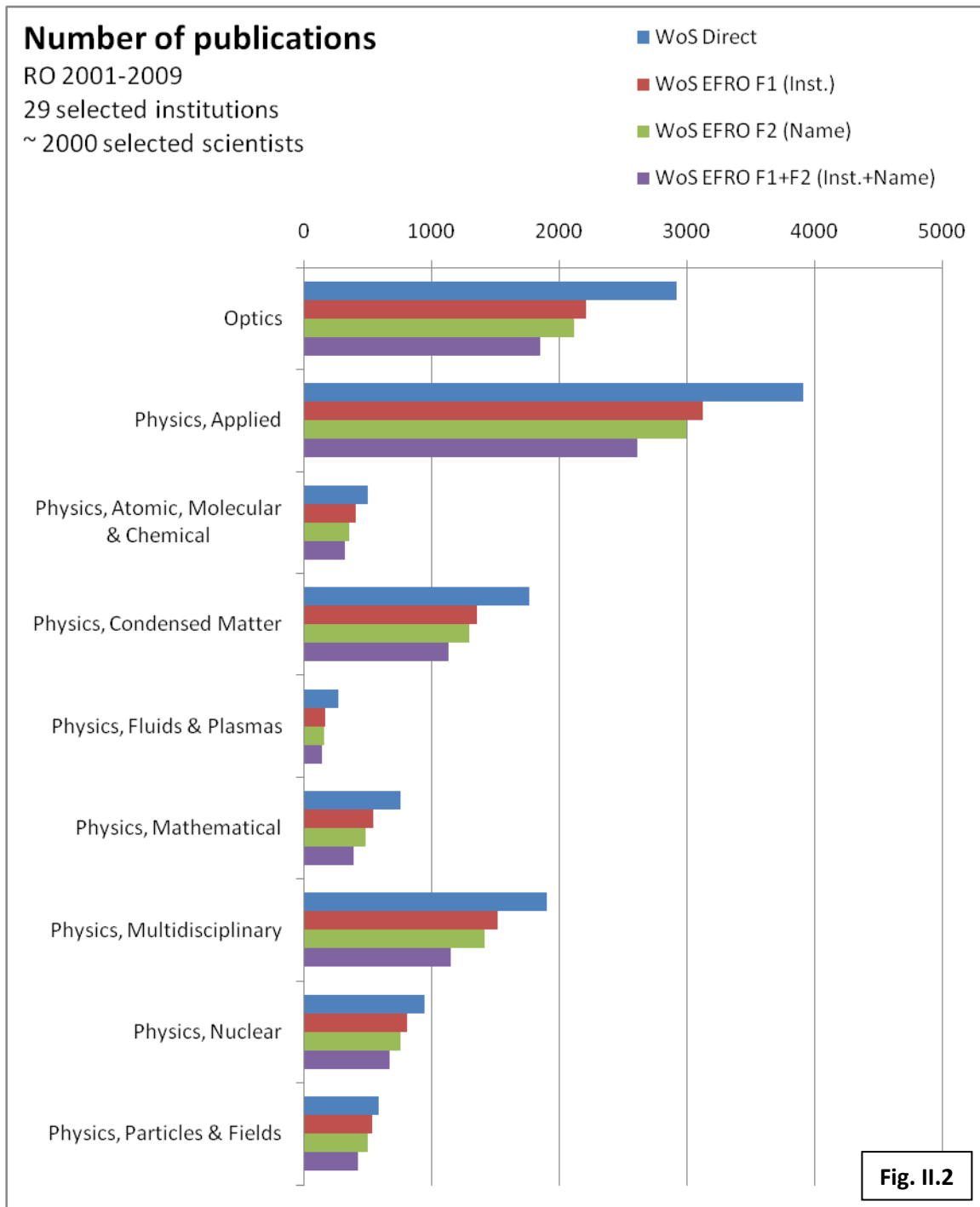
Pentru verificarea procedurii de construcție și operare a bazei de date, s-au comparat rezultatele obținute în cadrul proiectului ESFR0 pentru instituțiile participante și personalul aferent cu cele accesibile direct din Web of Science (WoS) pentru cele 9 arii tematice din Tabelul II.1 (7-15) considerate ca fiind cele mai reprezentative (ca tematică) fizicii. Rezultatele sunt prezentate (în ordinea alfabetică a ariilor tematice) în **Fig. II.2**. Prima coloană (cea mai înaltă, culoare albastră) reprezintă numărul de publicații obținut direct din WoS pentru o anumită arie tematică. Următoarele coloane, în ordine descrescătoare, reprezintă numărul de publicații obținut după introducerea a trei filtre consecutive.

Primul filtru (F1) este necesar pentru selectarea din totalitatea publicațiilor aferente României pentru perioada 2001-2009 în domeniile respective numai a celor care indică afilierea autorilor la una sau mai multe instituții din lista celor 29 participante la proiect (Secțiunea II.3). Cel de-al doilea filtru (F2) restrânge numărul de publicații obținut după primul filtru la cele pentru care numele de familie al autorilor apar în listele furnizate de instituțiile participante (global, fără a ține seama că X trebuie să aparțină instituției Y). Cel de-al treilea filtru (F3) impune ca numele de familie al autorilor să fie corelate cu apartenența la instituțiile respective (X trebuie să aparțină instituției Y).

Micșorarea numărului de publicații după primul filtru se datorează în principal diferențelor care apar în denumirile instituțiilor participante (și mai puțin absenței unor instituții cu contribuții în domeniu). Aceste diferențe sunt în general sub 20% și pot fi considerate acceptabile. Scăderile ulterioare provin din înregistrările corespunzătoare numelor de familie ale persoanelor indicate de instituțiile participante și afilierilor respective; aceste diferențe sunt de asemenea mici. Principalele diferențe în cazul celor 9 arii tematice considerăm deci că sunt de natură tehnică – pierderi din cauza diferitelor denumiri; pentru alte arii tematice, mai apropiate altor discipline, diferențele pot fi evident mai mari.

O situație absolut asemănătoare se obține pentru numărul de citări, conform datelor prezentate în **Fig. II.3**. Din comparația între numărul de înregistrări obținut pentru instituțiile participante, inclusiv datele de personal furnizate, și cele accesibile direct din WoS, rezultă că baza de date construită în cadrul proiectului poate fi folosită cu încredere la analiza principalilor indicatori scientometrici. Avantajul net oferit de baza de date construită în cadrul proiectului față de WoS constă în

informațiile privind structura personalului (grad științific/didactic, profesie, vârstă, etc) și corelarea cu alte informații privind brevete, tehnologii, infrastructură, proiecte, etc.



Number of citations

RO 2001-2009

29 selected institutions

~ 2000 selected scientists

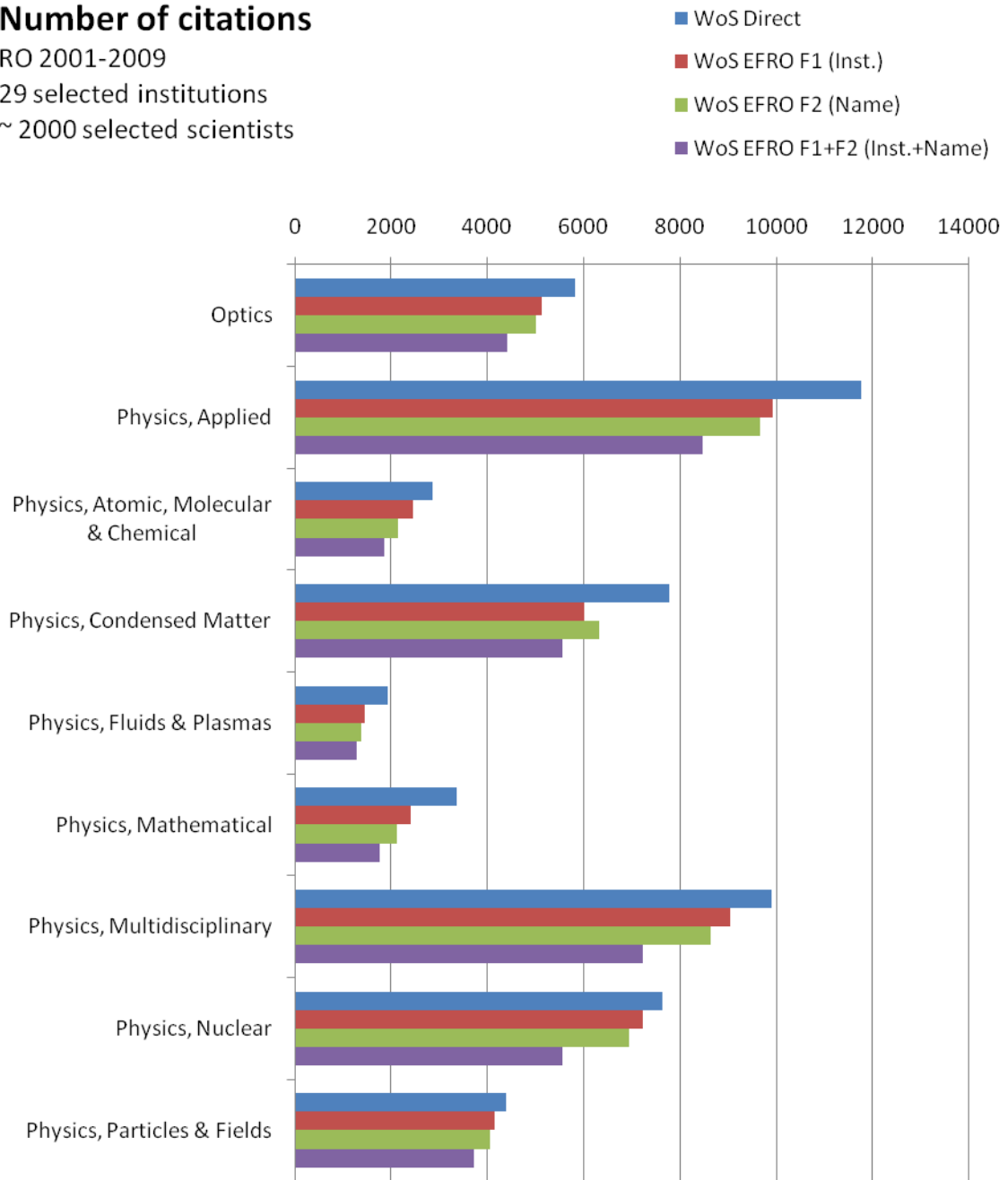


Fig. II.3

II.5.2 Rezultate pentru indicatorii de performanță științifică

În urma analizei rezultatelor pentru indicatorii considerați, s-a convenit ca identificarea principalelor direcții de cercetare în fizică să se facă numai pe baza a trei indicatori de performanță științifică (publicații), considerați ca fiind cei mai relevanți: numărul de publicații citate (P^*_n sau Q_n), numărul de citări (C_n) și factorul de impact cumulat (I_n). Deși anumiți indicatori scientometrici, precum rapoartele C_n/P_n și Q_n/P_n , sunt des utilizați în literatura de specialitate și vor fi considerați în descrierea direcțiilor de cercetare respective sau a contribuției aduse de fizică altor domenii, aceste mărimi sunt mai puțin relevante procesului de identificare a principalelor direcții deoarece nu țin cont de numărul de publicații (dimensiunea comunității).

Ca prim pas au fost inventariate toate publicațiile personalului (2090 de specialiști) indicat de instituțiile participante ca urmare a aplicării succesive a celor trei filtre menționate în secțiunea anterioară. Din cele 39.109 publicații care apar în WoS pentru România (article, proceedings paper, review) pentru perioada 2001-2009 în toate domeniile, după primul filtru, corespunzător denumirilor instituțiilor participante, rămân 19.290 de publicații (aproximativ jumătate) în 185 de arii tematice SCIE. După cel de-al doilea filtru, corespunzător numelor de familie indicate de instituțiile participante, rămân 16.561 de publicații în 163 de arii tematice. După cel de-al treilea filtru, corespunzător corelării numelor de familie cu afilierea indicată, rămân 11.051 de publicații în 163 de arii tematice SCIE; numărul de autori înregistrați este 1.737 față de 2.199 de intrări (diferența de 462 urmează să fie analizată, principala cauză fiind de natură tehnică – vezi și Sec. IV.1.1). Cu alte cuvinte, cei 1.737 de autori înregistrați până în prezent în baza noastră de date, dintre care 1.271 (74%) sunt fizicieni, acoperă aproximativ un sfert din productivitatea științifică (publicații ISI) a României în toate domeniile (perioada 2001-2009); de fapt, ținând cont de pierderile „tehnice”, contribuția personalului indicat de instituțiile participante este cu cel puțin câteva procente mai mare (apropiindu-se de 1/3). Din cele 163 de arii tematice în care au publicat cei 1.737 de specialiști, primele 50 ca număr de publicații sunt prezentate în **Fig. II.4**. Histograma din Fig. II.4 prezintă două seturi de date: numărul de publicații ale specialiștilor indiferent de profesie (All) și respectiv ale fizicienilor (Phys.); ordonarea ariilor tematice corespunde cazului „Phys”. După cum se poate observa din Fig. II.4, diferențele sunt minore cu excepția unor domenii precum Polymer Science sau Chemistry, Multidisciplinary.

În **Fig. II.5** se prezintă situația numărului de publicații citate – indicatorul Q_n (sau P^*_n) pentru fiecare arie tematică, în aceleași condiții ca cele descrise mai sus; în **Fig. II.6** se prezintă situația citărilor – indicatorul C_n , iar în **Fig. II.7** cea a factorului de impact cumulat – indicatorul I_n , pentru primele 50 de arii tematice care apar în fiecare caz în parte. Semnificația casetelor (dreptunghiurilor) trasate în figurile II.5, II.6 și II.7 este explicată în secțiunea următoare.

Number of publications

RO 2001-2009

29 selected institutions

~ 2000 selected scientists

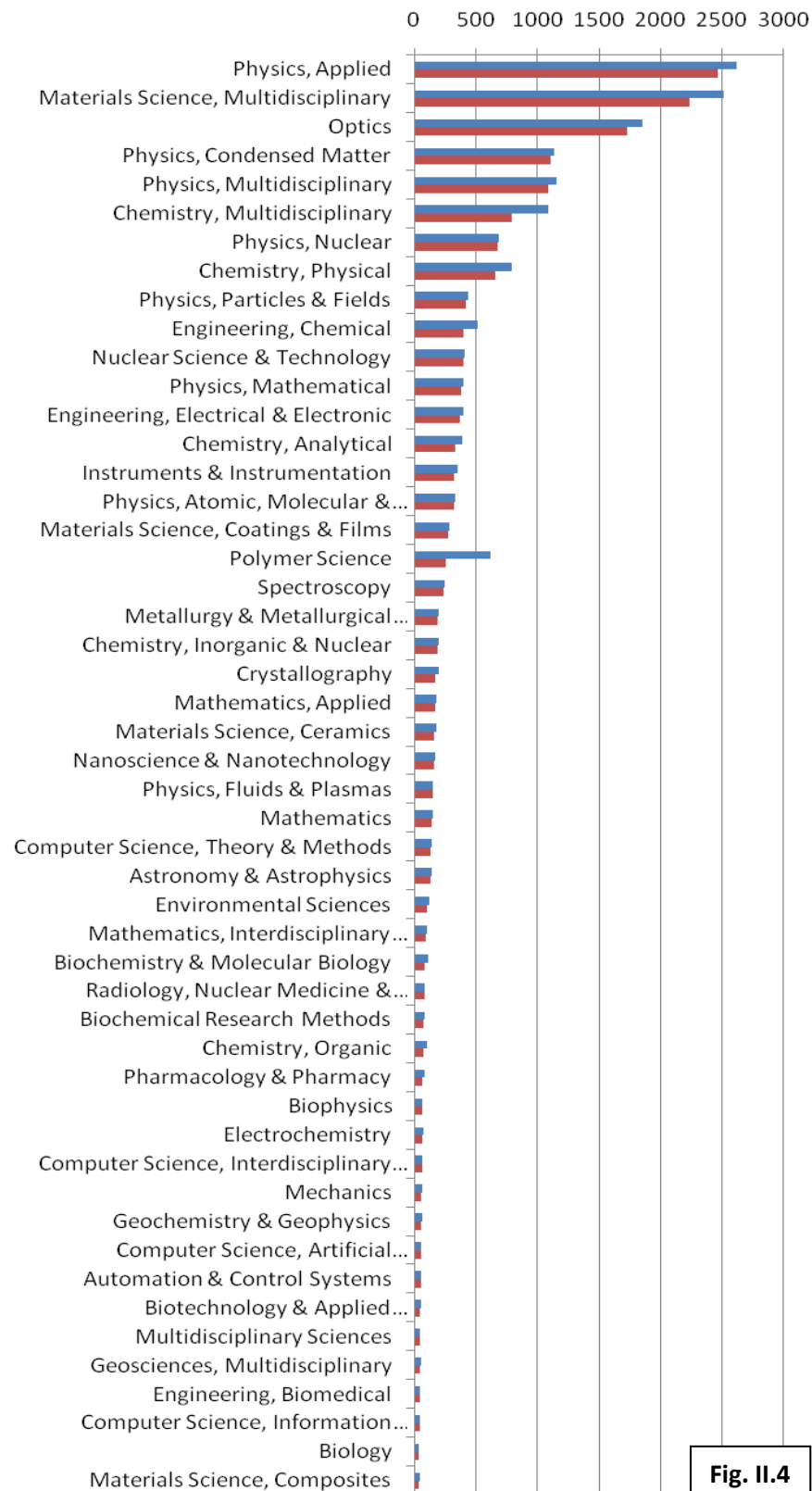


Fig. II.4

Number of cited publications

RO 2001-2009

29 selected institutions

~ 2000 selected scientists

■ Qn All

■ Qn Phys.

0 500 1000 1500 2000

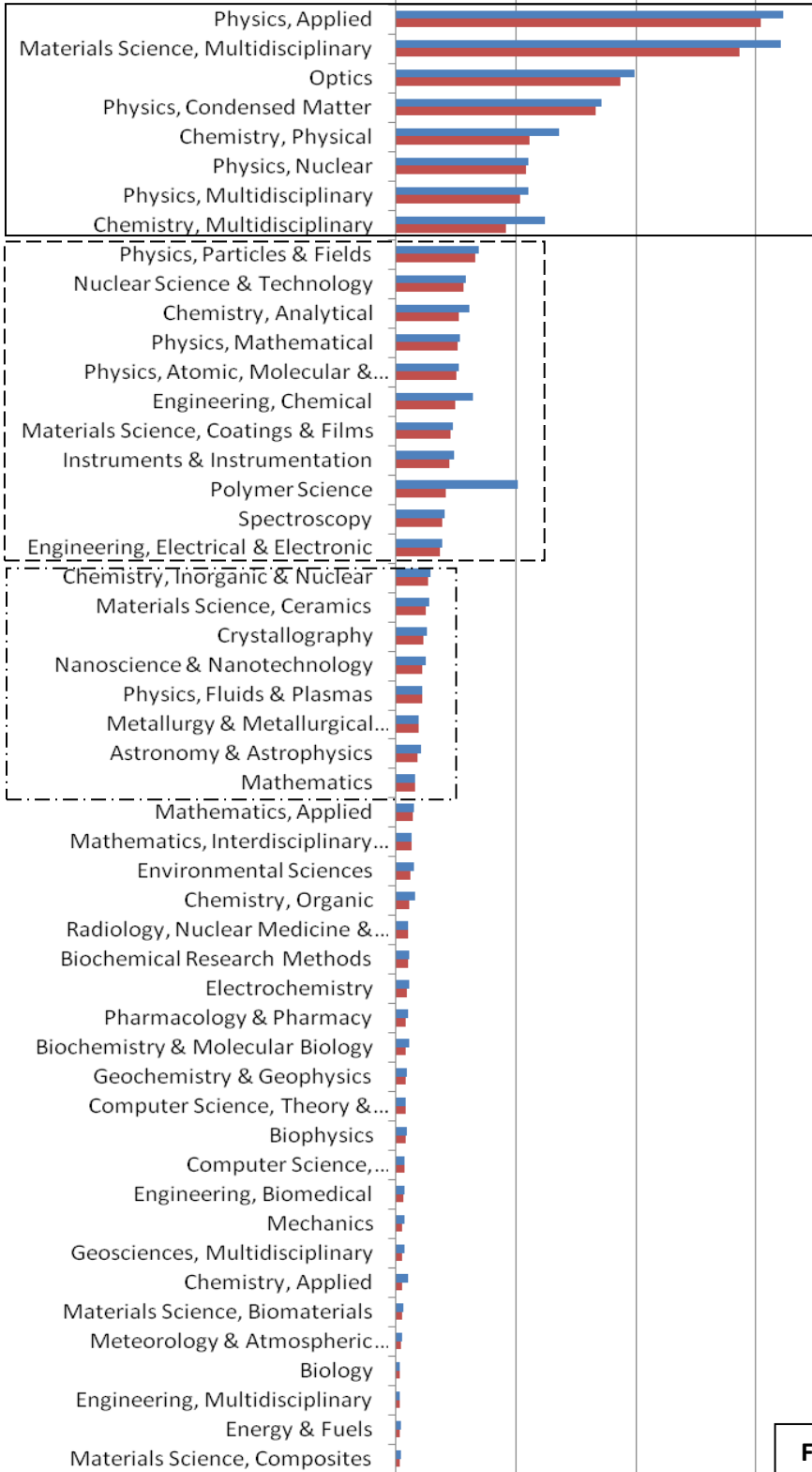


Fig. II.5

Number of citations

RO 2001-2009

29 selected institutions

~ 2000 selected scientists

■ Cn All
■ Cn Phys.

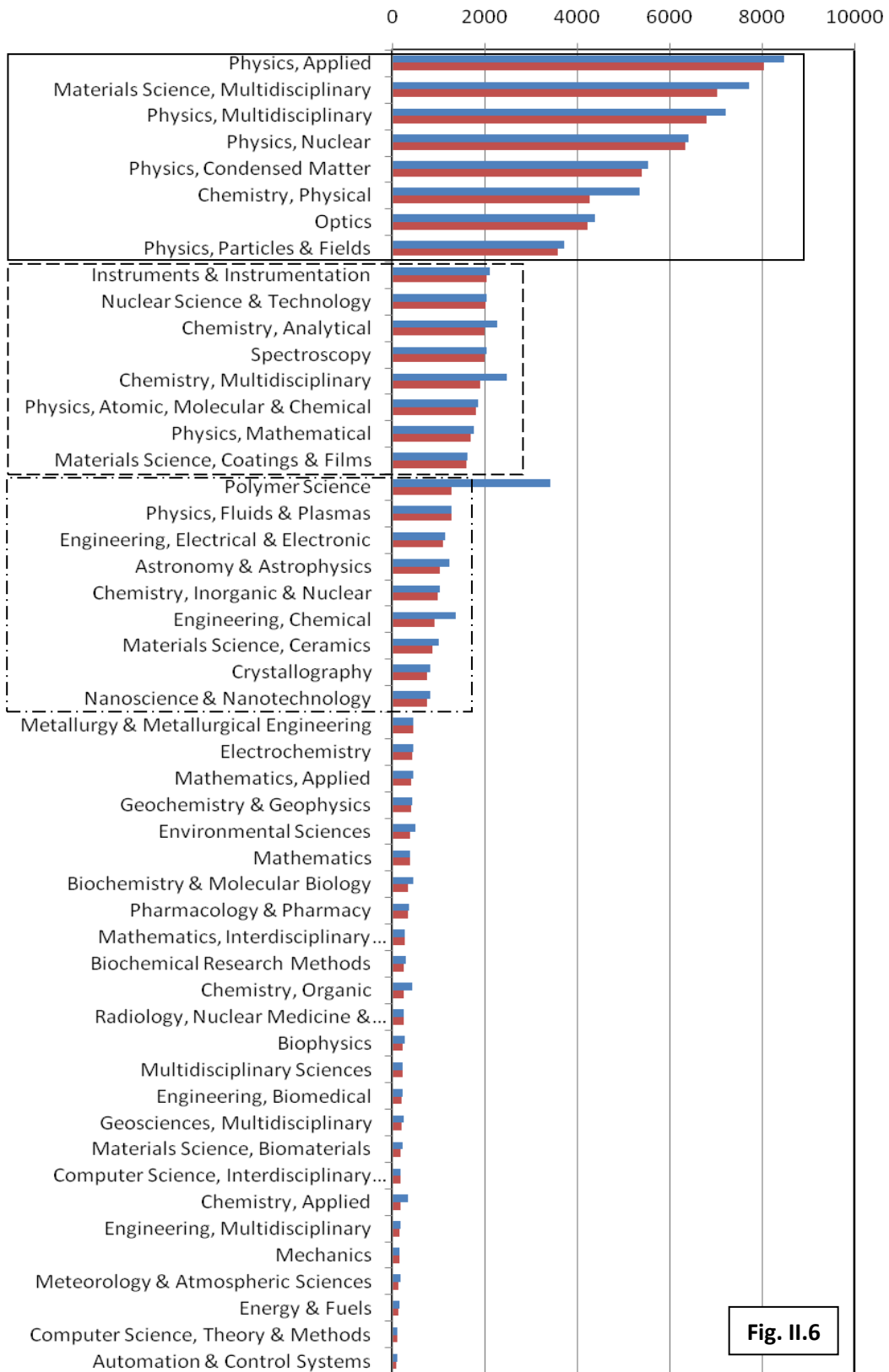


Fig. II.6

Cumulated impact factor

RO 2001-2009
 29 selected institutions
 ~ 2000 selected scientists

■ In All
 ■ In Phys.

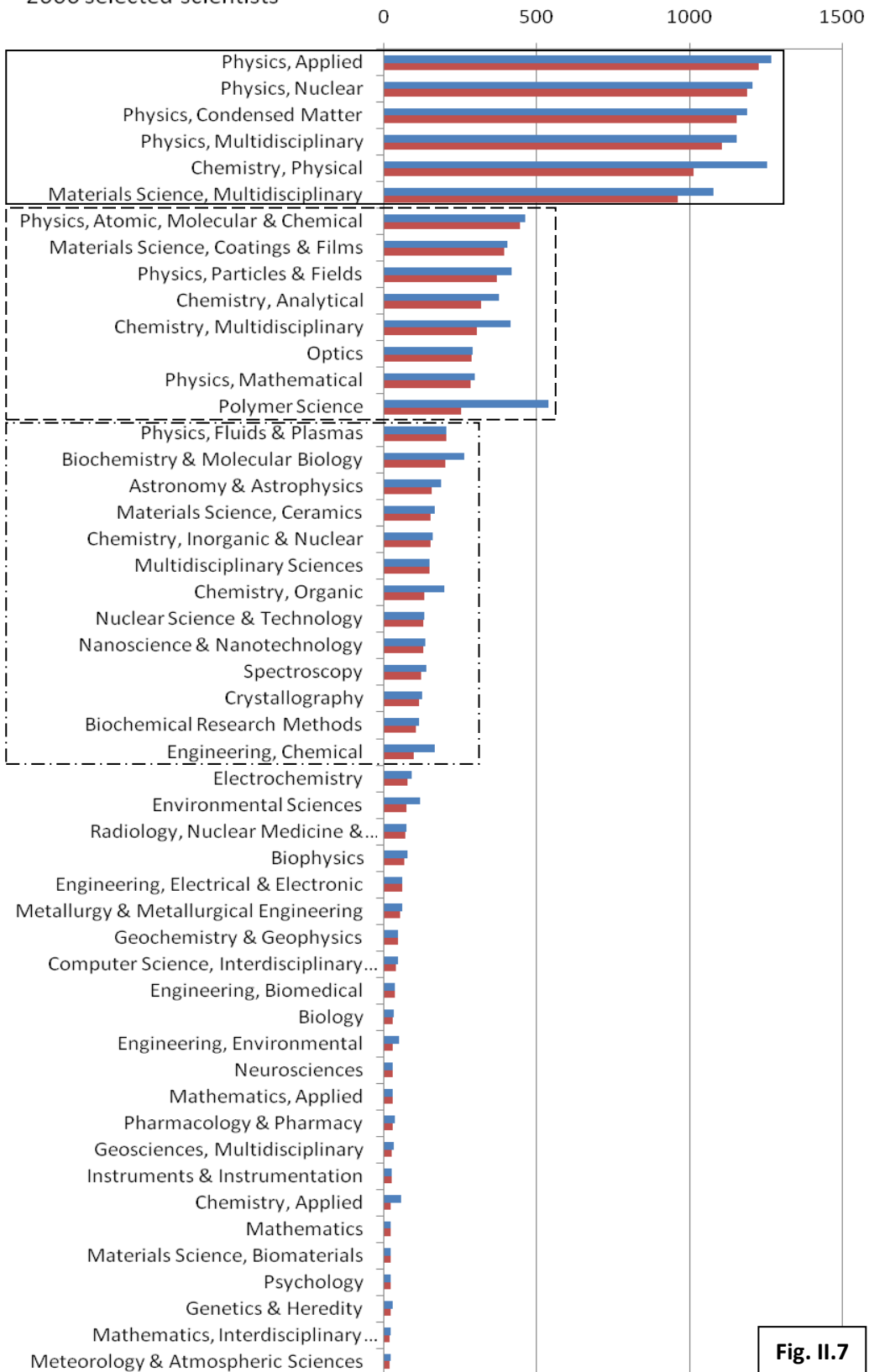


Fig. II.7

II.5.3 Principalele arii tematice de cercetare în fizica din România

În încercarea de a îngloba contribuțiile diferiților indicatori de performanță științifică (publicații) într-un punctaj unic, am considerat numai trei indicatori: numărul de publicații citate (Q_n), numărul de citări (C_n) și factorul de impact cumulat (I_n). Din analiza histogramelor prezentate în figurile II.5-7 rezultă că putem identifica în fiecare caz în parte, pe baza diferențelor dintre domenii succesive, trei „clase valorice” (fiecare cu un număr rezonabil de 5-15 arii tematice): fiecărui domeniu din prima clasă i se vor acorda 3 puncte, din a doua – 2 puncte și respectiv din a treia – 1 punct. Punctele acumulate de fiecare arie tematică pentru cei trei indicatori se sumează și se obține un punctaj total al domeniului respectiv. S-au luat în considerare numai ariile tematice care au acumulat cel puțin 3 puncte (în medie, 1 punct/indicator). Rezultatele sunt prezentate în **Tabelul II.5** (la punctaj egal, ordinea este alfabetică). Câte 1 punct au mai primit și următoarele 5 arii tematice (neincluse în Tabelul II.5): Biochemical Research Methods, Biochemistry & Molecular Biology, Mathematics, Metallurgy & Metallurgical Engineering și Multidisciplinary Sciences.

Tabelul II.5 Principalele arii tematice SCIE în cercetarea de fizică și domenii conexe din România

Rank	Subject Area	$[Q_n]$	$[C_n]$	$[I_n]$	Total
1-6	Chemistry, Physical	3	3	3	9
1-6	Materials Science, Multidisciplinary	3	3	3	9
1-6	Physics, Applied	3	3	3	9
1-6	Physics, Condensed Matter	3	3	3	9
1-6	Physics, Multidisciplinary	3	3	3	9
1-6	Physics, Nuclear	3	3	3	9
7	Optics	3	3	2	8
8-9	Chemistry, Multidisciplinary	3	2	2	7
8-9	Physics, Particles & Fields	2	3	2	7
10-14	Chemistry, Analytical	2	2	2	6
10-14	Materials Science, Coatings & Films	2	2	2	6
10-14	Physics, Atomic, Molecular & Chemical	2	2	2	6
10-14	Physics, Mathematical	2	2	2	6
10-14	Polymer Science	2	2	2	6
15-16	Nuclear Science & Technology	2	2	1	5
15-16	Spectroscopy	2	2	1	5
17-19	Engineering, Chemical	2	1	1	4
17-19	Engineering, Electrical & Electronic	2	2	0	4
17-19	Instruments & Instrumentation	2	2	0	4
20-25	Astronomy & Astrophysics	1	1	1	3
20-25	Chemistry, Inorganic & Nuclear	1	1	1	3
20-25	Crystallography	1	1	1	3
20-25	Materials Science, Ceramics	1	1	1	3
20-25	Nanoscience & Nanotechnology	1	1	1	3
20-25	Physics, Fluids & Plasmas	1	1	1	3

Cele 14 arii tematice din Tabelul II.5 scrise cu caractere de culoare neagră fac parte din categoria celor 17 selectate inițial ca fiind principalele legate de fizică și domenii conexe (Tabelul II.1); dintre acestea, cele 9 scrise cu caractere „bold” sunt considerate, așa cum am menționat și la începutul Sec. II.1, ca fiind cele mai caracteristice fizicii în general (aceeași notație s-a folosit și în Tabelul II.1). Cele 3 arii tematice care lipsesc sunt: Biophysics, Mechanics și Thermodynamics.

Cele 6 arii tematice din Tabelul II.5 scrise cu caractere de culoare verde fac parte din categoria celor 17 selectate inițial ca fiind direcții secundare de cercetare în fizică și domenii conexe (Tabelul II.1). Cele 11 arii tematice care lipsesc sunt: Acoustics; Computer Science, Interdisciplinary Applications; Computer Science, Theory & Methods; Geochemistry & Geophysics; Geosciences, Multidisciplinary; Materials Science, Biomaterials; Materials Science, Characterization & Testing; Materials Science, Composites; Mathematics, Applied; Multidisciplinary Sciences; Radiology, Nuclear Medicine & Medical Imaging.

Cele 5 arii tematice din Tabelul II.5 scrise cu caractere de culoare roșie nu au fost selectate în lista inițială a celor 34 din Tabelul II.1, acestea fiind: Chemistry, Multidisciplinary; Chemistry, Analytical; Polymer Science; Engineering, Chemical; Engineering, Electrical & Electronic.

Dintre primele 9 clasate în Tabelul II.5, 4 arii tematice au un caracter mai general: Materials Science, Multidisciplinary; Physics, Applied; Physics, Multidisciplinary; Chemistry, Multidisciplinary. Majoritatea publicațiilor din revistele respective pot fi încadrate de fapt în alte arii tematice din Tabelul II.5. O analiză a contribuției pe reviste în aceste trei arii tematice, conform cu date obținute direct din Web of Science, arată că ponderea principală la numărul de publicații (45-50%) vine de la reviste românești: Materials Science, Multidisciplinary – JOAM, ROM J Mater; Physics, Applied – JOAM; Physics, Multidisciplinary – RJP, RRP, UPB Sci Bull A. Se poate estima că majoritatea publicațiilor din Materials Science, Multidisciplinary și Physics, Applied se regăsesc și în Optics unde aproximativ 70% din numărul de publicații provin din JOAM. Aceste arii tematice conțin însă și reviste cu factor de impact foarte ridicat, precum Phys Rev Lett (7,18), Phys Lett B (4,034), Appl Phys Lett (3,726). Un studiu al rezultatelor pentru aria tematică Physics, Multidisciplinary arată că aproximativ un sfert din publicațiile considerate sunt de tip „letters”; dintre acestea, aproximativ jumătate pot fi atribuite domeniului Physics, Particles and Fields și un sfert domeniului Physics, Nuclear. (În Tabelul II.5 apar de asemenea și alte 2 arii tematice cu grad mare de generalitate ca metodică/obiect, cum ar fi Spectroscopy și Instruments and Instrumentation, apropiate totuși fizicii.)

Ținând cont de cele de mai sus, se poate spune că primele 5 arii tematice din cercetarea de fizică, cele mai active/vizibile ca performanță științifică sunt (la punctaj egal, ordinea este alfabetică): Chemistry, Physical (9); Physics, Condensed Matter (9); Physics, Nuclear (9); Optics (8); Physics, Particles & Fields (7).

Restul ariilor tematice din fizică și domenii conexe, cu o reală vizibilitate și potențial științific, pot fi încadrate în categorii preponderent de **Fizică** (Physics, Atomic, Molecular & Chemical; Physics, Mathematical; Spectroscopy; Instruments & Instrumentation; Astronomy & Astrophysics; Crystallography; Physics, Fluids & Plasmas), **Chimie** (Chemistry, Analytical; Chemistry, Inorganic & Nuclear), **Știința Polimerilor** (Polymer Science), **Știința Materialelor** (Materials Science, Coatings & Films; Materials Science, Ceramics), **Tehnologii Nucleare** (Nuclear Science & Technology), **Nanotehnologii** (Nanoscience & Nanotechnology) și **Inginerie**: Engineering, Chemical; Engineering, Electrical & Electronic).

Subliniem faptul că o astfel de ierarhizare a ariilor tematice, bazată *doar pe publicații*, trebuie privită *numai ca instrument ajutător/orientativ* în stabilirea principalelor direcții de cercetare (în orice domeniu) și, cu atât mai mult, într-o eventuală prioritizare sau finanțare a domeniului.

III. DIRECȚII DE CERCETARE ÎN FIZICA DIN ROMÂNIA: PERFORMANȚĂ ȘTIINȚIFICĂ

Directii de fizica prezentate sectiunile III.1-4:

1. Optics
2. Physics, Applied
3. Physics, Atomic, Molecular & Chemical
4. Physics, Condensed Matter
5. Physics, Fluids & Plasmas
6. Physics, Mathematical
7. Physics, Multidisciplinary
8. Physics, Nuclear
9. Physics, Particles & Fields

Alte directii de fizica prezentate în sectiunea III.5:

10. Astronomy & Astrophysics
11. Crystallography
12. Instruments & Instrumentation
13. Spectroscopy

În sectiunea III.6 se va prezenta o comparatie cu situatia din alte tari privind domeniul fizica iar în sectiunea III.7 se vor considera principalele domenii în care fizica isi aduce o contributie substantiala (restul ariilor tematice care apar în Tabelul 3 din Cap. I, grupate în domeniile Chemistry, Polymer Science, Materials Science, Nanoscience & Nanotechnology, Nuclear Science & Technology, Engineering, Other Fields). În sectiunea III.8 se vor discuta unele particularitati în cazul a trei arii tematice: Physics, Applied; Physics, Multidisciplinary; Nanoscience & Nanotechnology.

III.1 Principalele direcții de fizică: indicatori obținuți direct din Web of Science vs. rezultatele proiectului

Având în vedere că numărul total de articole ISI (fără proceedings paper și review) calculat direct din Web of Science (WoS) pentru România în perioada 2001-2010 în cele 9 domenii indicate mai sus este de 8.627 (fără multiplicități) iar numărul total de articole ISI în toate domeniile pentru aceeași perioadă este de 32.278, rezultă că doar prin cele 9 domenii considerate fizica contribuie cu 27% din totalul publicațiilor ISI din întreaga țară. Analiza pe cele 34 domenii considerate în Tabelul II.1 din Cap. II (Sec. II.1) în care fizica este implicată conduce la cca 15.053 articole (fără multiplicități). Rezultă că domeniile de aplicatie ale fizicii contribuie și ele cu cca 6.000 de articole. Dacă dintre acestea doar un minim de 20% ar reprezenta și contributia fizicii, se obține un total de aproape 10.000 de articole ISI care reprezintă circa o treime din total.

Pe de altă parte, numărul de citări aferent articolelor publicate în aceeași perioadă pentru cele 9 arii tematice de fizica este de 54.890 (37.682 fără autocitări). În cazul celor 34 de domenii din Tabelul II.1 se mai adaugă 73.000 de citări. Numărul total al citărilor articolelor cu autori români din aceeași perioadă este de 128.441 (112.152 fără autocitări). Cu un raționament similar cu cel de mai sus, rezultă că 54% dintre citări sunt ale fizicii (fără autocitări 46%).

In concluzie, fizica romaneasca a produs in ultimul deceniu circa o treime din publicatiile indexate de ISI in Web of Science pentru Romania. Procentul de citari obtinut de aceste lucrari este de circa 50% din totalul citarilor obtinute de publicatiile cu autori romani in toate domeniile.

In Fig. II.2 de la Cap. II (Sec. II.5.1) sunt comparate valorile indicatorului Pn obtinut direct din WoS cu cel obtinut din baza de date a proiectului. De regula, valorile sunt mai mici in al doilea caz, cele mai mari erori inregistrandu-se la domeniile mai productive (Physics, Applied; Optics). Se observa totusi ca se obtine o buna concordanta intre cele doua metode de lucru, eroarea maxima fiind de cca 20%.

In Fig. III.1 sunt prezentate numerele de publicatii citate pentru fiecare domeniu considerat, obtinute direct din WoS si respectiv din baza de date a proiectului. Prin comparatie cu Fig. II.2 din Cap. II, se observa imediat ca articolele aferente domeniului Physics, Nuclear sunt citate in proportie de peste trei sferturi. In schimb, domeniile extrem de productive Physics, Applied, Optics si Physics, Multidisciplinary au o proportie de lucrari citate de cca 50-60%.

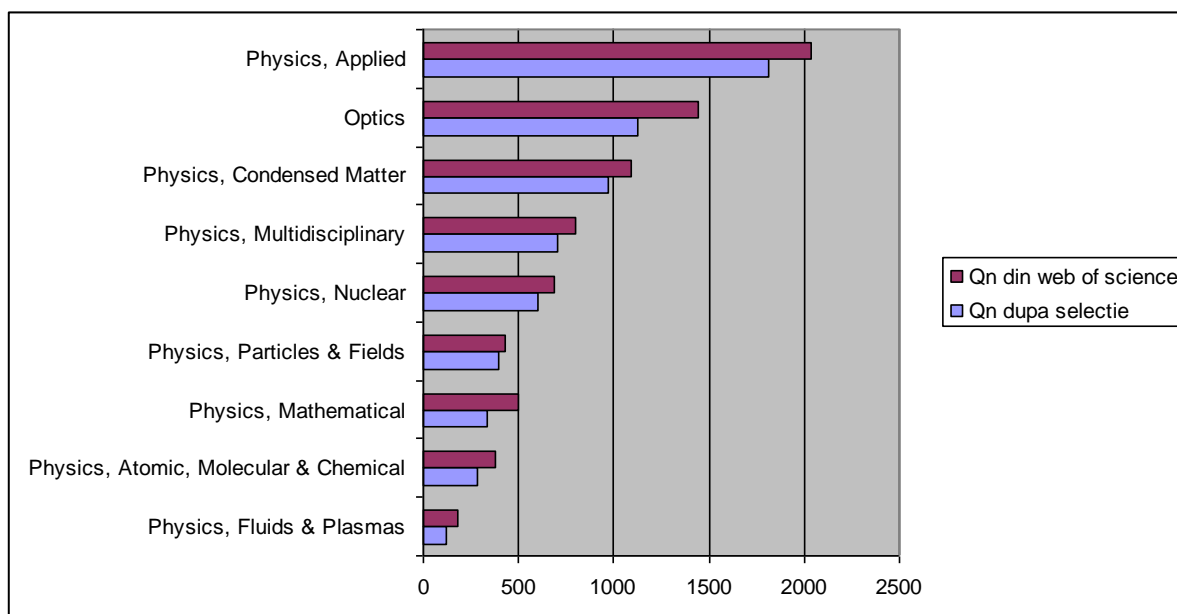


Fig. III.1 Numarul de publicatii citate (indicatorul Qn) obtinut direct din WoS si, respectiv, din baza de date a proiectului

Fig. III.2 de mai jos prezinta indicatorii Cn (cu si fara autocitari) calculati cu datele obtinute din WoS. Se observa ca autocitarile altereaza cu cca 15-30 % indicatorul Cn. Valorile Cn incluzand autocitarile sunt comparate in Fig. II.3 din Cap. 2 cu valorile estimate din baza de date. Concordanta este in general buna.

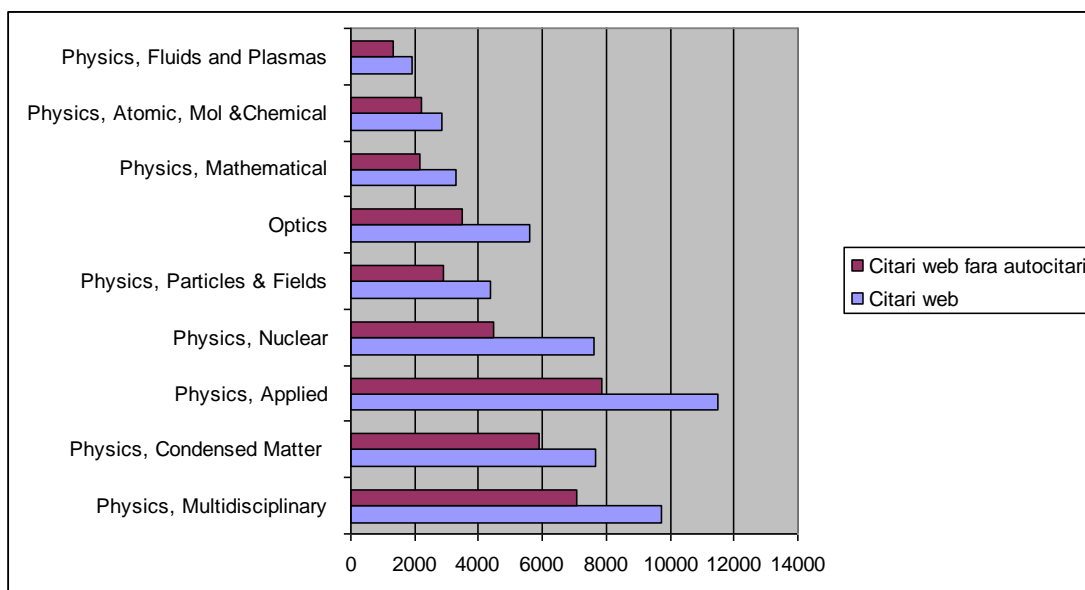


Fig. III.2 Numarul de citari (indicatorul Cn) obtinut din WoS, incluzand autocitarile si fara autocitari

Un indicator extrem de interesant, foarte utilizat in comparatiile internationale, este Cn/Pn (citari/doc) (**Fig. III.3**). Abaterea maxima observata intre valorile obtinute prin cele doua metode poate fi evaluata la cca 10-12 %. Cele mai mari valori (intre 7-9) ale acestui indicator sunt obtinute de Fizica nucleara, Fizica particulelor si Fizica fluidelor si plasmei. Valori intre 5-7 se obtin pentru Fizica Atomica si Fizica Multidisciplinara. Un numar de citari mediu per document intre 3 si 5 este obtinut de Fizica Materiei Condensate si Fizica Matematica. Domeniile care au valori ale indicatorului Cn/Pn sub 3 sunt Physics, Applied si Optics.

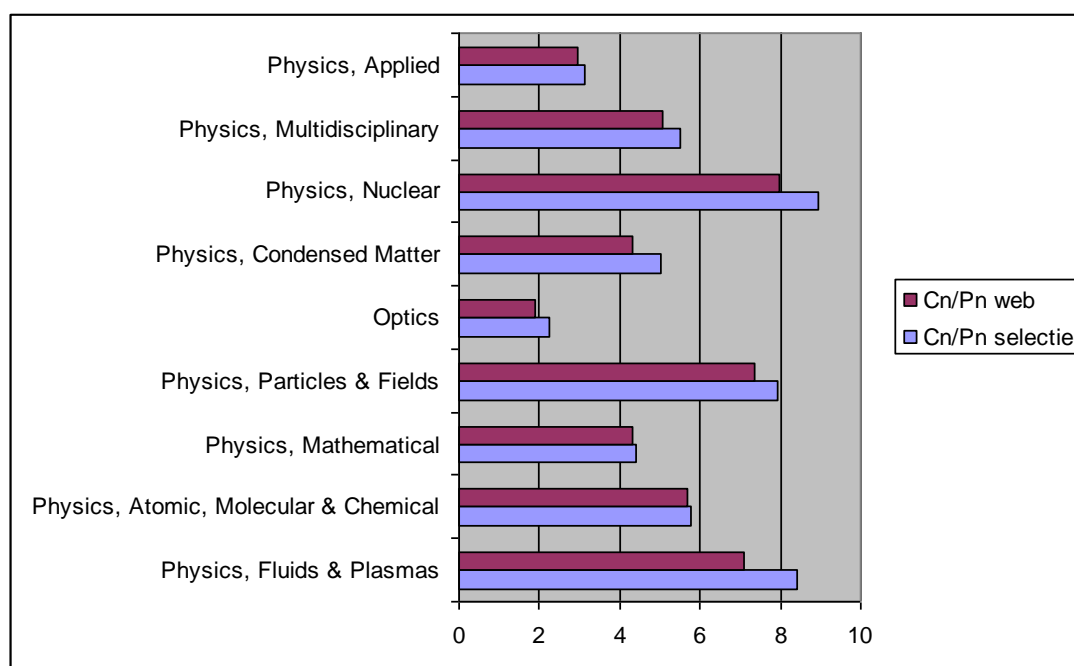


Fig. III.3 Indicatorul Cn/Pn (citari/doc) obtinut direct din WoS si din baza de date

Cu ajutorul datelor din Web of Science a fost calculat indicele Hirsch pentru domeniile de fizica din Romania considerate (**Fig. III.4**). Cele mai mari valori le inregistreaza Physics, Multidisciplinary (44) si Physics, Nuclear (36). Intre 30-35 se plaseaza Physics, Applied. Clasa 25-30 a indicelui Hirsch apartine Fizicii Materiei Condensate si Fizicii, Particule si Campuri. Valori inferioare se inregistreaza pentru patru domenii: Fizica Matematica, Fizica Atomica, Optica si Fizica Fluidelor si Plasmei.

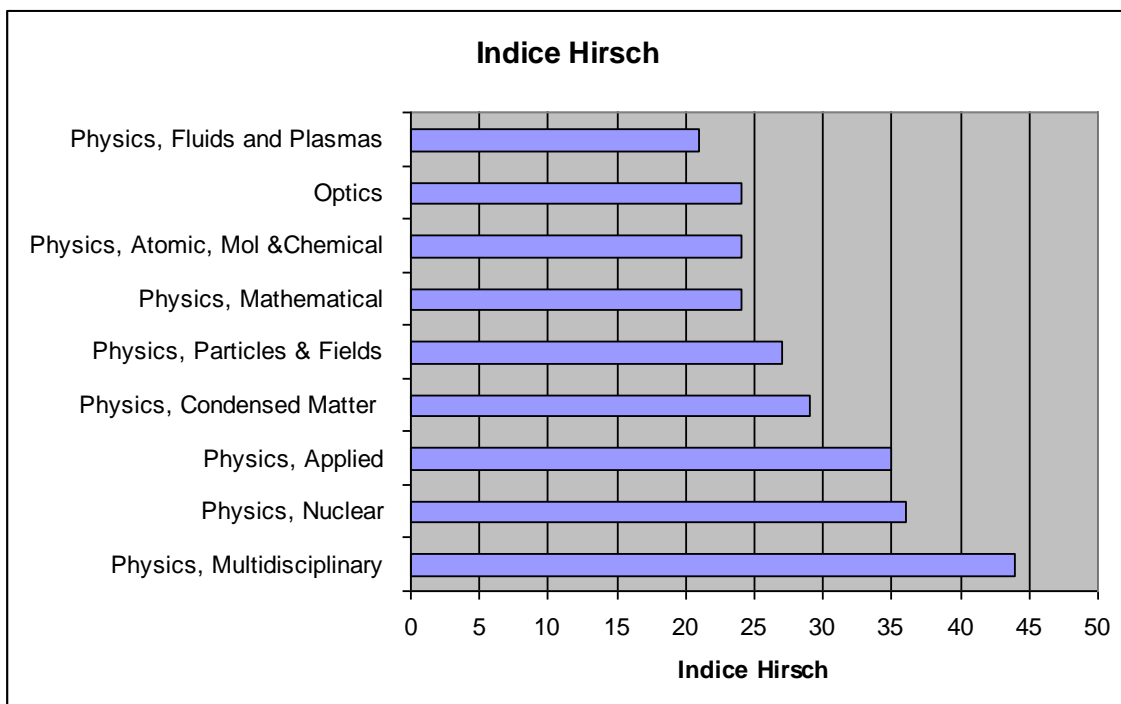


Fig. III.4 Indicele Hirsch al principalelor domenii de fizica din Romania

III.2 Principalele direcții de fizică: dinamica publicării, contribuția instituțională, principalele reviste

Dinamica publicării

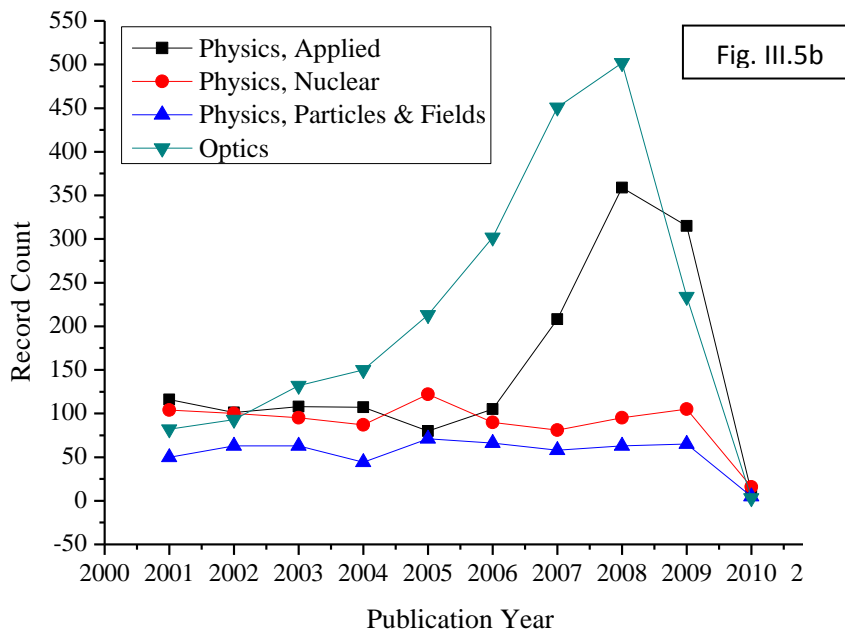
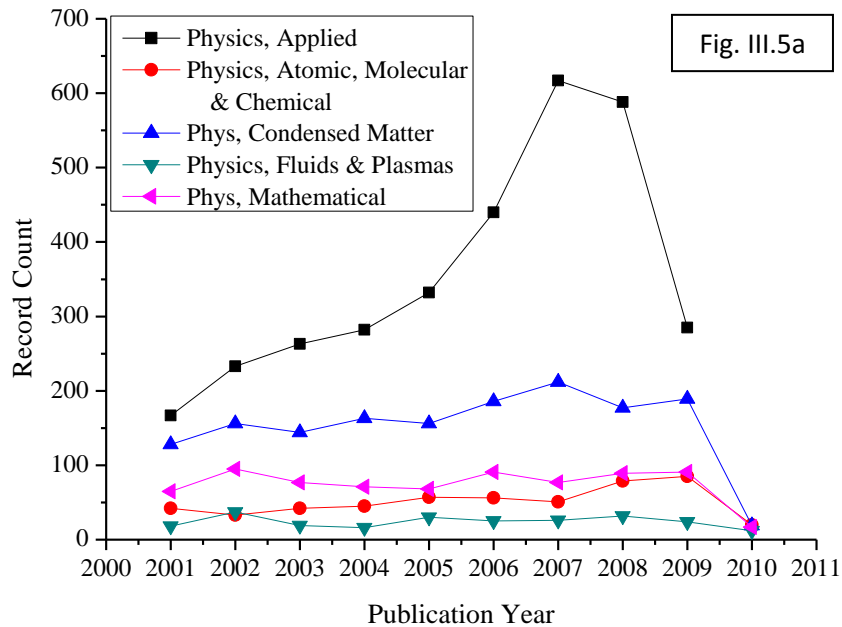


Fig. III.5 Reprezentarea grafica a numarului de publicatii in domeniile considerate in functie de anul de aparitie

Rata de publicare este relativ constanta in cazul a cinci domenii (Physics, Atomic; Physics, Mathematical; Physics, Fluids & Plasmas; Physics, Nuclear; Physics, Part & Fields) (**Fig. III.5**). In cazul domeniului Physics, Cond. Matter se inregistreaza o usoara crestere in ultimii ani. Domeniul Physics, Multidisciplinary a avut o rata relativ constanta de publicare (intre 5-8%) in perioada 2001-2006 dar in special in ultimii trei ani au fost inregistrate cresteri importante ale acesteia. Domeniul Optics are o rata de publicare puternic crescatoare care a condus in 2008 la atingerea unui numar de articole de cinci ori mai mare decat la inceputul intervalului. Domeniul Physics, Applied a avut o dinamica rapida de crestere care a cvadruplat in 8 ani productia stiintifica a respectivului domeniu.

Contributia institutionala

Conform **Fig. III.6a**, in cazul Physics, Condensed Matter, pe primele trei locuri se plaseaza INFM, UBB si INFLPR.

Domeniile cu productivitate mai redusa Physics, Atomic si Physics, Fluids and Plasmas au ca lider UBB si, respectiv, INFLPR.

Pentru domeniul Physics, Mathematical, pe primul loc este UBB urmata de IFIN-HH, Univ. de Vest Timisoara si Univ. Bucuresti.

Domeniul Physics, Applied are ca lider INFM, urmat de UBB, UAIC si INFLPR.

In **Fig. III.6b**, domeniul Physics, Nuclear este dominat de IFIN-HH care a publicat de cinci ori mai multe articole decat urmatoarele clasate (Univ. Bucuresti si UBB).

In domeniul Physics, Particles and Fields, pe primele doua locuri se plaseaza IFIN-HH si Universitatea Bucuresti.

Domeniul Optics este dominat de INFM urmat de principalele patru universitati din Romania (UBB, UAIC, UB si UPB) si INFLPR.

Institutiile cu cea mai mare contributie de articole la domeniul Physics, Multidisciplinary sunt evident Univ. Bucuresti si IFIN-HH (Fig. III.6b).

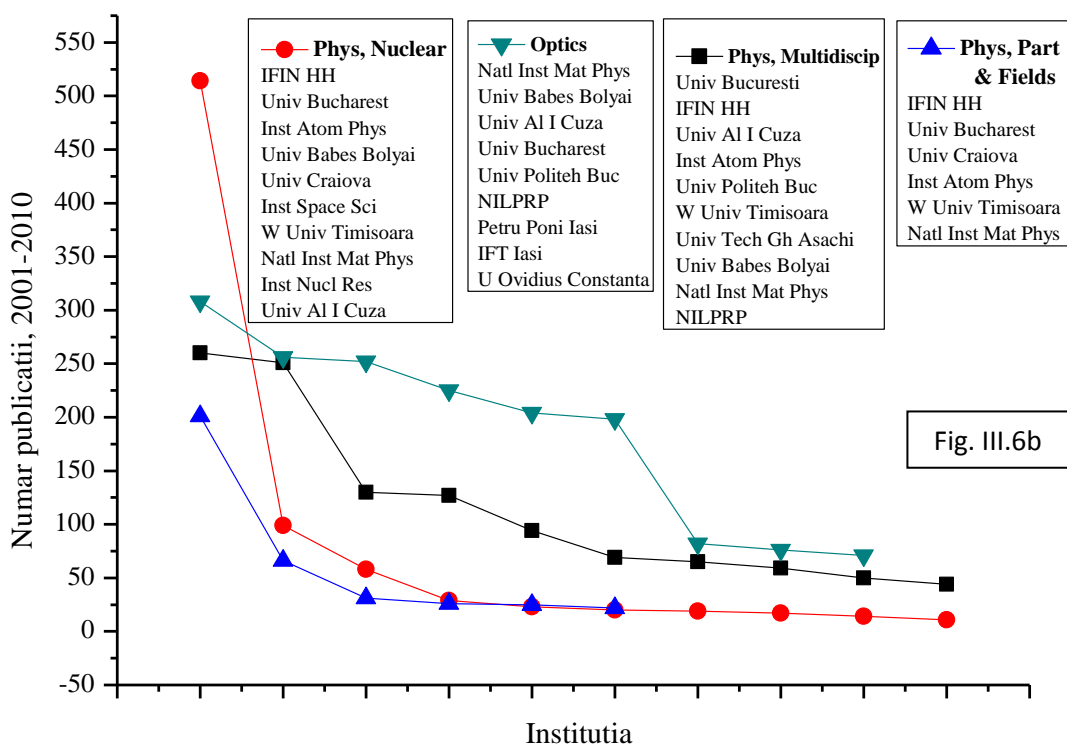
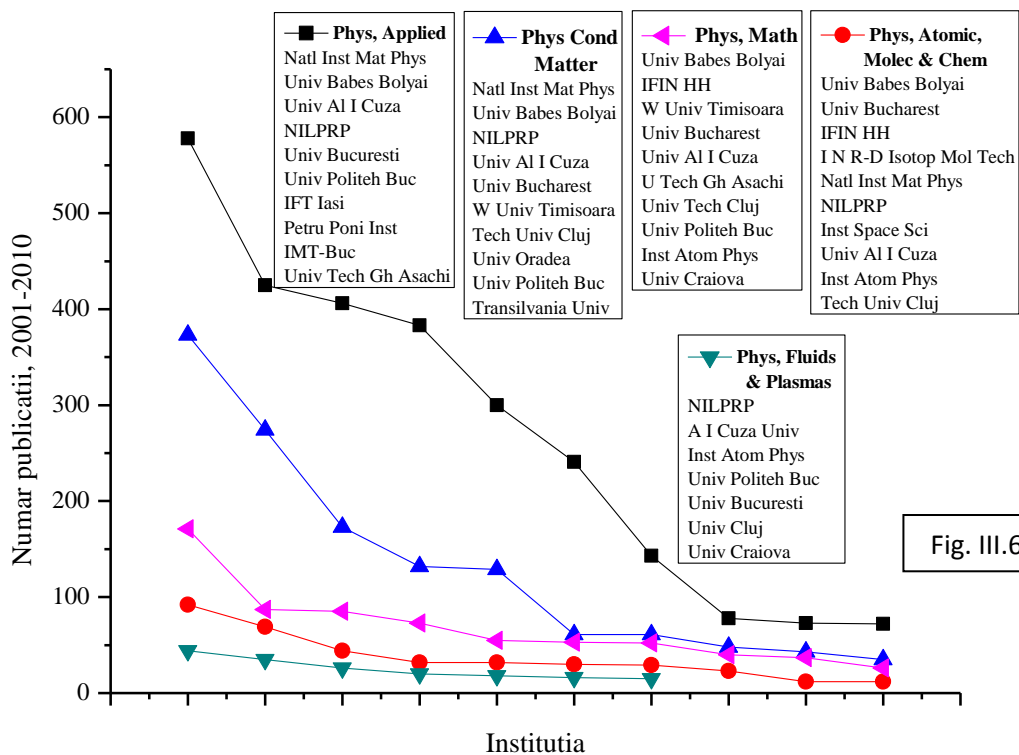


Fig. III.6 Contributia institutionala la publicatiile domeniilor de fizica selectate din Romania

Principalele reviste

Domeniul Physics, Condensed Matter se ilustreaza printr-un numar mare de articole publicat in Phys. Rev B, in timp ce restul articolelor sunt aparute in reviste cu factor de impact sub 2 (**Fig. III.7a**). In schimb, articolele din domeniul Physics, Mathematical au fost publicate in reviste cu factor de impact mai redus (cu exceptiile Chaos Solitons Fract si Phys. Rev. E). Domeniile Physics, Atomic si Physics, Fluids and Plasmas publica in multe reviste cu factor de impact ridicat. In primul caz putem exemplifica prin Phys. Rev. E, Plasma Process Polym si Plasma Source Sci T iar in al doilea caz prin Phys. Chem. Chem Phys, J. Chem Phys si Phys. Rev A .

In domeniul Physics, Applied, cea mai mare parte a articolelor sunt publicate in JOAM, revista editata in Romania cu factor de impact redus. In rest, marea majoritate a articolelor apar in reviste cu factor de impact cuprins intre 1 si 2.

Analiza din **Fig. III.7b** arata ca Physics, Nuclear este domeniul in care s-au publicat cele mai multe articole in reviste cu factor de impact ridicat (de ex. Phys. Rev. C, J. Phys. G, etc). In cazul Physics, Particles and Fields exista deasemenea articole publicate in reviste de mare factor de impact (Phys. Rev. D, Nucl. Phys. B, J. Phys. G, etc).

Analiza publicatiilor este deosebit de relevanta in domeniul Optics (Fig. III.7b) deoarece arata ca cca trei sferturi din lucrarile domeniului sunt publicate in acelasi JOAM, o revista editata in Romania cu un factor de impact subunitar in descrestere.

In domeniul Physics, Multidisciplinary se publica un numar mare de lucrari in reviste necotate ISI alaturi de reviste de fizica de mare prestigiu, avand factori de impact ridicati (Phys. Rev. Lett., Phys. Lett A, Phys. Lett B, Chaos Solitons & Fractals) .

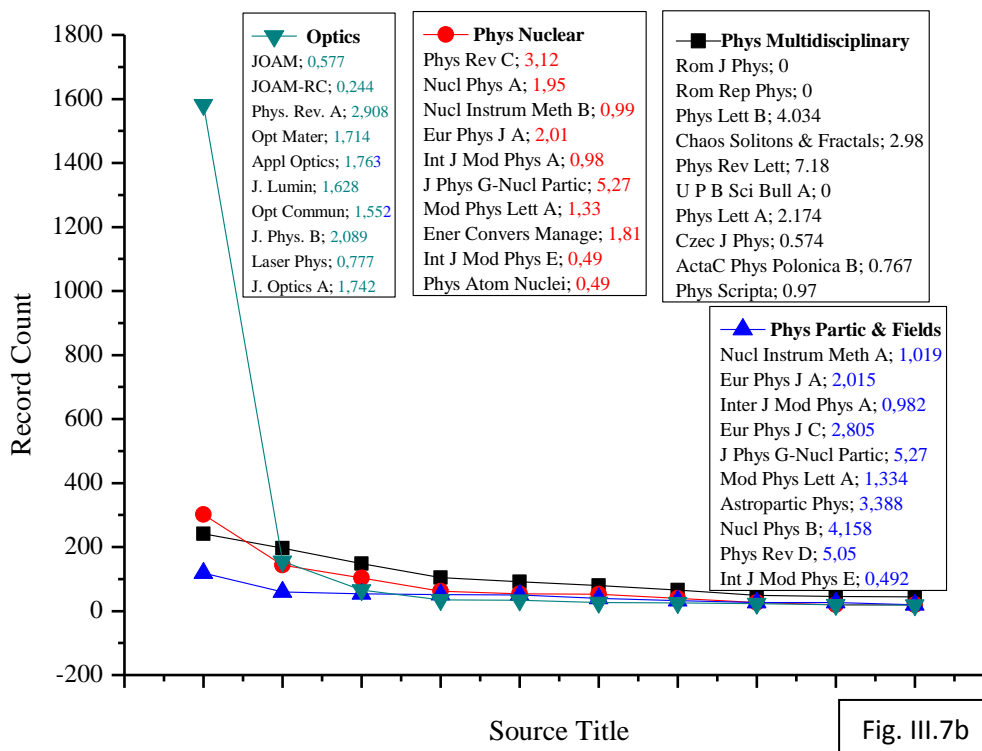
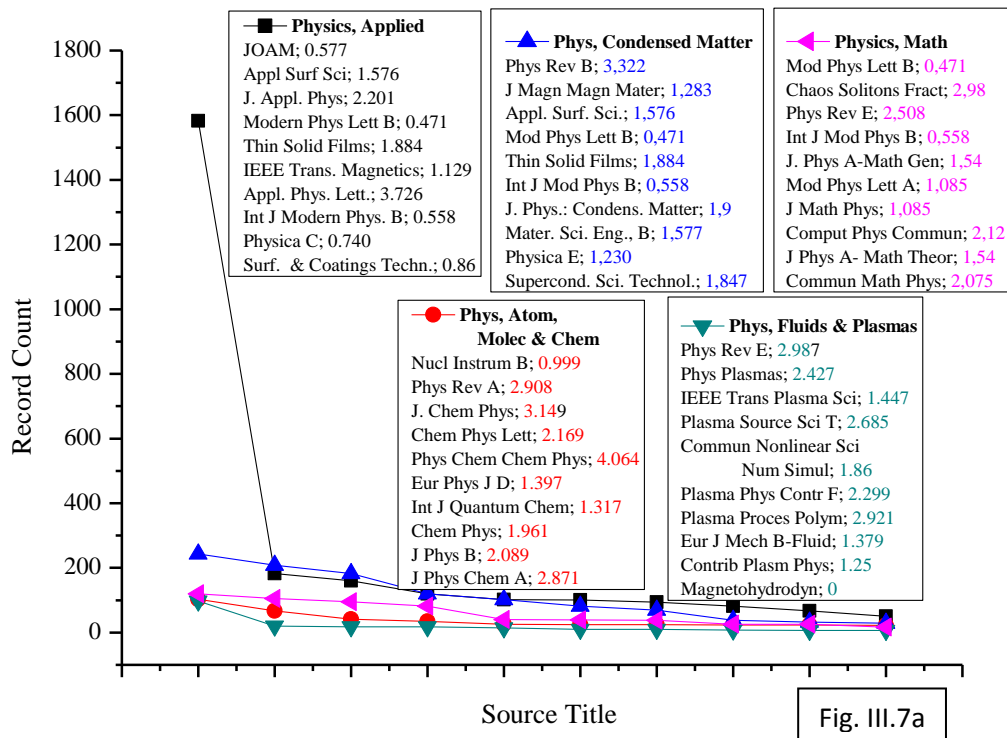


Fig. III.7 Variatia numarului de articole publicate in raport cu revista si factorul de impact pentru domeniile principale de fizica din Romania

III.3 Principalele direcții de fizică: cooperare internațională

Pe baza datelor din Web of Science, într-o prima etapă, gradul de cooperare internațională într-o anumită direcție de fizică a fost caracterizat urmărind numărul de țări implicate în realizarea articolelor științifice luate în considerație. Datele sunt prezentate în **Tabelul III.1** și în figura care urmează.

Tabelul III. 1

Directia de cercetare	Număr de țări implicate în cooperare
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	64
PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	60
PHYSICS APPLIED	56
PHYSICS, NUCLEAR	56
OPTICS	51
PHYSICS, MATHEMATICAL	47
PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	47
PHYSICS, CONDENSED MATTER	44
PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	41

Din **Fig. III.8** se poate observa că numărul de țări din care provin co-autorii variază între 41 de țări pe direcția PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS și 64 de țări pe direcția PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY. Domeniile intense de cooperare internațională (cu un număr de țări între 55 și 60) sunt Physics, Particles & Fields, Physics, Applied și Physics, Nuclear.

Identificarea principalelor țări cu care se cooperează și caracterizarea rețelei de cooperare pe care se bazează literatura științifică de fizică produsă în România a fost realizată pe baza algoritmului introdus de Leydesdorff [1]. Datele de intrare sunt extrase tot din Web of Science și prelucrate ulterior cu programele realizate de Loet Leydesdorff și accesibile la adresa <http://www.leydesdorff.net/software.htm>. Programul utilizat a fost InstColl care permite analiza și vizualizarea colaborărilor internaționale pe care se bazează articolele științifice dintr-o anumită direcție. Programul permite realizarea unei matrici pe baza modului în care au cooperat diversele țări la realizarea articolelor dintr-un anumit domeniu. Matricea poate fi vizualizată utilizând programul Pajek de analiză a rețelelor complexe de dimensiuni mari (<http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/>). Dimensiunea nodurilor în rețea este proporțională cu logaritmul frecvenței de apariție a unei țări în matricea cooperărilor. În vizualizarea rețelei de cooperare s-a utilizat algoritmul energetic Kamada-Kawai (e.g. [2]).

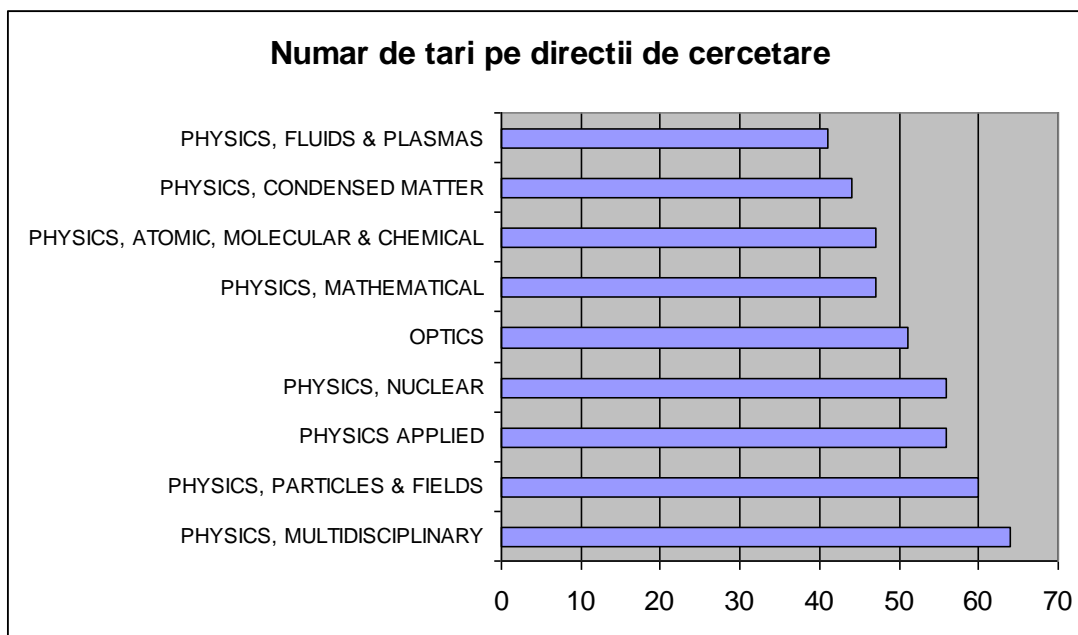


Fig. III.8 Numărul de țări din care provin co-autorii pe direcții de cercetare

Rezultatele acestor analize efectuate pentru cele 9 domenii principale ale fizicii sunt prezentate în **Fig. III.9-17**. Principalele concluzii care se pot trage sunt următoarele:

1. Țările din care provin cei mai mulți co-autori sunt Germania, Franța și Italia din Europa și din afara Europei SUA și în câteva cazuri Japonia.
2. Rețele de cooperare pe care se bazează producția științifică pe direcțiile analizate pot fi clasificate în trei categorii care reflectă într-o măsură mare specificul direcțiilor de cercetare în fizică analizate:
 - a) Rețele complexe care implică co-autori dintr-un număr mare de țări în special europene în domeniile: PHYSICS, PARTICLES & FIELDS (Fig. III.9); PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY (Fig. III.10); PHYSICS, NUCLEAR (Fig. III.11); PHYSICS, APPLIED (Fig. III.12).
 - b) Rețele dense care implică co-autori din multe țări în special europene în domeniile: PHYSICS, CONDENSED MATTER (Fig. III.13); PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL (Fig. III.14).
 - c) Rețele simple care implică co-autori dintr-un număr redus de țări la un articol științific în domeniile: OPTICS (Fig. III.15); PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS (Fig. III.16); PHYSICS, MATHEMATICAL (Fig. III.17).

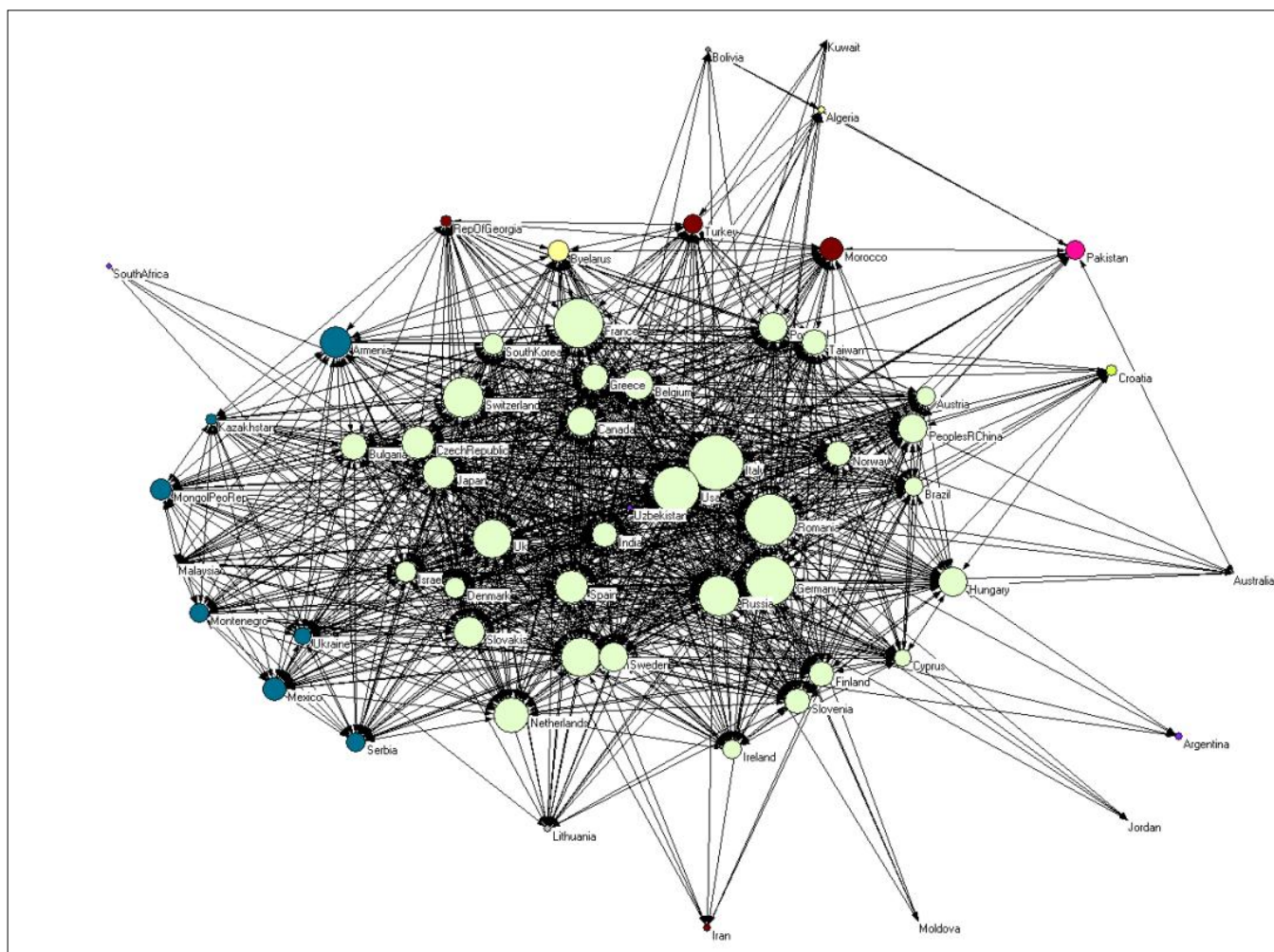


Fig. III.9 Rețeaua de cooperări internaționale în PHYSICS, PARTICLES & FIELDS

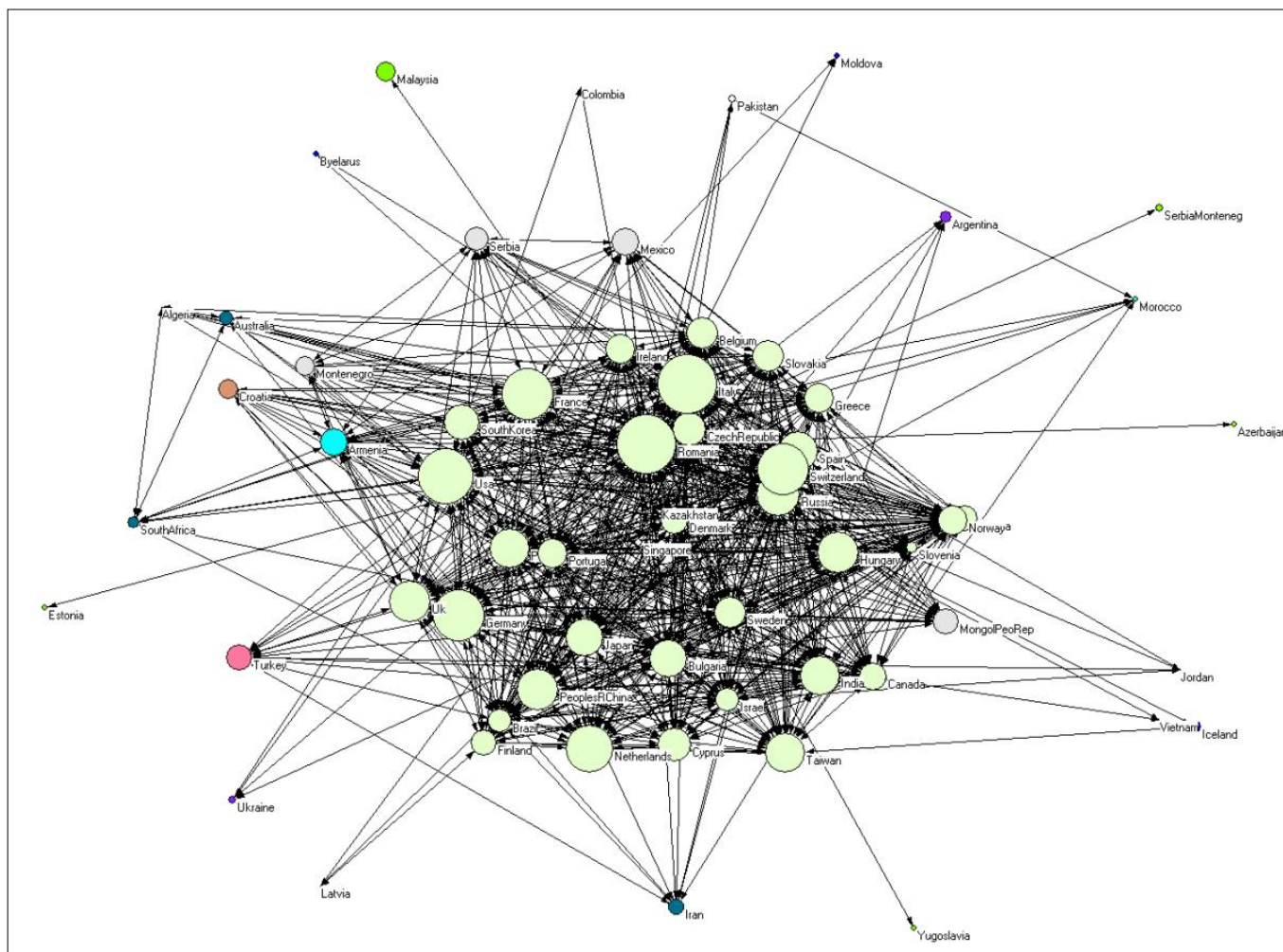


Fig. III.10 Rețeaua de cooperări internaționale în PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY

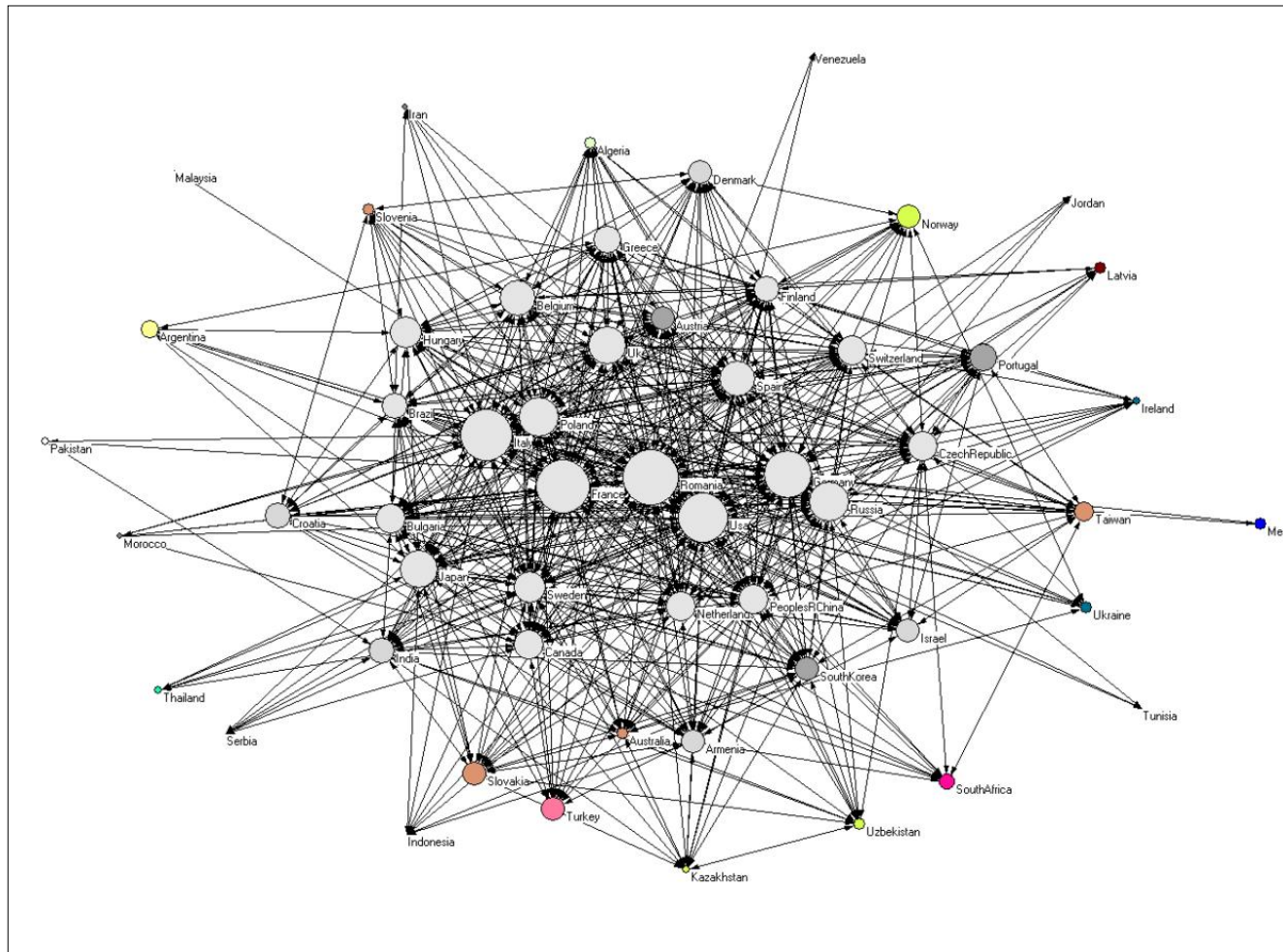


Fig. III.11 Rețeaua de colaborări internaționale în PHYSICS, NUCLEAR

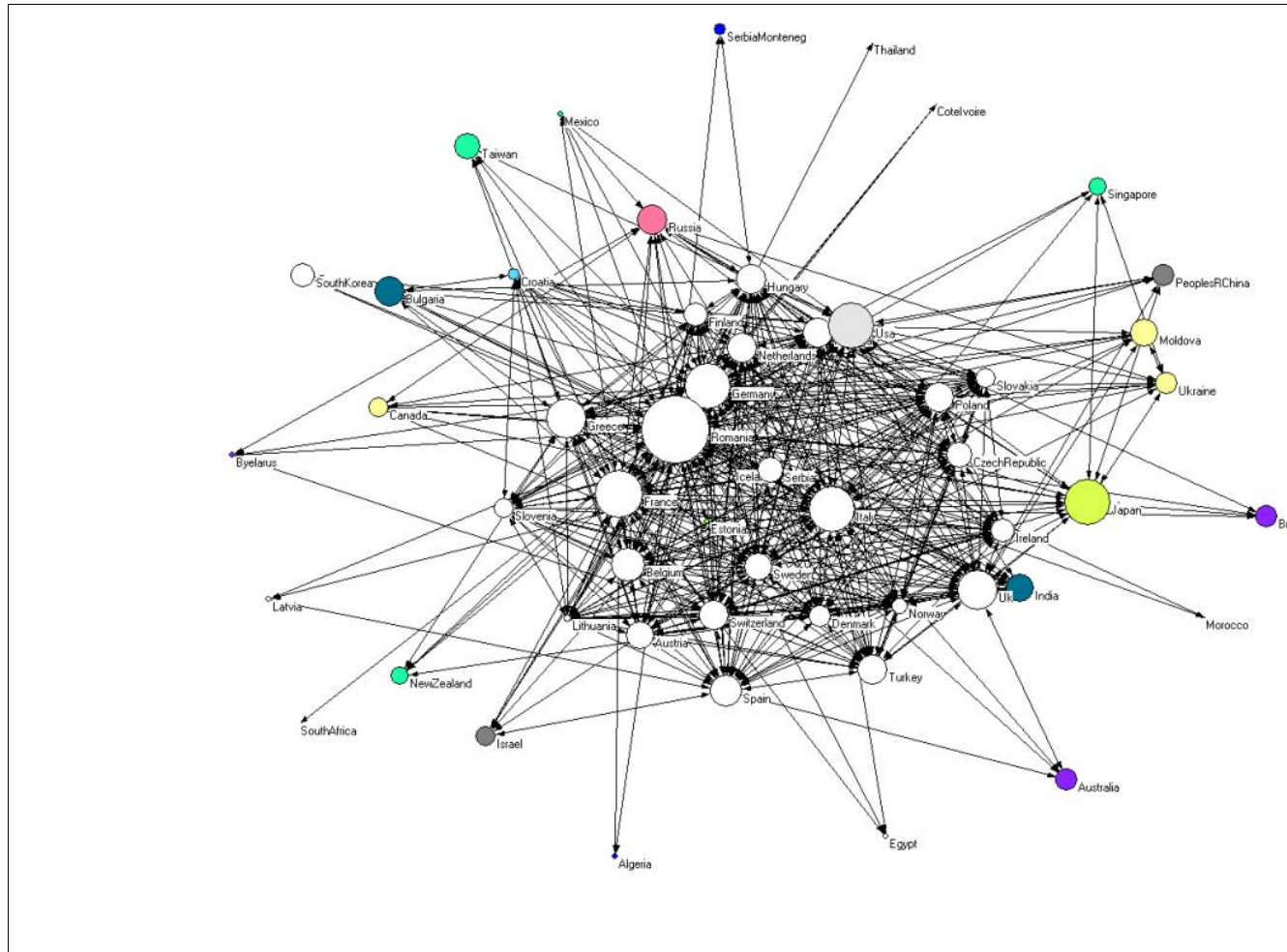


Fig. III.12 Rețeaua de colaborări internaționale în PHYSICS, APPLIED

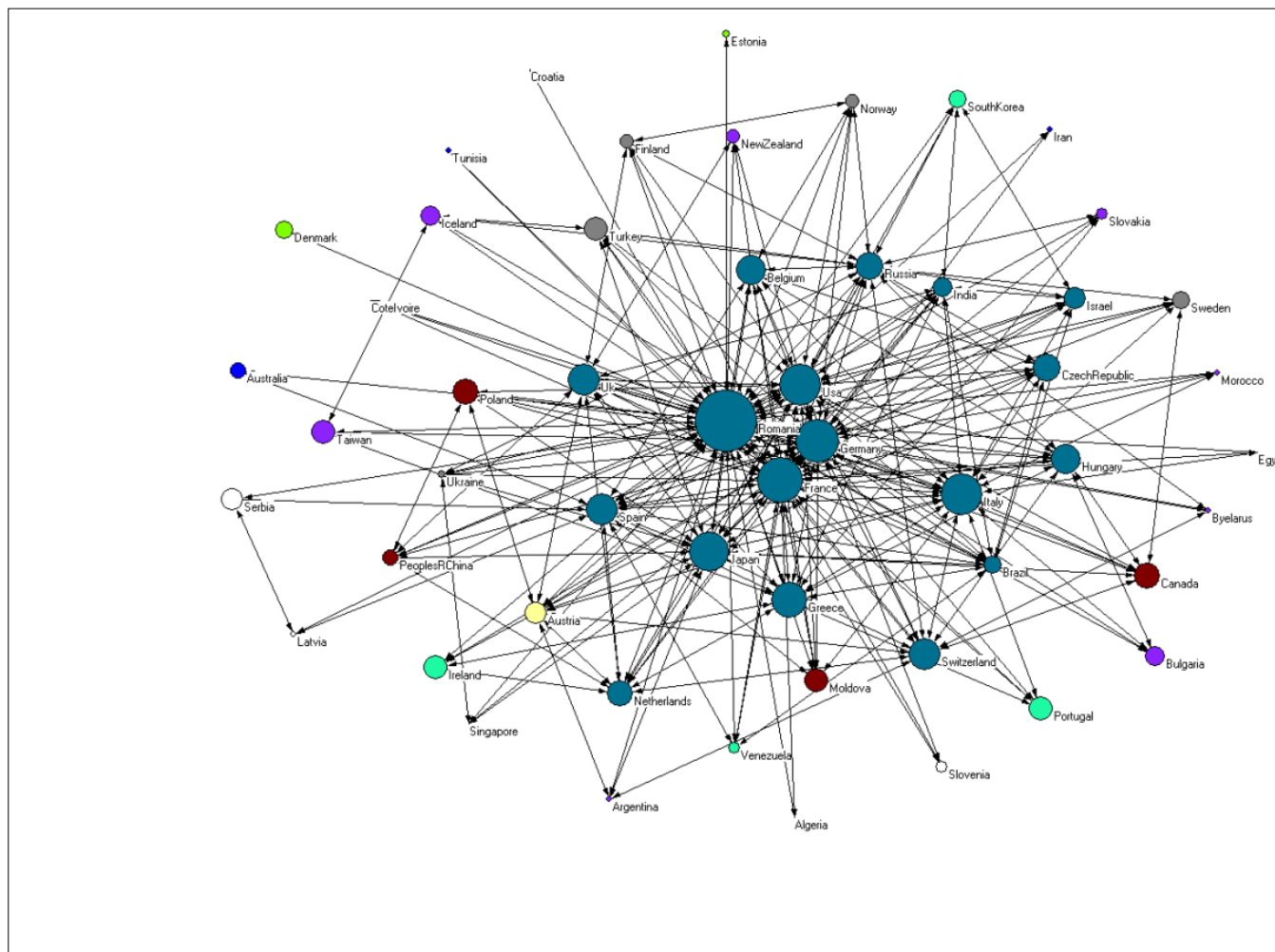


Fig. III.13 Rețeaua de colaborări internaționale în PHYSICS, CONDENSED MATTER

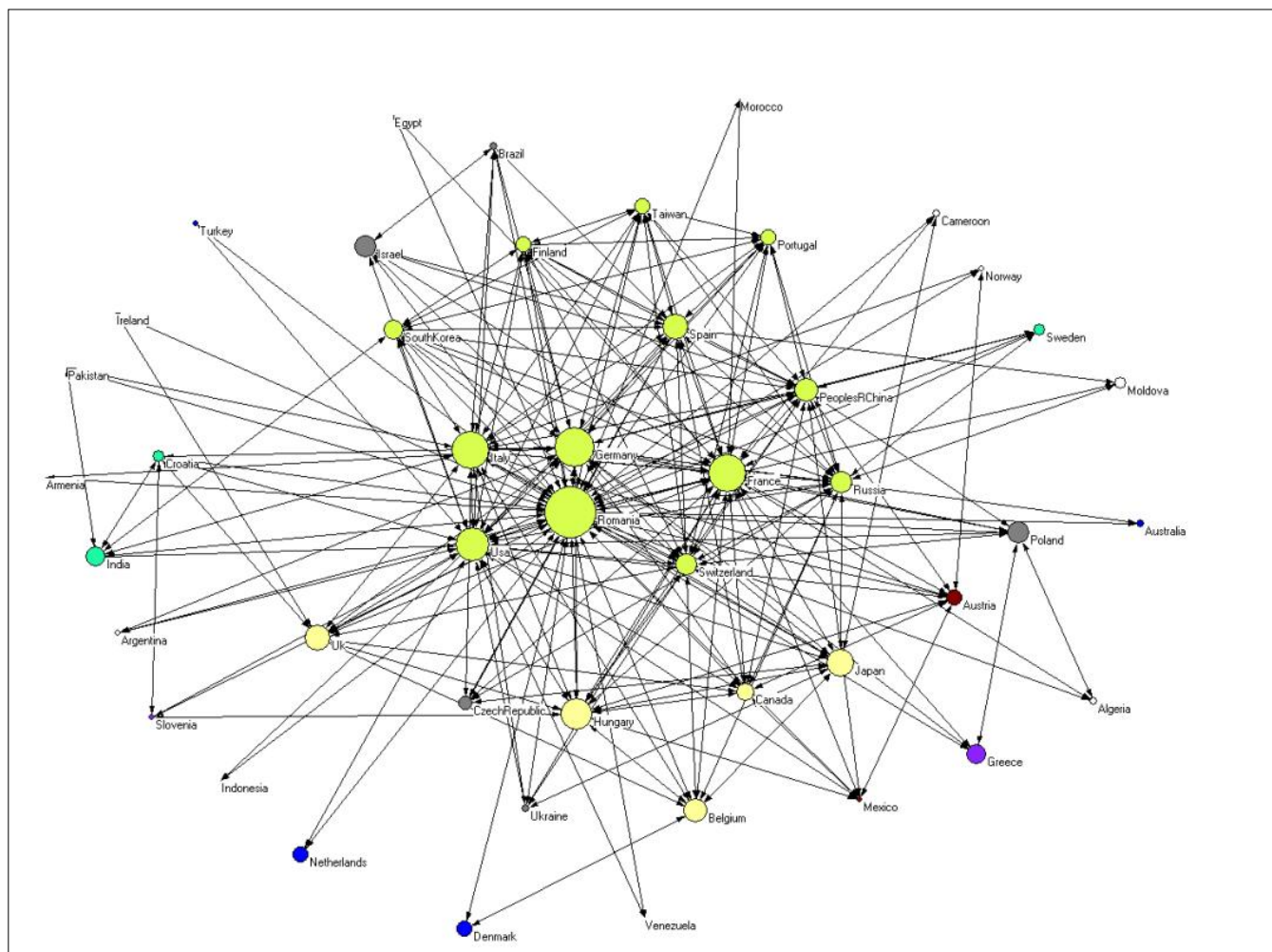


Fig. III.14 Rețeaua de colaborări internaționale în PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL

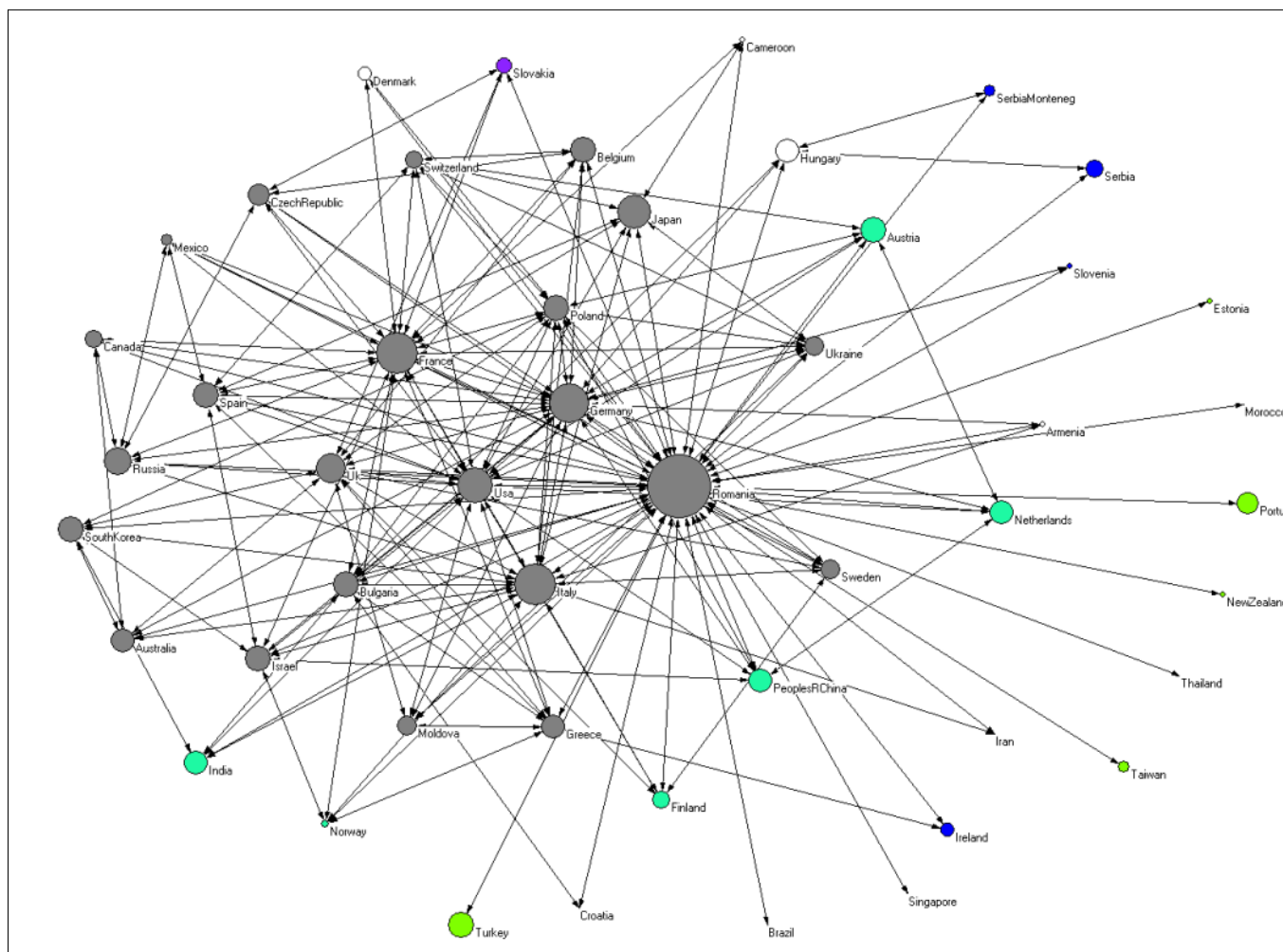


Fig. III.15 Rețeaua de colaborări internaționale în OPTICS

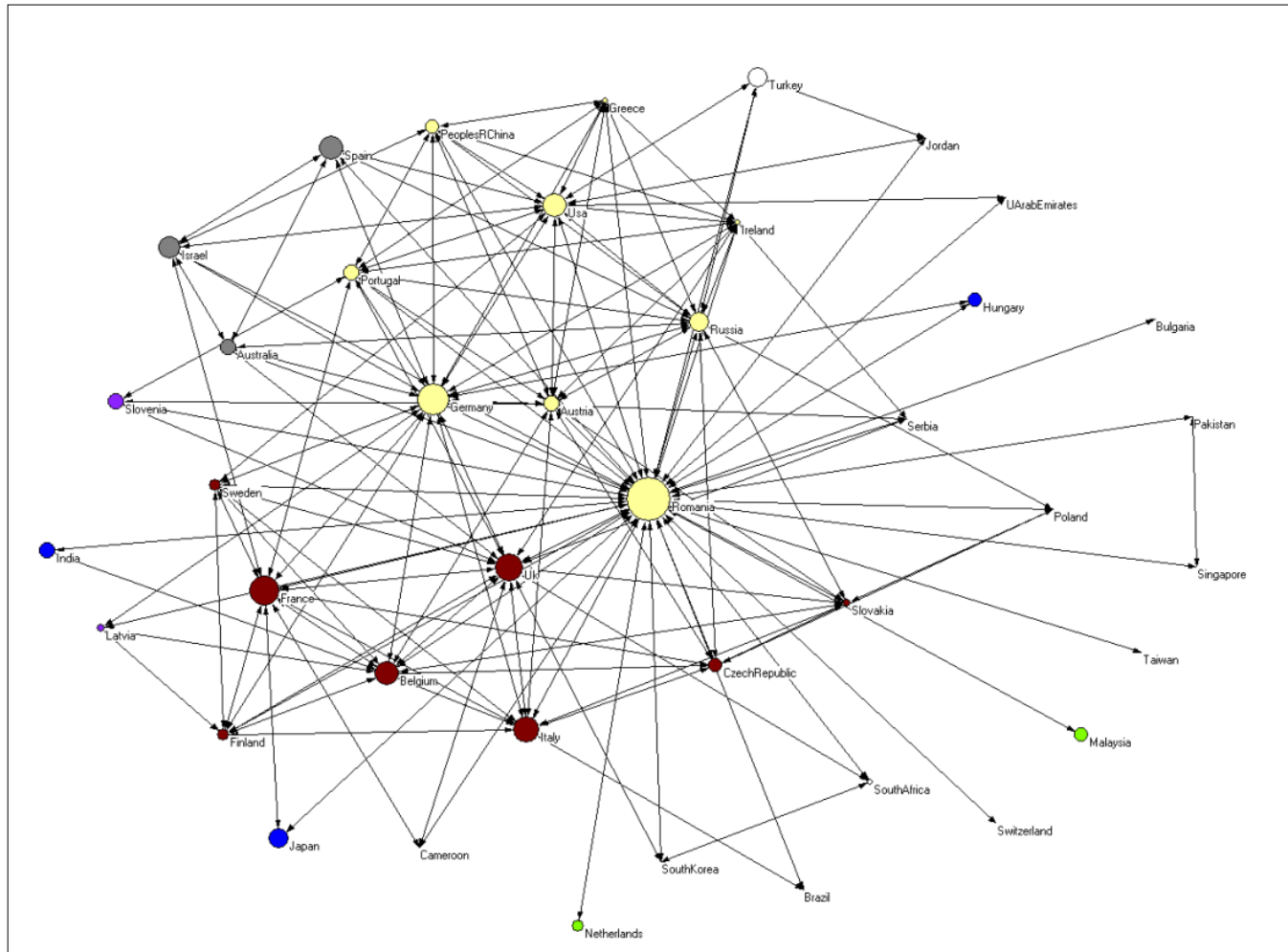


Fig. III.16 Rețeaua de colaborări internaționale în PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS

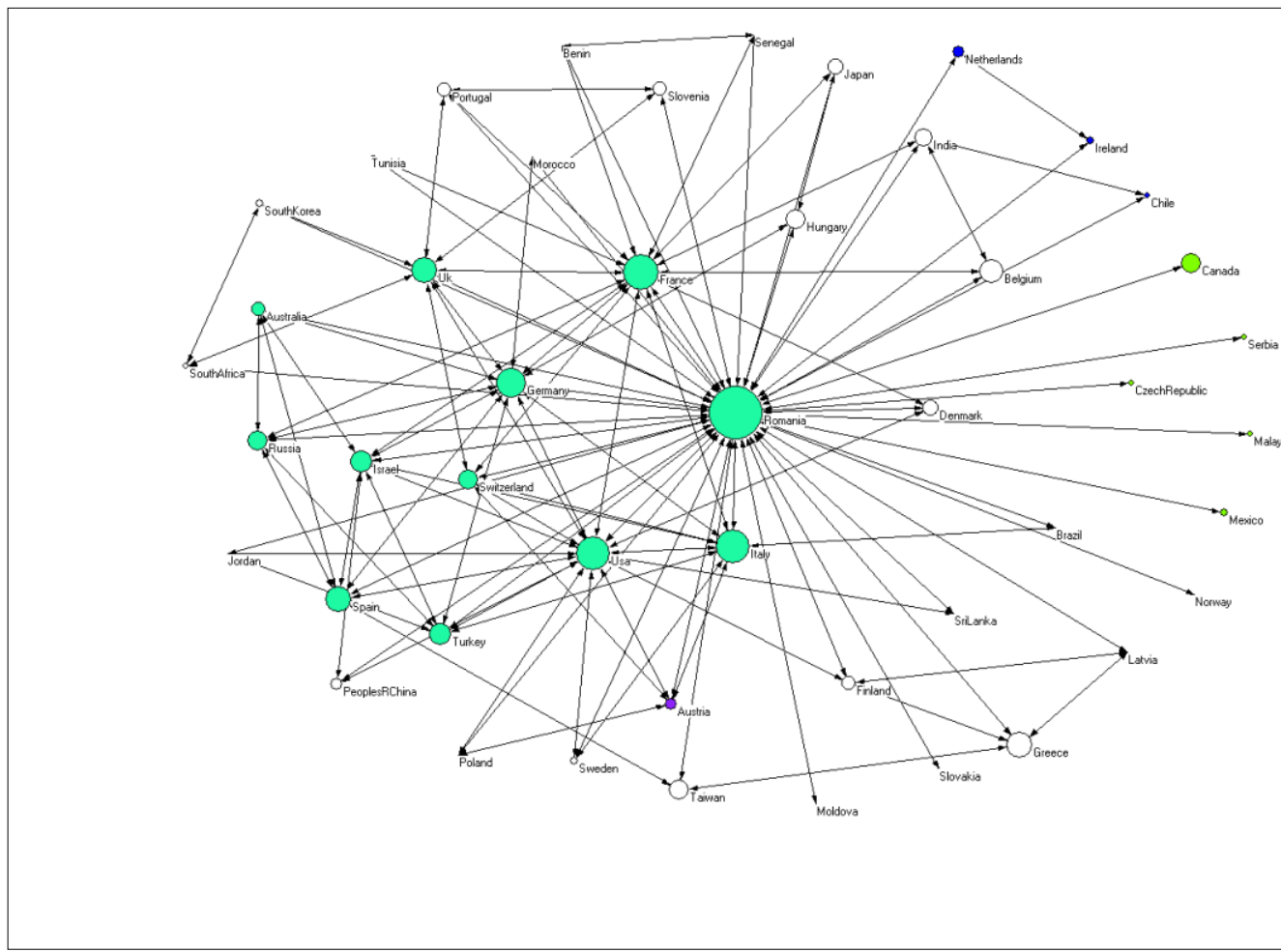


Fig. III.17 Rețeaua de colaborări internaționale în PHYSICS, MATHEMATICAL

III.4 Principalele direcții de fizică: caracterul inter- și multidisciplinar al cercetării de fizică

Caracterul inter- și multidisciplinar al cercetării de fizică este demonstrat prin conexiunile indicate de Web of Science între articolele unui anumit domeniu și alte domenii ale fizicii sau alte discipline.

În cazul domeniului *Optics*, analiza conexiunilor cu alte domenii arată că procente foarte mari dintre articolele domeniului sunt legate de Materials Science, Multidisciplinary (82%) și Physics, Applied (77%) (Fig. III.18).

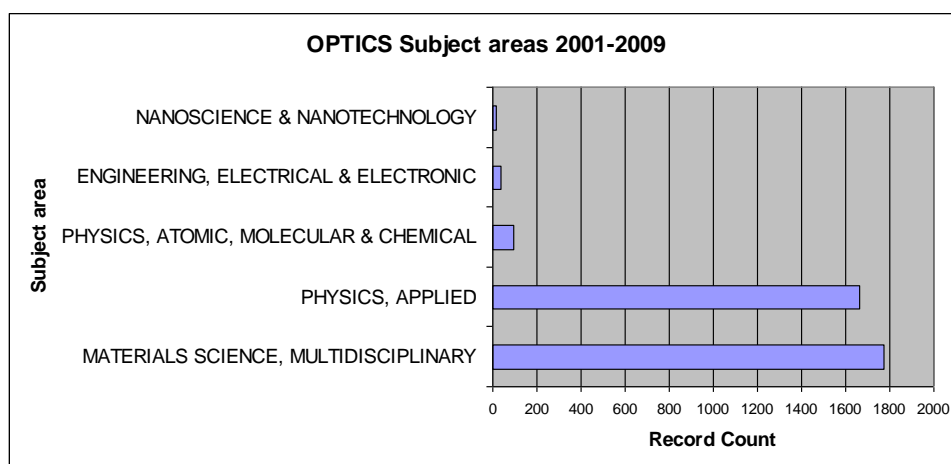


Fig. III.18 Conexiunile cu alte domenii ale publicațiilor din domeniul Optics

Conexiunile lucrărilor catalogate ca *Physics, Applied* arată că în proporție de peste 50%, aceste lucrări de fizică aplicată aparțin concomitent domeniilor de Materials Science, Multidisciplinary și Optics (Fig. III.19). Există relații importante de asemenea cu Physics, Condensed Matter și Materials Science, Coatings and Films. Aree secundare cu care există relații interdisciplinare sunt Nanoscience and Nanotechnology dar și unele ramuri de inginerie (chimică, metalurgică, mecanică).

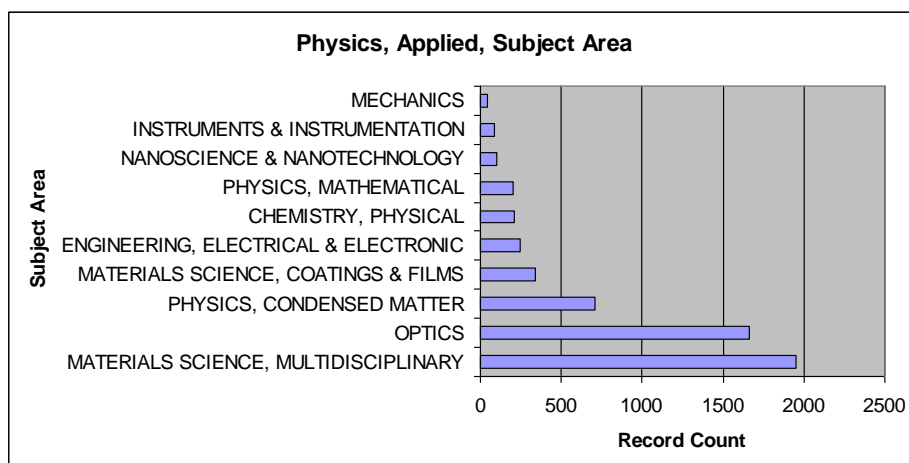


Fig. III.19 Conexiunile cu alte domenii ale publicatiilor din domeniul Physics, Applied
 In cazul *Physics, Cond. Matter*, se remarca ca numarul publicatiilor din domeniul Fizicii aplicate (Physics, Applied) reprezinta 46 % din cel al publicatiilor din domeniul Fizicii materiei condensate. Un numar important de publicatii apartin domeniului Materials Science, Multidisciplinary (35 %). Urmeaza in ordine descrescatoare, un grup de trei domenii (Materials Science, Coating and Films; Chemistry, Physical and, Physics, Mathematical) cu o participare medie de 15%. (**Fig. III.20**).

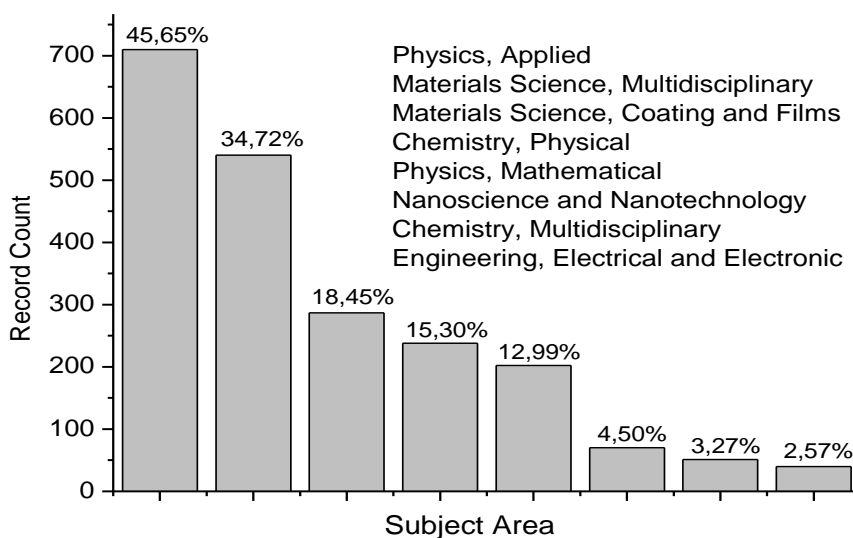


Fig. III.20 Conexiunile cu alte domenii ale publicatiilor din domeniul Physics, Condensed Matter

Domeniul *Physics, Nuclear* are relatii preferentiale cu alte subdomenii cum sunt Physics, Particles and Fields, Physics, At.. Mol. Chem. , Instruments and Instrumentation, Nucl. Science and Technology (**Fig. III.21**).

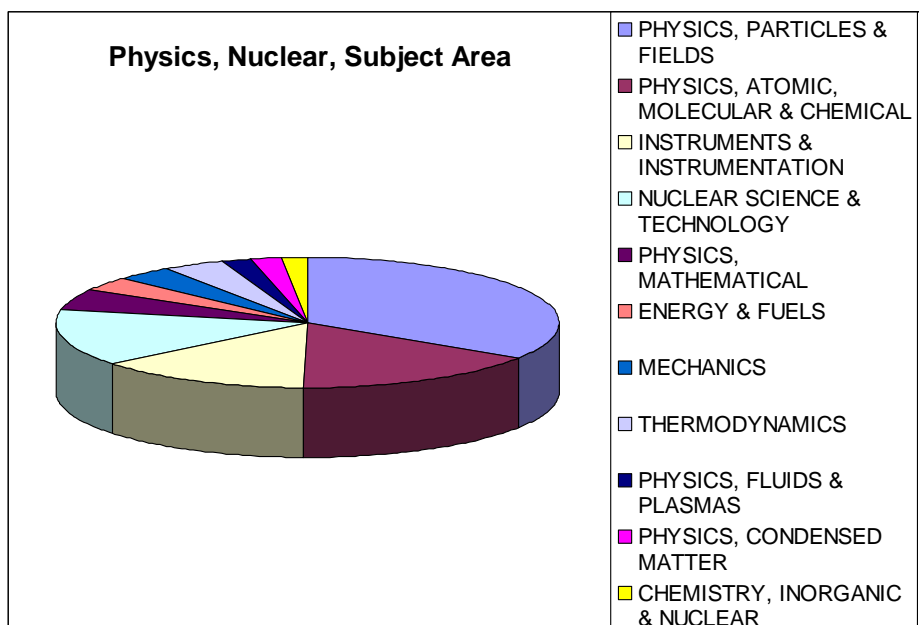


Fig. III.21 Conexiunile cu alte domenii ale publicatiilor din domeniul Physics, Nuclear

In mod reciproc, domeniul *Physics, Particles & Fields* are conexiuni cu domeniile respective ale fizicii deja mentionate (**Fig. III.22**). Cea mai puternica legatura (cca 45%) este cea cu Physics, Nuclear dar procente importante de cca 20% sunt inregistrate si in cazul domeniilor Instruments & Instrumentation, Nucl. Science and Technology si Spectroscopy.

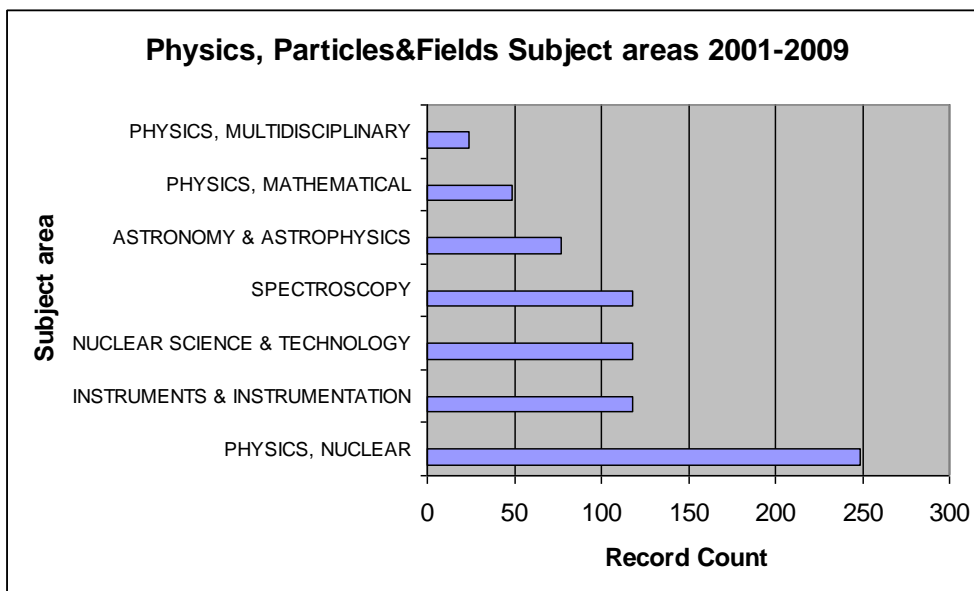


Fig. III.22 Conexiuni cu alte domenii ale publicatiilor in domeniul Physics, Particles & Fields

In sfarsit, domeniul *Physics, Atomic* are relatii preferentiale cu alte subdomenii cum sunt Chem. Physics (peste 35%), Physics, Nuclear (aproape 25%) si Nuclear Science and Technology sau

Instruments and Instrumentation (**Fig. III.23**). Alte subdomenii cu care exista relatii interdisciplinare sunt Optics si Instruments & Instrumentation, legate evident de pregatirea experimentelor implicate.

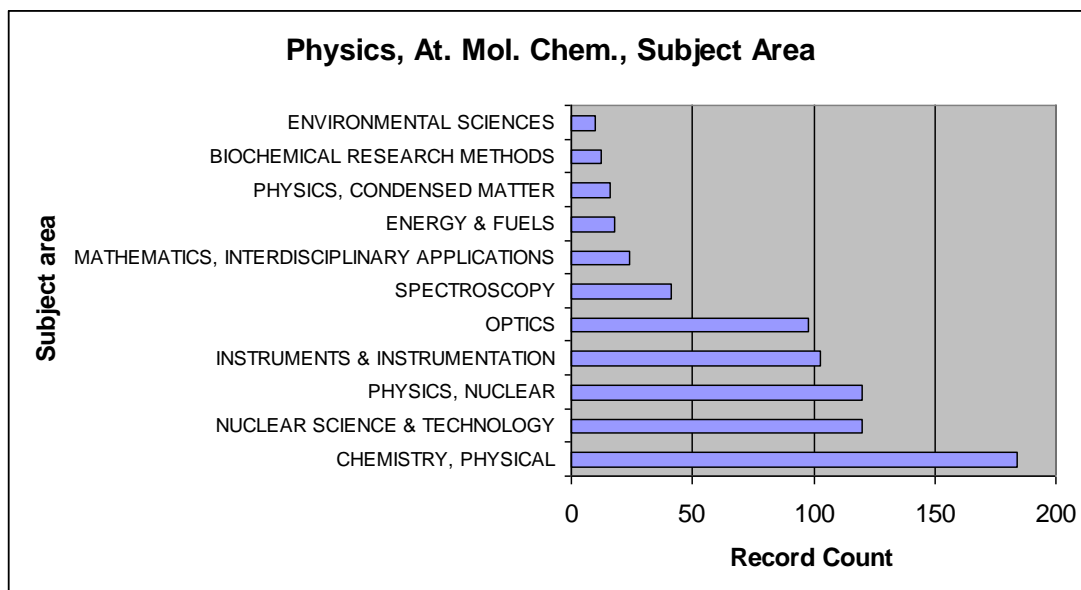


Fig. III.23 Conexiuni cu alte domenii ale publicatiilor din domeniul Physics, At. Mol. Chem.

In cazul *Physics, Fluids & Plasmas* este deosebit de interesanta reprezentarea procentuala a conexiunilor cu alte domenii ale publicatiilor. 46% dintre acestea sunt legate de Physics, Mathematical aratand ca apartin teoriei plasmei iar 18% apartin probabil mecanicii fluidelor. Exista unele conexiuni de mica relevanta cu domeniile fizicii nucleare si materiei condensate. (**Fig. III.24**)

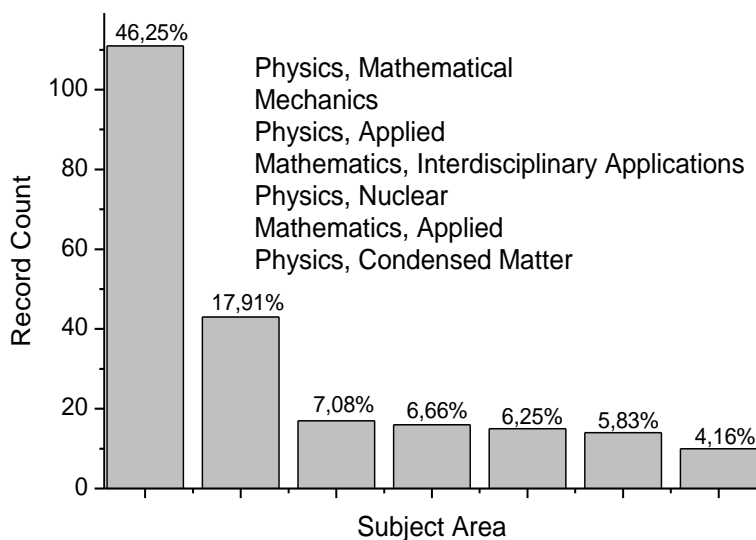


Fig. III.24 Conexiuni cu alte domenii ale publicatiilor din domeniul Physics, Fluids & Plasmas

Aproximativ 80% dintre articole publicate in domeniul *Physics, Mathematical*, apartin si altor trei domenii stiintifice: Physics, Applied (27 %), Physics, Condensed Matter (27 %) si Physics, Multidisciplinary (25 %) (Fig. III.25).

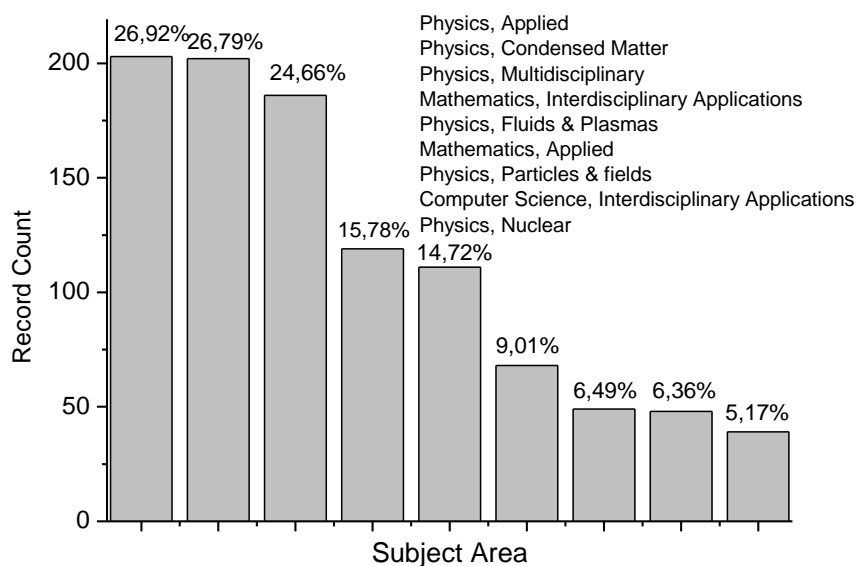


Fig.III.25 Conexiuni ale articolelor din domeniul Physics, Mathematical cu alte domenii stiintifice

Urmeaza doua discipline (Mathematics, Interdisciplinary Applications si Physics, Fluids & Plasmas) cu ponderi de cca ~16% si respectiv ~15% . In grupul urmatoar de patru discipline cu ponderi intre 5-7% nu avem ca domenii specifice fizicii decat Physics, Particles & Fields si Physics, Nuclear.

Un caz singular este cazul *Physics, Multidisciplinary* unde principalele conexiuni apar intre lucrarile domeniului si arii tematice cum ar fi Physics, Mathematical, Mathematics, Interdisciplinary Applications si Mathematics, Applied (Fig. III.26).

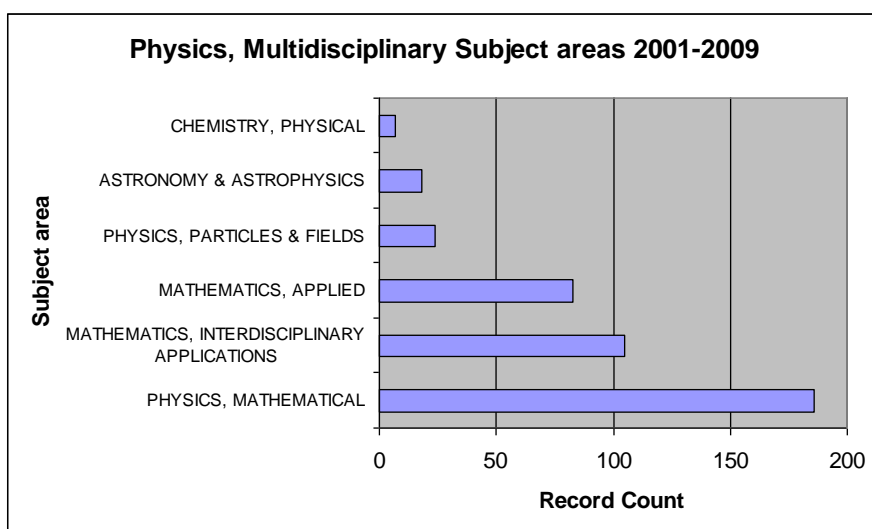


Fig. III.26 Conexiuni intre lucrarile domeniului Physics, Multidisciplinary si alte domenii

O sinteza a conexiunilor deosebit de complexe in interiorul domeniilor principale ale fizicii dar si a legaturilor cu alte 8 domenii secundare ale fizicii sau arii tematice ale altor discipline in care fizica are aplicatii este prezentata in **Fig. III.27**.

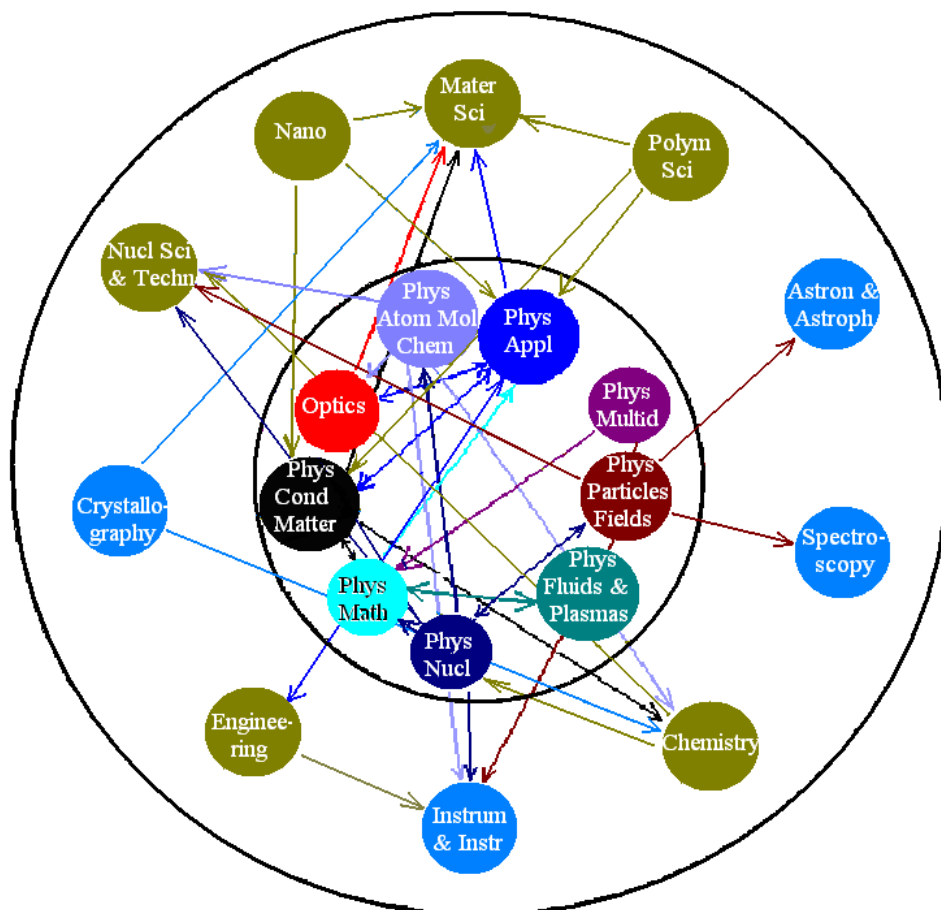


Fig. III.27 Sinteza interactiilor dintre diverse domenii ale fizicii sau arii tematice ale altor discipline in care fizica are aplicatii

Spre exemplu, domeniul Physics, Nuclear interactioneaza in primul cerc al domeniilor principale ale fizicii cu Physics, Particles &Fields; Physics, At Mol. Chem; si Physics, Mathematical. Acelasi domeniu influenteaza deasemenea arii tematice din cercul al doilea cum sunt Nucl. Sc. Technol.; Instrum & Instr; si Chemistry, Physical. In cazul unui alt domeniu apropiat de aplicatii cum este Physics, Applied interactioneaza in principal cu Physics, Cond. Matter si Optics iar in zona aplicatiilor influenteaza esential domeniile Mat. Science, Multidisciplinary si Engineering.

Datele prezentate privind aplicarea fizicii in alte domenii si existenta a numeroase conexiuni intra si interdisciplinare este deasemenea demonstrata de o diagrama (**Fig. III.28**) valabila pentru Romania si construita pe baza datelor bibliometrice din aceasi perioada, diagrama prezentata de portalul SCImago Journal & Country Rank (<http://www.scimagojr.com>). Portalul poate construi asa-numitele harti de retele de co-citare (Co-citaton Network Maps) bazate pe schema de clasificare Scopus a ariilor stiintifice (27 de domenii majore). Dimensiunea domeniilor este reprezentata prin dimensiunea nodurilor iar intensitatea de relatie (exprimata prin numarul de citari reciproce) este prezentata prin grosimea conexiunilor. Astfel in Fig. 22 se observa ca la nivelul perioadei 1996- 2008 domeniile cu cel mai mare numar de publicatii din Romania sunt Physics and Astronomy si Materials Science, urmate de Chemistry. In ce priveste conexiunile, Physics and Astronomy are relatii directe cele mai intense cu Materials Science si Engineering si in mai mica masura cu Multidisciplinary. Legatura cu domeniul Chemistry este asigurata prin aria tematica Materials Science.

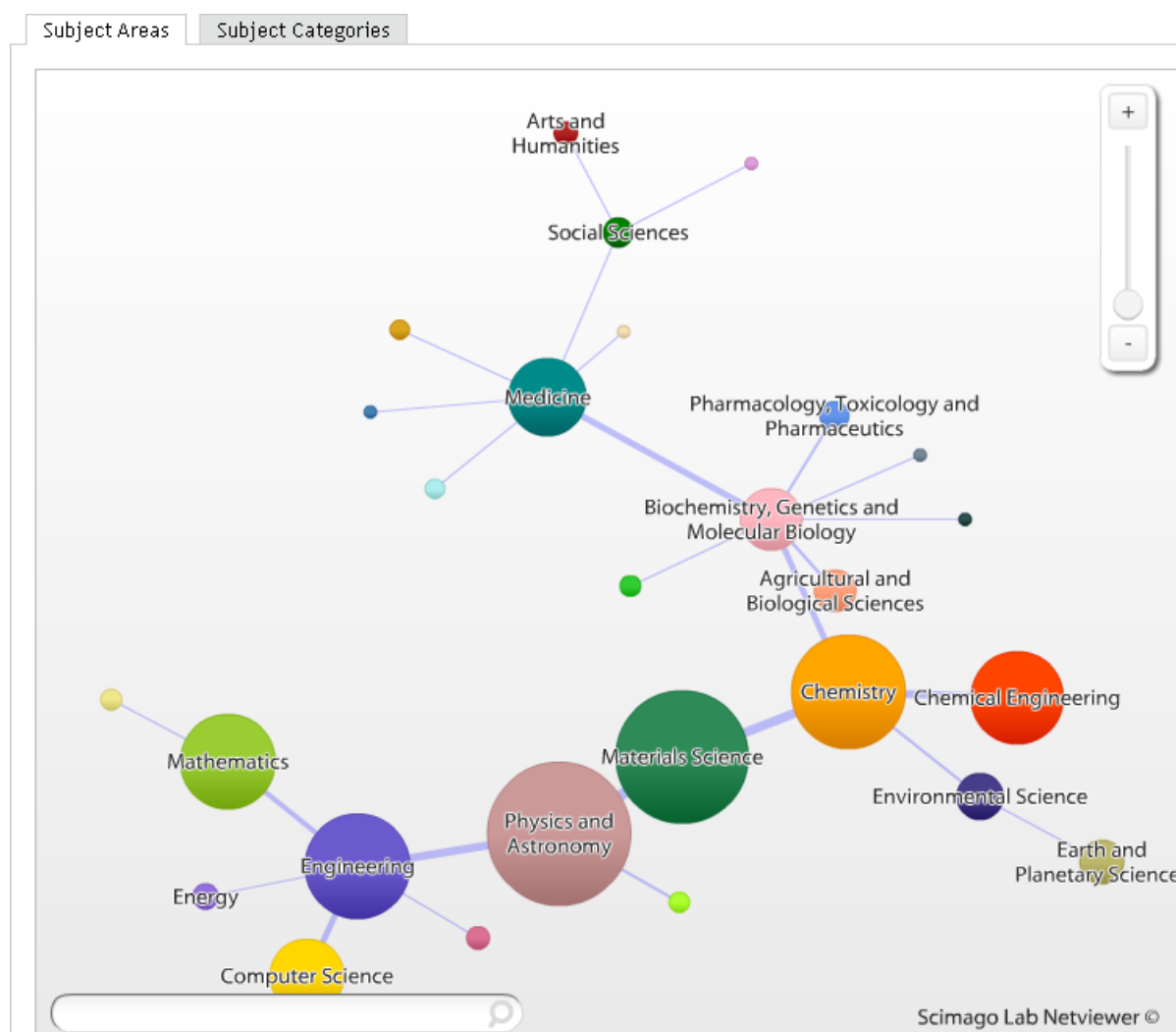


Fig. III.28 Harta de retele de co-citare (Co-citaton Network Map)pentru Romania in perioada 1996-2008, bazata pe schema de clasificare Scopus a ariilor stiintifice (27 de domenii majore)

III.5 Alte direcții de fizică

Astronomy and Astrophysics

Analiza conexiunilor cu alte domenii arata ca exista legaturi cu Physics, Particles & Fields (cca 30%), Geosciences, Multidisciplinary (15%), Meteorology & Atmospheric Sciences (13%) (Fig. III.29).

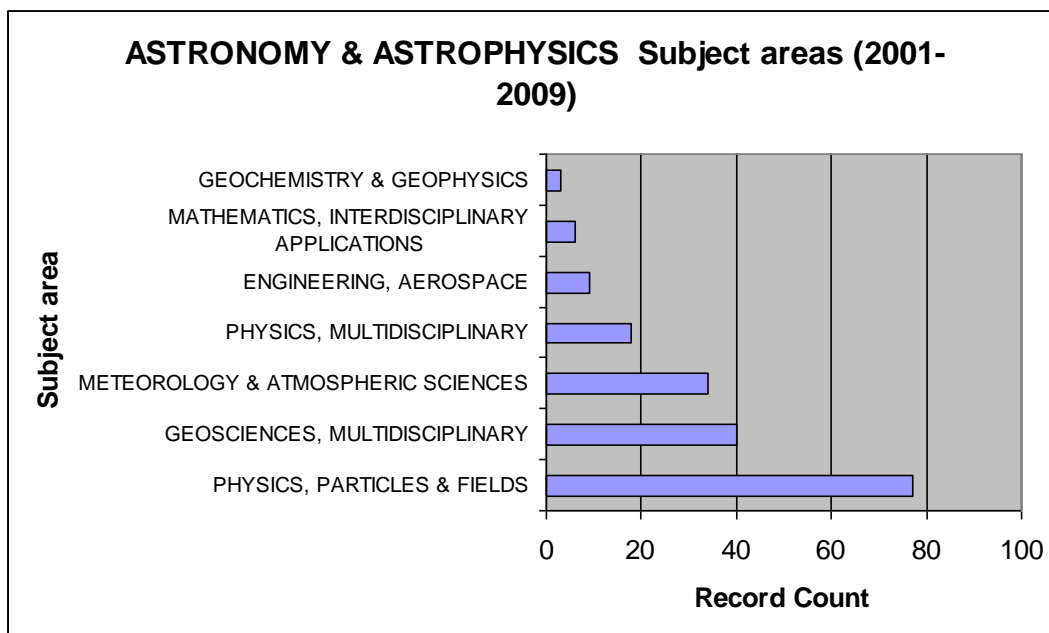


Fig. III.29 Conexiuni ale articolelor din domeniul Astronomy& Astrophysics cu alte domenii

Cei mai importanti jucatori din domeniu sunt ISS (cca 25%) si IFIN-HH (cca 20%). (Fig. III.30)

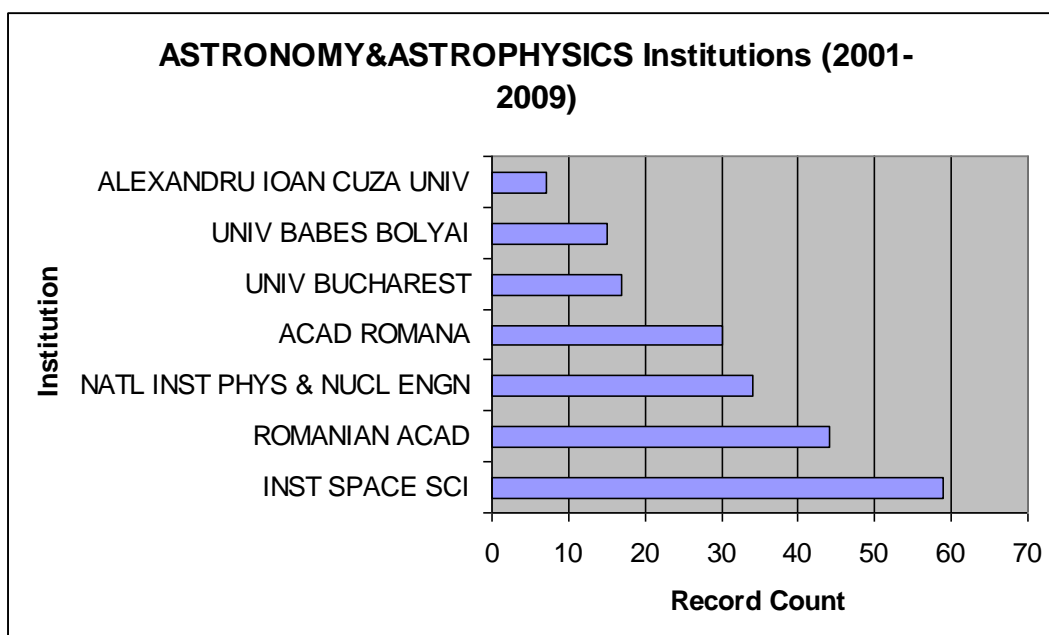


Fig. III.30 Principalele institutii care au contribuit la articolele domeniului Astronomy & Astrophysics

Crystallography

Acest domeniu este ilustrat in deceniul analizat prin 396 de titluri, care prezinta relatii preferentiale cu alte subdomenii cum sunt Chemistry, Multidisciplinary; Chemistry, Inorganic & Nuclear;; Mat. Sci., Multidisciplinary; Physics, Cond. Matter; Chemistry, Physical (Fig. III.31).

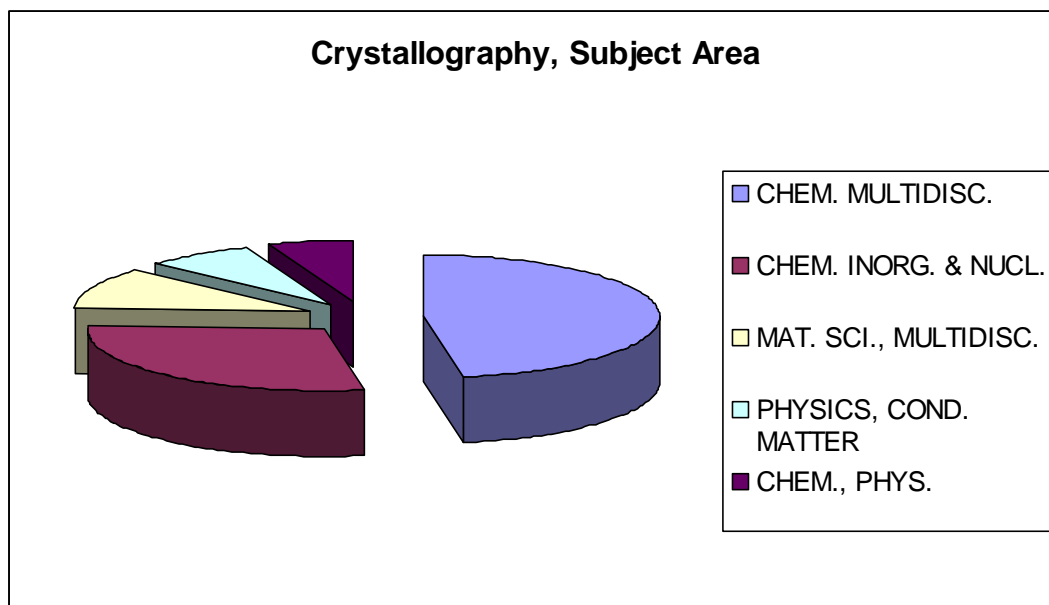


Fig. III.31 Corelatii intre Cristalografie si alte subdomenii ale fizicii sau a altor discipline conexe.

In Fig. III.32 este prezentata distributia institutionala a autorilor articolelor din domeniul Cristalografiei. Primele cinci institutii sunt: Univ. Bucuresti, UBB, UPB, UVT si INFM.

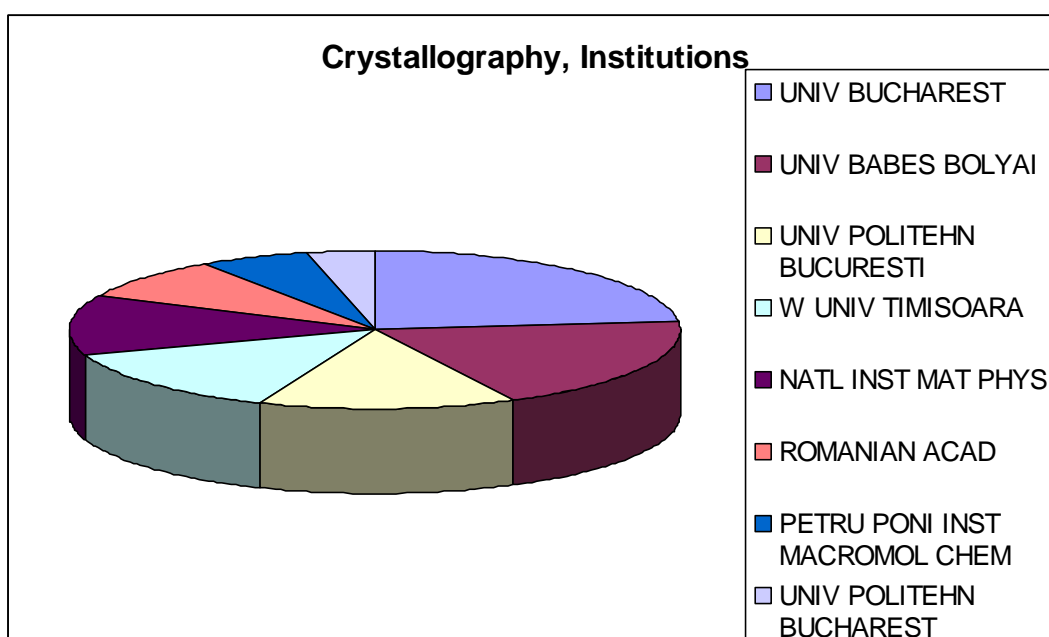


Fig. III.32 Principalele institutii care au contribuit la articolele din domeniul Crystallography

Instruments & Instrumentation

Este un domeniu puternic legat de fizica si ilustrat de cca 501 de lucrari publicate in intervalul 2001-2009. Legaturile cu fizica sunt dovedite de conexiunile acestui domeniu cu alte subdiscipline din fizica, in primul rand fiind vorba de Nuclear Science and Technology (cca 45%) (**Fig. III.33**).Alte patru domenii ale fizicii (Spectroscopy, Physics, Particles&Fields, Physics, Atomic, Molecular & Chemical si Physics, Nuclear) au contributii de peste 20%. Este prezenta cu un procent de cca 18% si Physics, Applied.

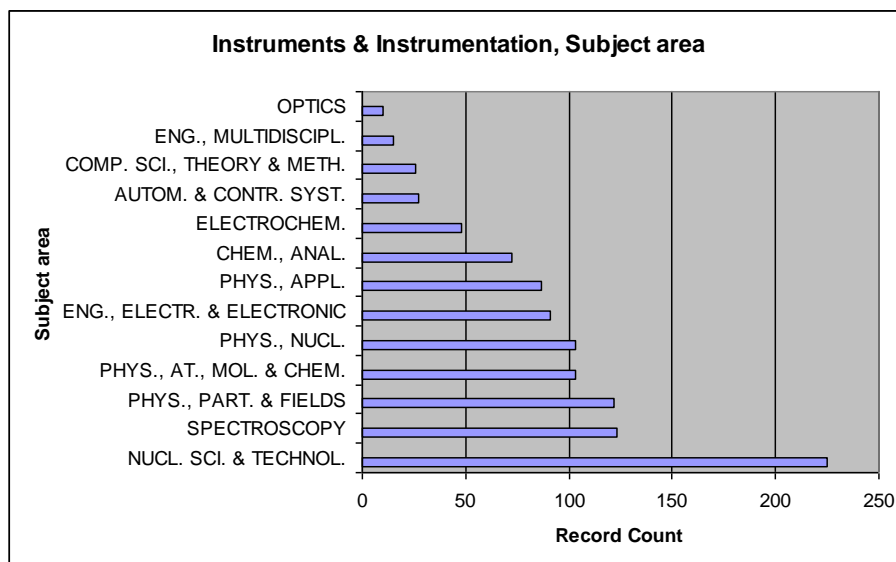


Fig. III.33 Conexiuni cu alte domenii ale articolelor din domeniul Instruments & Instrumentation

O alta dovada a faptului ca acest domeniu apartine in mare masura fizicii este repartitia pe institutii a articolelor domeniului (**Fig. III.34**). Cca 14 % sunt datorate unor autori din IFIN-HH iar cate 10 % INFN si Universitatii Bucuresti.Contributii importante intre 5-7% provin de la UBB si de la INFLPR.

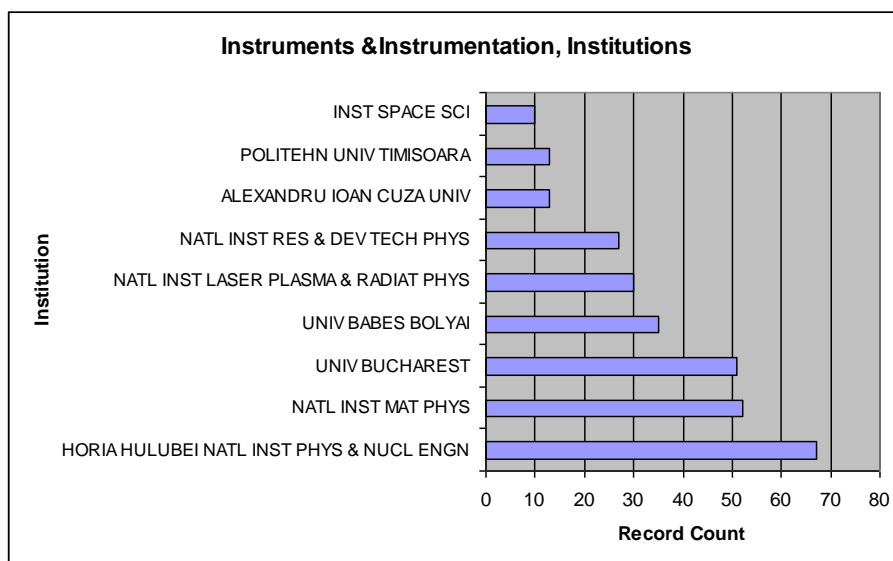


Fig. III.34 Principalele institutii cu contributii la articolele domeniului Instruments & Instrumentation

Spectroscopy

Principalele subdomenii cu care articolele de spectroscopie (in total 317 titluri) publicate intre 2001-2009 au relatii preferentiale sunt Instruments and Instrumentation, Nucl. Science and Technology si Physics, Particles & Fields, fiecare dintre ele avand un procent de cca 37%. (Fig. III.35)

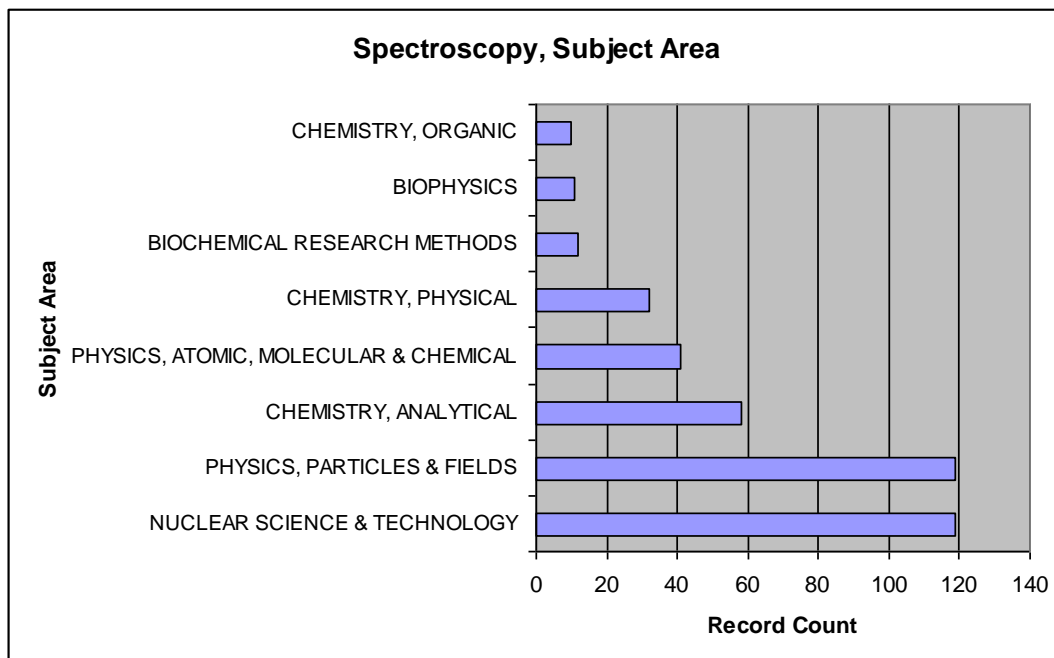


Fig. III.35 Corelatii intre Spectroscopy si alte subdomenii ale fizicii sau a altor discipline conexe

Analiza institutionala (Fig. III.36) arata ca primele cinci institutii care au realizat output-ul stiintific obtinut in Spectroscopie sunt : UBB, ITIM, UB, IFIN-HH si INFM.

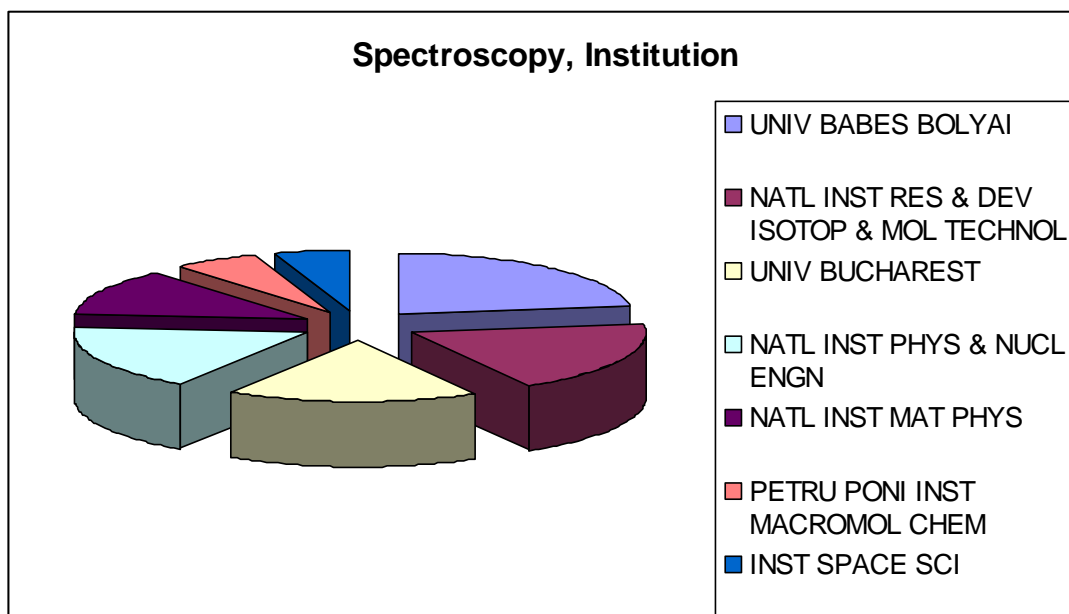


Fig. III.36 Distributia institutionala a publicatiilor din domeniul Spectroscopy

III.6 Comparație cu situația fizicii din alte țări

Analiza este bazată pe SCImago Journal & Country Rank (SCImago, (2007). SJR — SCImago Journal & Country Rank. Retrieved June 12, 2010, from <http://www.scimagojr.com>) un portal care permite analiza indicatorilor scientometrici pentru reviste științifice și țări utilizând baza de date SCOPUS. Baza de date SCOPUS include toate revistele indexate în Web of Science. Portalul permite calcularea pentru perioada 1996-2008 a următorilor indicatori scientometrici la nivel mondial, pentru o regiune geografică, țară, domeniu și subdomeniu științific: numărul de documente, numărul de documente citabile, numărul de citări, numărul de autocitări (înțelese ca citările care provin din interiorul grupului analizat), citări pe document, procent de documente citate și procentul de colaborări internaționale (documente care au cel puțin un co-autor din afara grupului analizat). În cazul domeniului fizică gruparea publicațiilor a condus la următoarele direcții de cercetare: Acoustics and Ultrasonic, Astronomy and Astrophysics, Atomic and Molecular Physics, and Optics, Condensed Matter Physics, Instrumentation, Nuclear and High Energy Physics, Physics and Astronomy (miscellaneous), Radiation, Statistical and Non-linear Physics, Surfaces and Interfaces.

În cazul României distribuția numărului de documente citabile pe aceste domenii de fizică este prezentată în **Fig. III.37**.

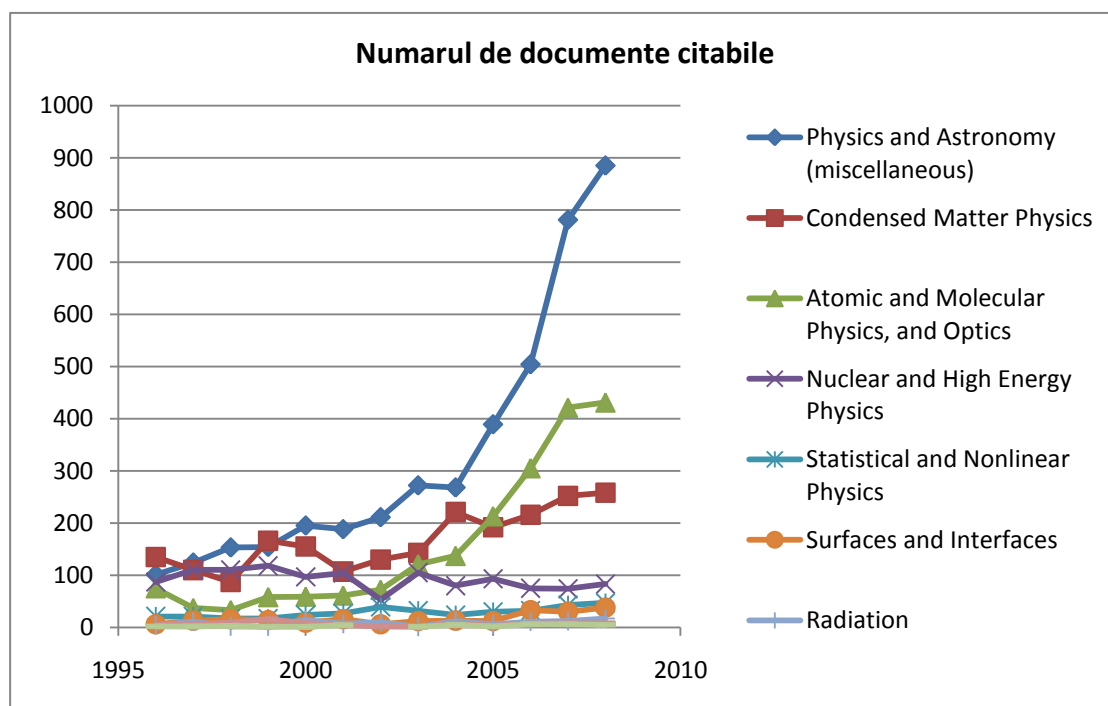


Fig. III.37 Evoluția anuală a numărului de documente citabile din Romania pentru direcțiile de fizică

În vederea analizei fizicii din România am reținut doar acele direcții de cercetare care au avut în medie un număr mai mare de 20 documente/an în perioada 1996-2008: Physics and Astronomy (miscellaneous), Condensed Matter Physics, Atomic and Molecular Physics, and Optics, Instrumentation, Nuclear and High Energy Physics, Statistical and Non-linear Physics.

Pentru a stabili poziția cercetării de fizică din România la nivel mondial și regional (Europa de Est) în raport cu alte țări s-a urmărit indicatorul număr de documente citabile atât pentru tot domeniul fizică, cât și pentru direcțiile de cercetare selectate. Poziția cercetării de fizică din România la nivel mondial este prezentată în **Fig. III.38**. Această poziție reflectă mai mulți factori dintre care probabil

cei mai importanți sunt: numărul de cercetători implicați în fizică, nivelul de finanțare al cercetării de fizică și productivitatea științifică a comunității de fizică din România.

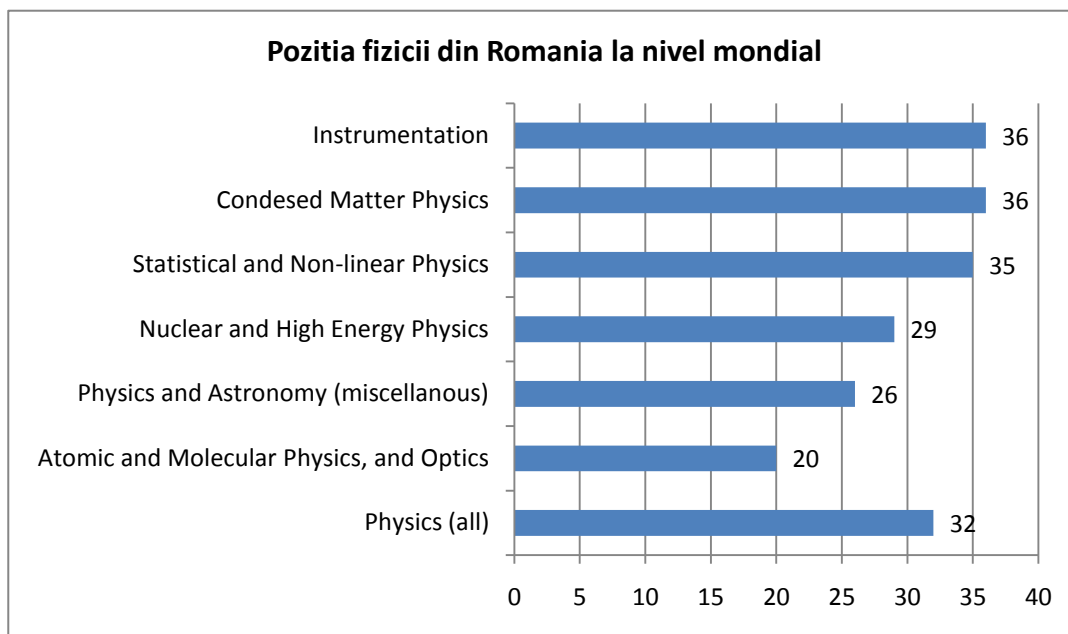


Fig. III.38 Poziția cercetării de fizică din România ca publicații citate în raport cu alte țări la nivel mondial (1996-2008)

După cum se poate observa din grafic (Fig. III.38), în domeniul fizică **România se situează pe poziția 32 din 127 de țări analizate (locul 41 pentru toate disciplinele cumulate)**. Poziții mai bune decât aceasta medie sunt înregistrate de direcțiile de cercetare: Atomic and Molecular Physics, and Optics, Nuclear and High Energy Physics și Physics and Astronomy (miscellaneous). Această poziție reflectă mai mulți factori dintre care probabil cei mai importanți sunt: numărul de cercetători implicați în fizică, nivelul de finanțare al cercetării de fizică și productivitatea științifică a comunității de fizică din România.

La nivel regional (Europa de Est, 23 de țări) poziția României după producția globală de fizică este pe locul 5 după țări ca Rusia, Polonia, Ucraina și Cehia. Așa cum se poate vedea din Fig. III.39, România ocupa poziții superioare la nivel regional în direcțiile de cercetare Atomic and Molecular Physics, and Optics (devansată de Rusia și Polonia) și Nuclear and High Energy Physics (devansată de Rusia, Polonia și Ungaria).

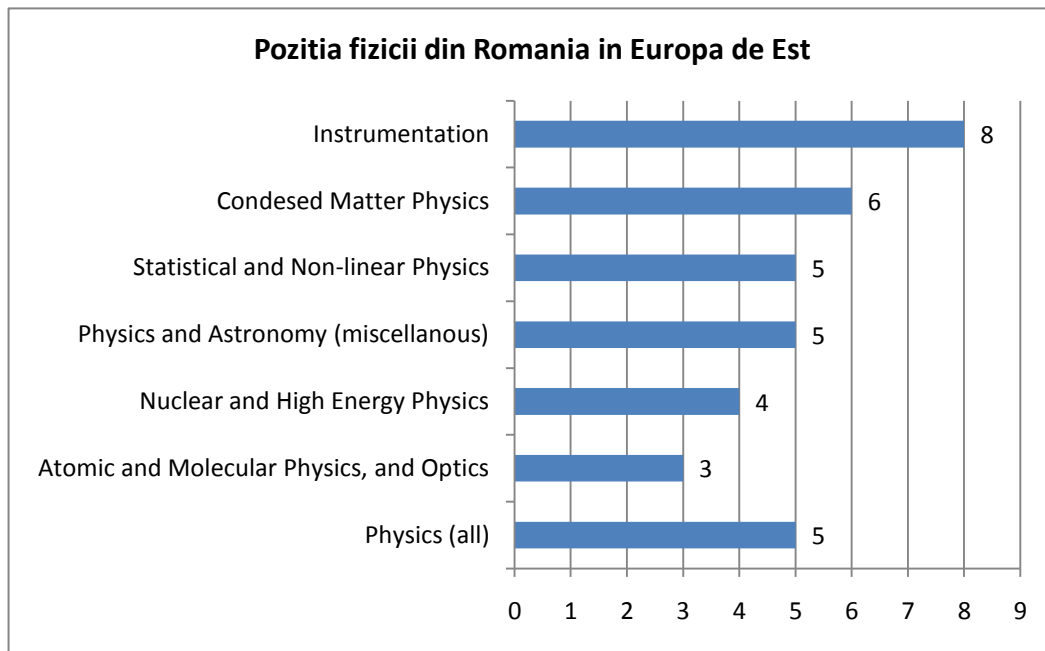


Fig. III.39 Poziția cercetării de fizică din România ca publicații citate în raport cu alte țări din Europa de Est (1996-2008)

Așa cum se poate vedea în **Fig. III.40**, contribuția fizicii din România din punct de vedere al numărului de publicații cu impact internațional a crescut accentuat la nivel regional 2001 – 2008 ridicându-se de la circa 3% la 7% în 2008. O creștere constantă se observă și la nivel mondial unde contribuția a ajuns aproape de 1%. Această creștere este controlată probabil de doi factori importanți: creșterea nivelului de finanțare și necesitatea de a avea publicații pentru promovare și obținerea titlului de doctor.

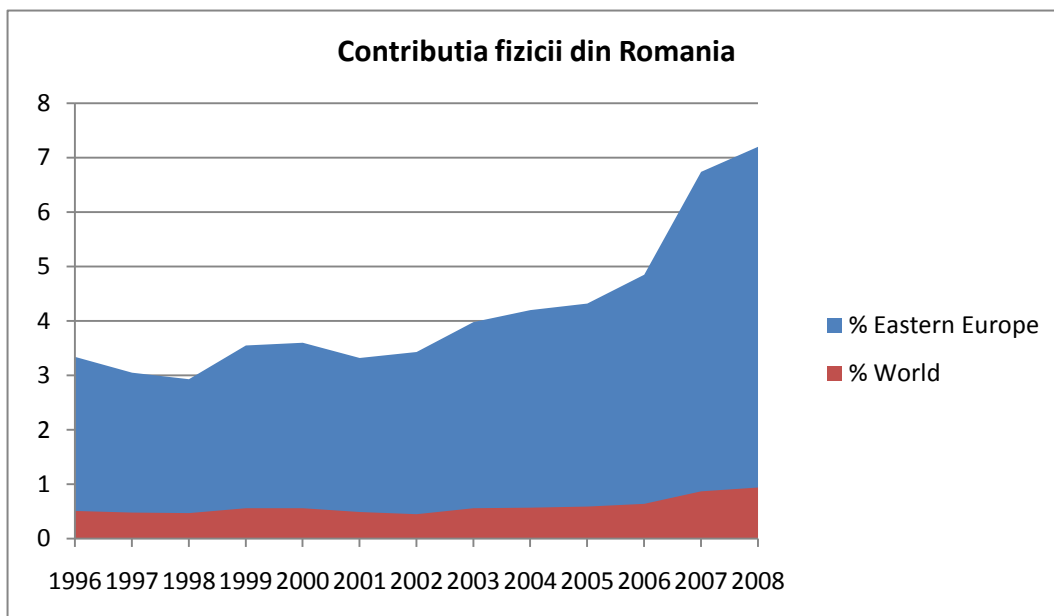


Fig. III.40 Contribuția procentuală a fizicii din România la producția științifică regională și globală

În vederea analizei din punct de vedere calitativ al producției științifice de fizică din România am selectat doi indicatori, numărul de citări pe documente și procentul de documente citate, care au fost comparați cu indicatorii medii din Europa de Est și Europa de Vest. Evoluția acestor indicatori pentru domeniul fizică și pentru direcțiile de cercetare analizate este prezentată în figurile următoare (**Fig. III.41-46**). Din analiza acestor figuri se pot trage următoarele concluzii principale:

1. Pentru domeniul fizică, indicatorul citari/documente este la maturitate (la circa 5 ani de la publicare) superior celui din Europa de Est, dar este la circa 40-50% din cel al Europei de Vest. Procentul de documente citate din România este apropiat de cel din Europa de Vest fiind superior în toată perioada analizată celui din Europa de Est.
2. La nivelul direcțiilor de cercetare indicatorul citari/document este la nivelul mediu al Europei de Est cu tendințe de apropiere în ultimii ani de cel al Europei de Vest în cazul direcției Instrumentation. Tendința este explicabilă deoarece în această categorie sunt cuprinse multe articole legate de marile experimente de la CERN. Sub media regională a Europei de Est se situează domeniul Atomic and Molecular Physics, and Optics. Indicatorul procent de documente citate este în general mai aproape de cel mediu la nivelul Europei de Vest sau chiar deasupra acestuia în cazul direcției de cercetare Nuclear and High Energy Physics.

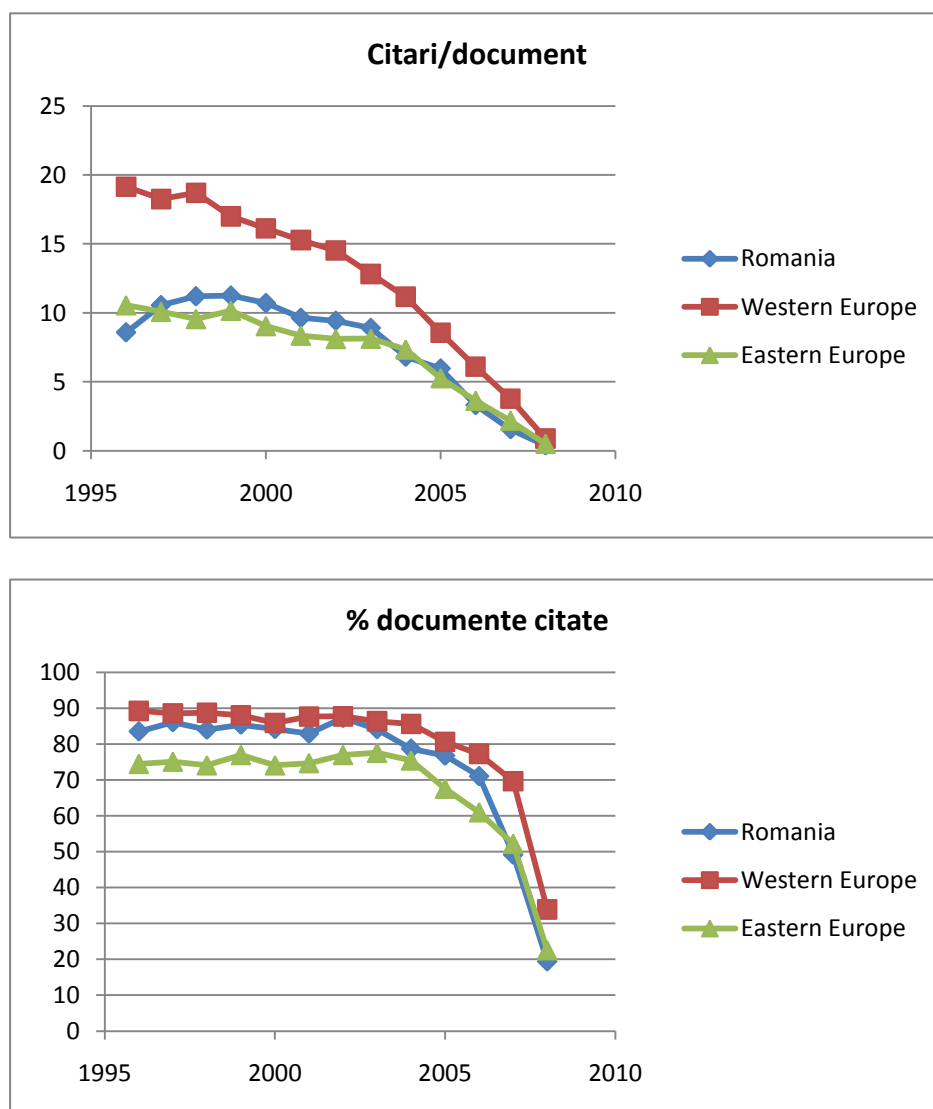


Fig. III.41 Comparatia indicatorilor Cn/Pn (citari/doc) si procent de lucrari citate pentru domeniul Fizica (Romania vs. Europa de Est si Europa de Vest)

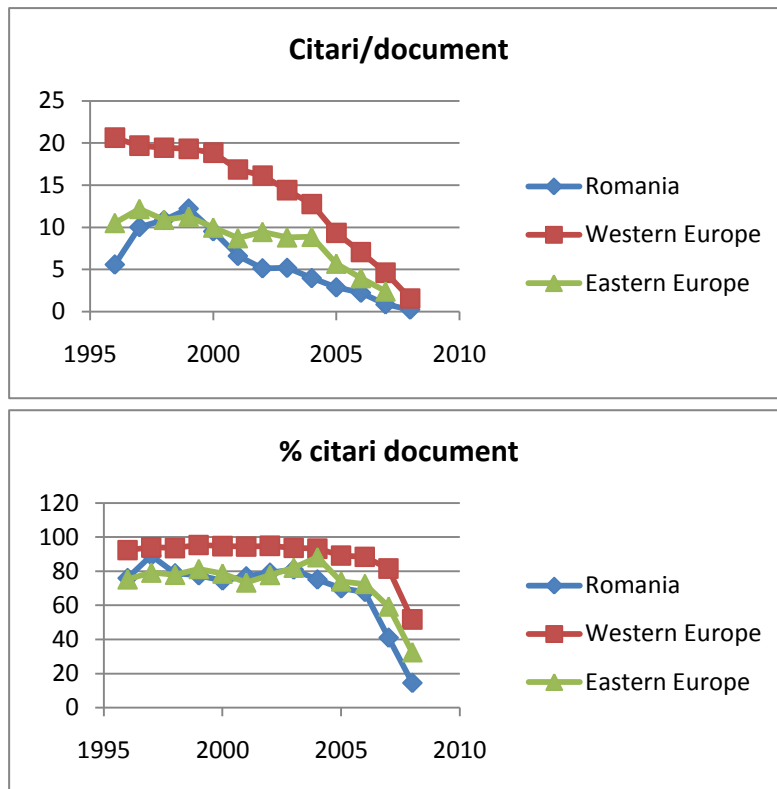


Fig. III.42 Comparatia indicatorilor Cn/Pn (citari/doc) si procent de lucrari citate pentru domeniul Atomic and Molecular Physics, and Optics (Romania vs. Europa de Est si Europa de Vest)

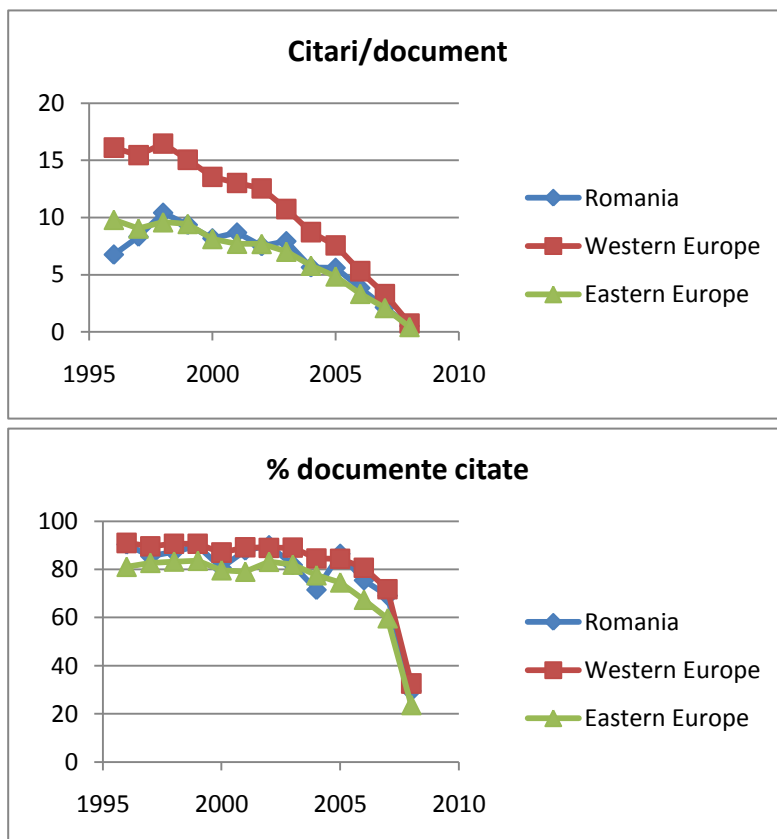


Fig. III.43 Comparatia indicatorilor Cn/Pn (citari/doc) si procent de lucrari citate pentru domeniul Physics, Condensed Matter (Romania vs. Europa de Est si Europa de Vest)

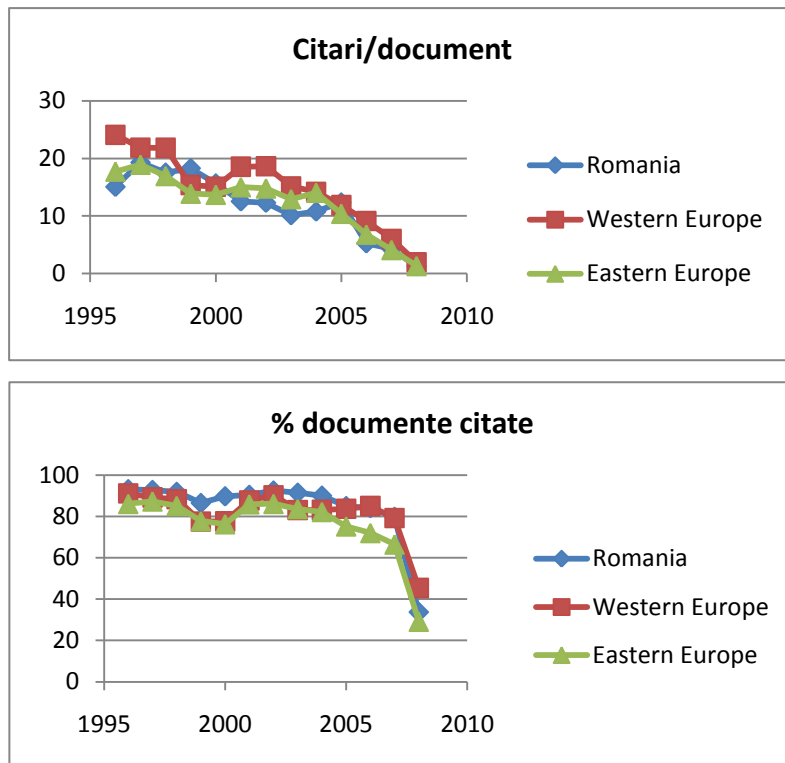


Fig. III.44 Comparatia indicatorilor Cn/Pn (citari/doc) si procent de lucrari citate pentru domeniul Nuclear and High Energy Physics (Romania vs. Europa de Est si Europa de Vest)

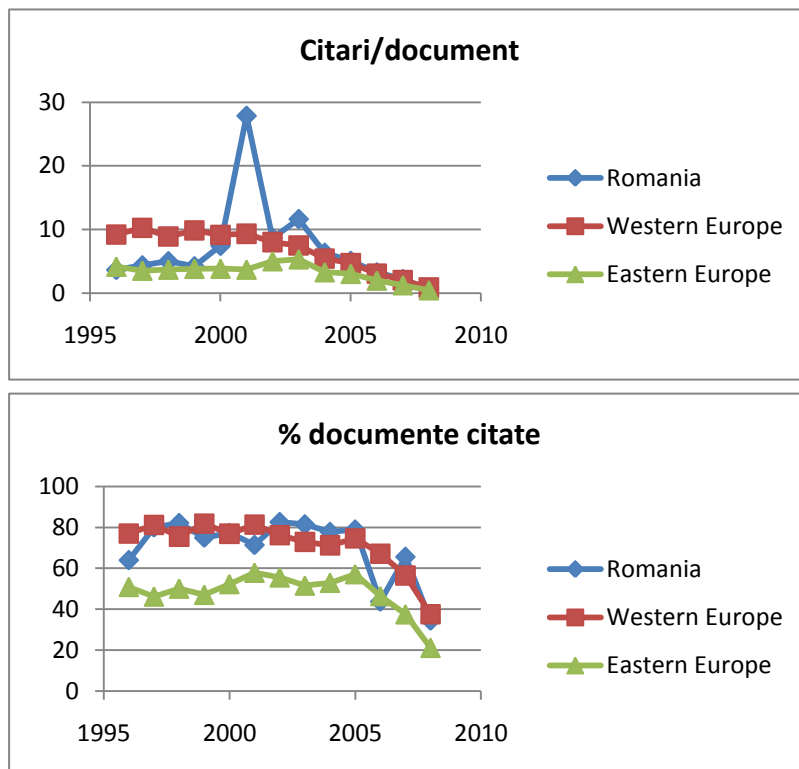


Fig. III.45 Comparatia indicatorilor Cn/Pn (citari/doc) si procent de lucrari citate pentru domeniul Instrumentation (Romania vs. Europa de Est si Europa de Vest)

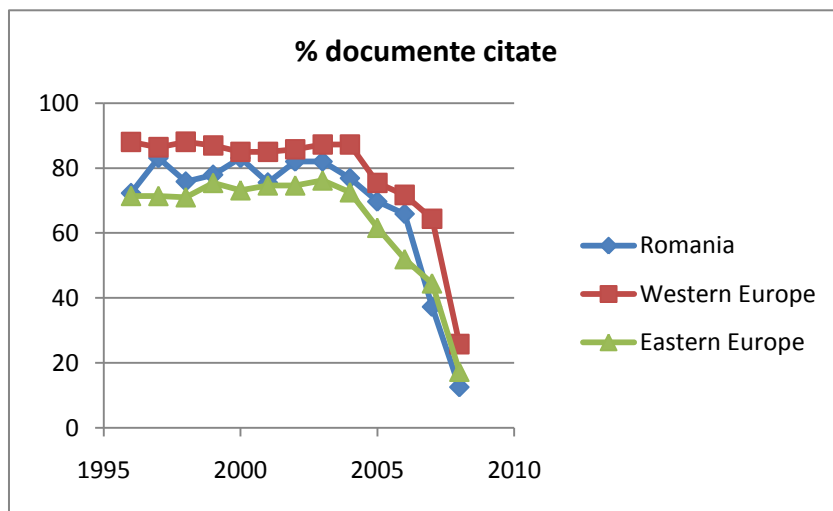
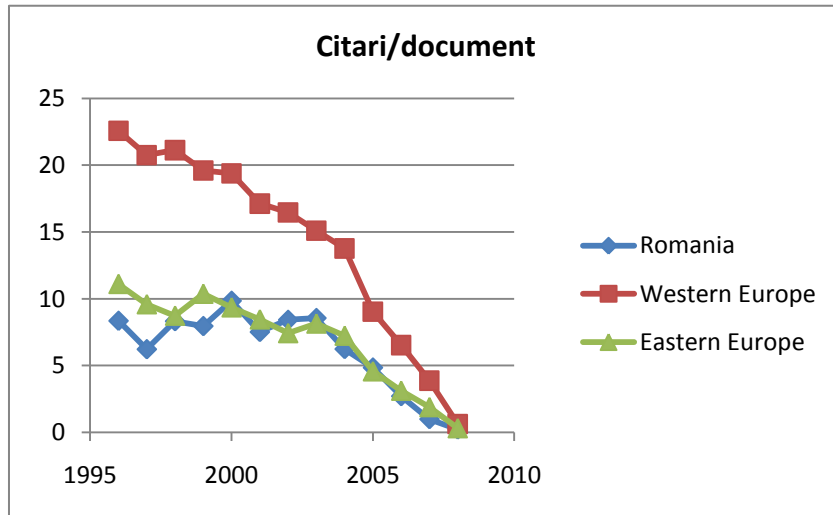


Fig. III.46 Comparatia indicatorilor Cn/Pn (citari/doc) si procent de lucrari citate pentru domeniul Physics and Astronomy (miscellaneous) (Romania vs. Europa de Est si Europa de Vest)

III.7 Contribuția fizicii în alte domenii

Analiza scientometrica a aratat ca fizica are o contributie substantiala in domeniile **Chemistry** (Physical, Multidisciplinary, Analytical, Inorganic & Nuclear), **Polymer Science**, **Materials Science** (Multidisciplinary, Coatings & Films, Ceramics), **Nanoscience & Nanotechnologies**, **Nuclear Science and Technology**, **Engineering** (Chemical, Electrical & Electronic).

CHEMISTRY

Inafara domeniului deja mentionat (de ex. Chemistry, Physical) , contributia fizicii la intreg domeniul de chimie este modesta, plasandu-se in jur de 10% (**Fig. III.47**).

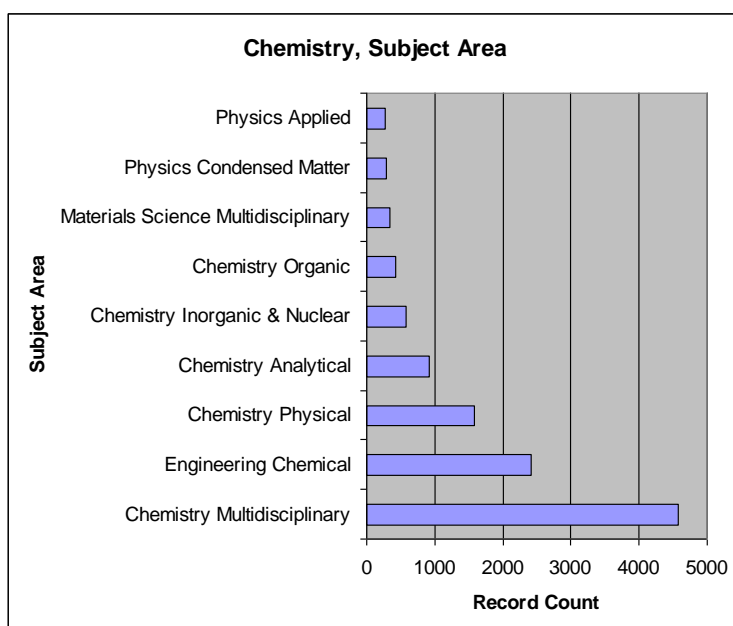


Fig. III.47 Conexiuni cu alte domenii ale articolelor publicate in domeniul Chemistry

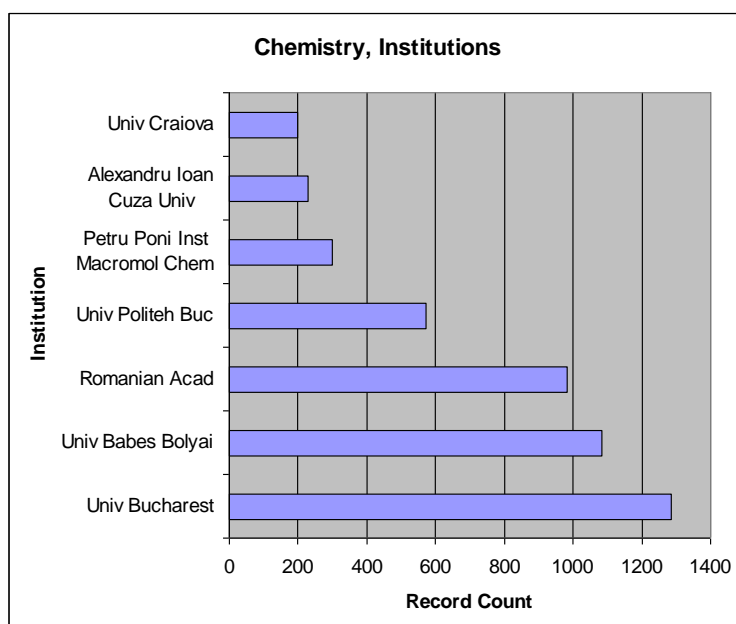


Fig. III.48 Pricipalele contributii institutionale pentru domeniul Chemistry

Principalele contributii vin din zona UB, UBB, UPB si de la institutele Acad. Romane (**Fig. III.48**).

Chemistry, Physical

Analiza detaliata a domeniului *Chemistry, Physical* arata existenta unor puternice conexiuni cu trei domenii de fizica (Cond. Matter, Applied si Atomic) (**Fig. III.49**).

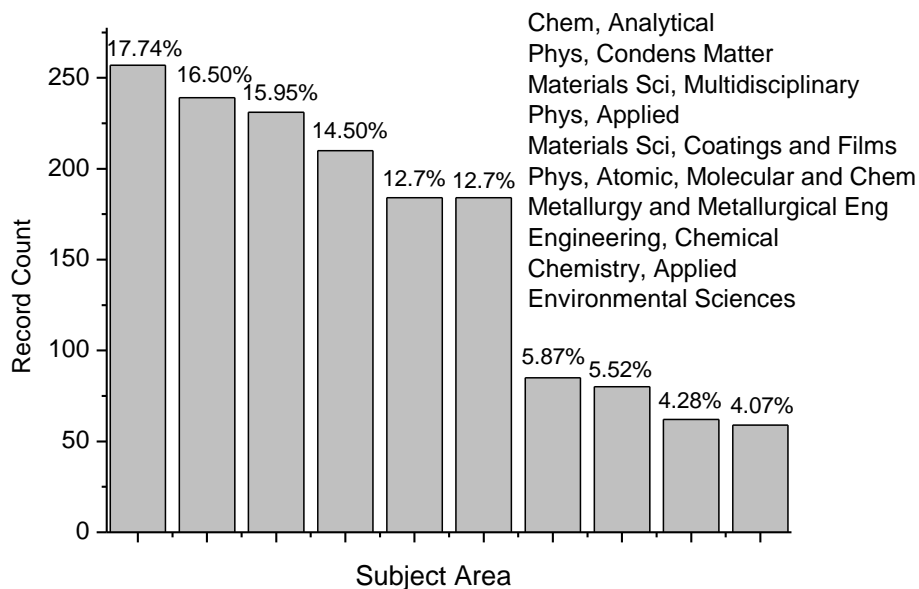


Fig. III.49 Conexiuni cu alte domenii ale articolelor publicate in domeniul Chemistry, Physical

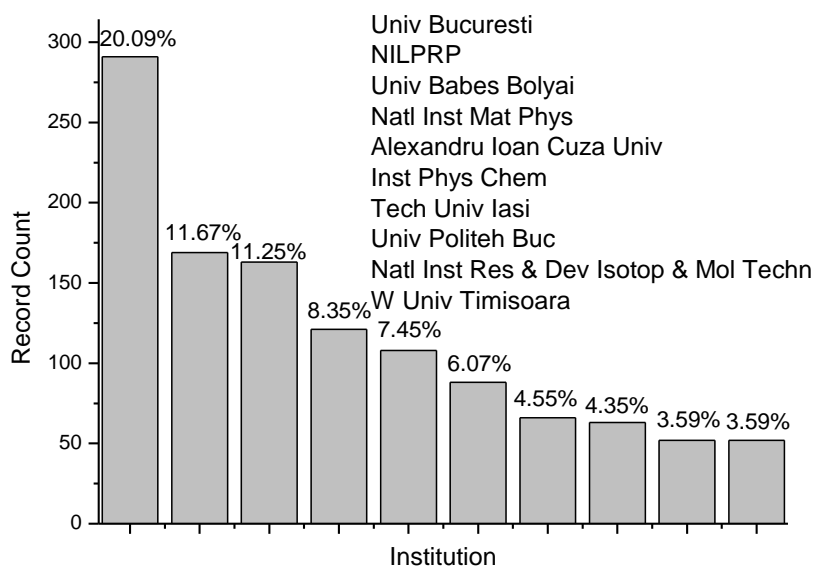


Fig. III.50 Principalele institutii care au contribuit la articolele din domeniul Chemistry

Pe primul loc se plaseaza UB cu cca 20 % urmata de doua institute (INFLPR si INFM) cu procente intre 8-12 % (**Fig. III.50**). UBB are o contributie de cca 11 % iar UAIC de cca 7%. ICFIM, institut al Academiei Romane, ocupa locul al saselea cu cca 6%.

Chemistry, Multidisciplinary

Peste jumătate din numeroasele lucrări ale acestui domeniu (cel mai productiv dintre ariile tematice înregistrate pentru cercetarea din România) sunt clasificate la Engineering, Chemical (Fig. III.51). Există un număr foarte mic de articole încadrabile în două domenii de fizică (Physics, Condensed Matter și Physics, Applied) și altele de asemenea reduse ca număr în domeniile de aplicație ale fizicii (Mat. Science, Multidisciplinary, Crystallography, Nanoscience & Nanotechnology) (Fig. III.51).

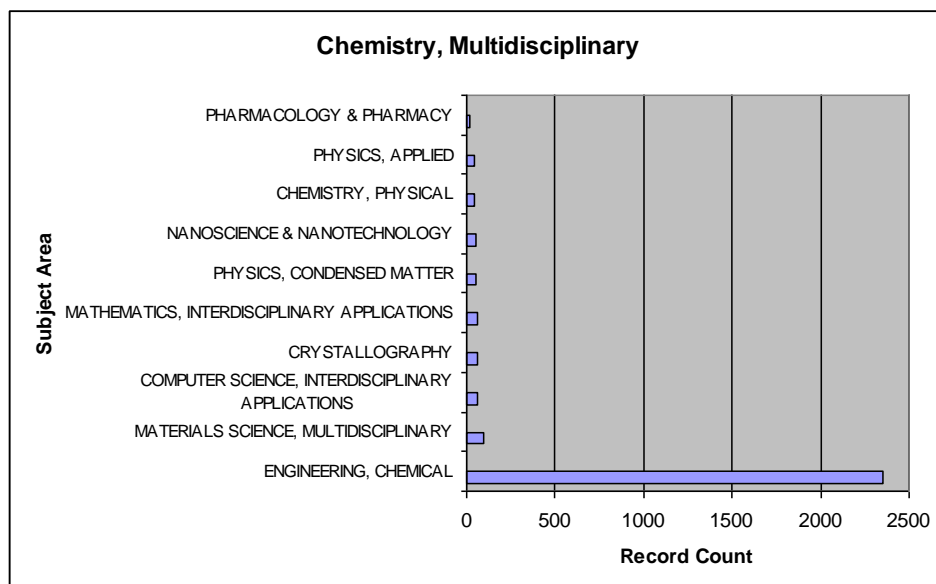


Fig. III.51 Corelații ale articolelor domeniului Chemistry, Multidisciplinary cu alte domenii

Fig. III.52 arată că primele patru locuri sunt ocupate de două universități (UBB și UB) de o universitate tehnică (UPB) și de Academia Română (cu contribuția celor două institute cu profil de chimie ale acesteia).

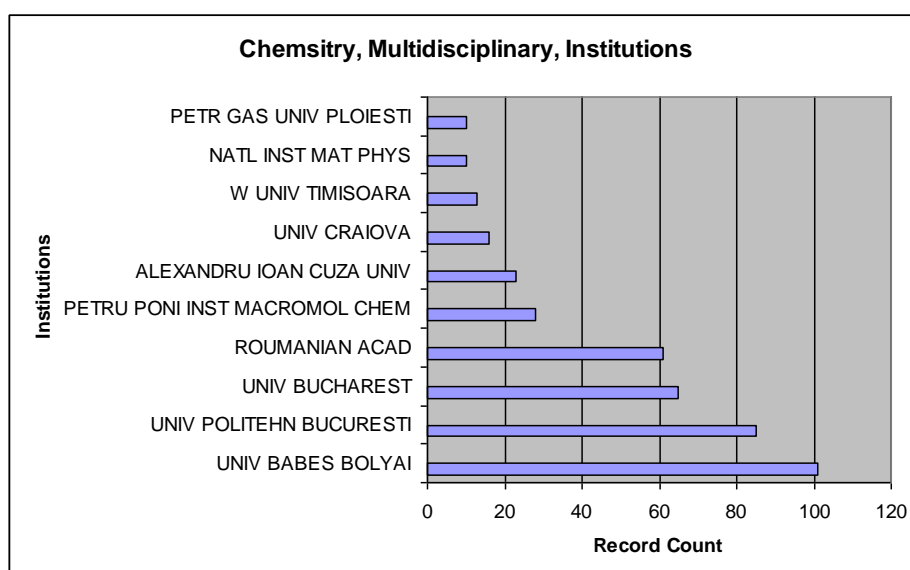


Fig. III.52 Principalele instituții contribuatoare la domeniul Chemistry, Multidisciplinary

Chemistry, Analytical

Acest domeniu ilustrat de aproape 3000 de articole are relativ putine contacte cu domeniile de fizica (spre ex. cca 75 de articole in domeniul Instr&Instrumentation, sau cca 50 de Spectroscopy) si indirect poate printr-un domeniu cum este Chemistry, Physical care depaseste jumatate din numarul articolelor domeniului. (Fig. III.53)

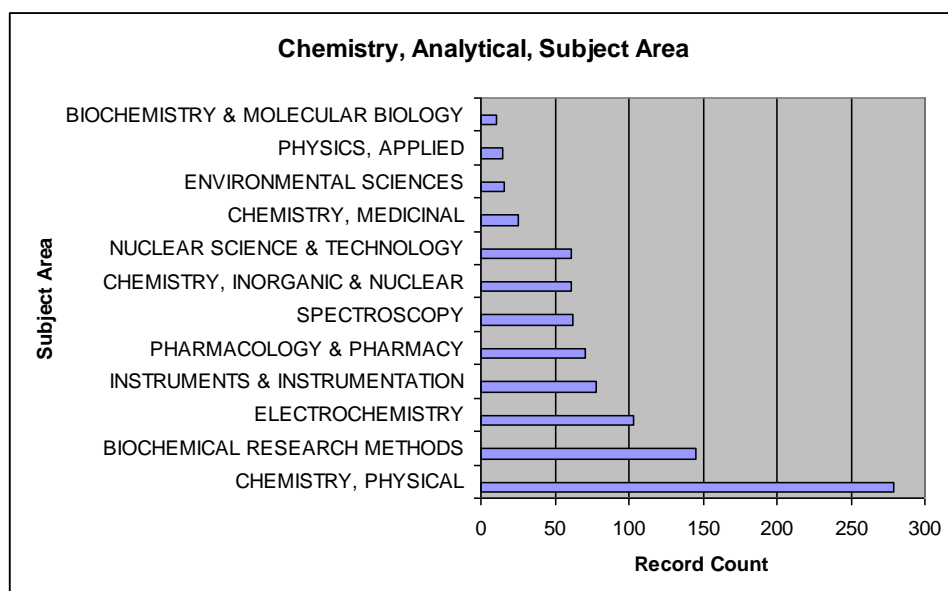


Fig. III.53 Corelatii ale articolelor din doemniul Chemistry, Analytical cu alte domenii si arii tematice

In domeniul Chemistry, Analytical , pe primele doua locuri cu procente mari se plaseaza Univ. Bucuresti si UBB. (Fig. III.54)

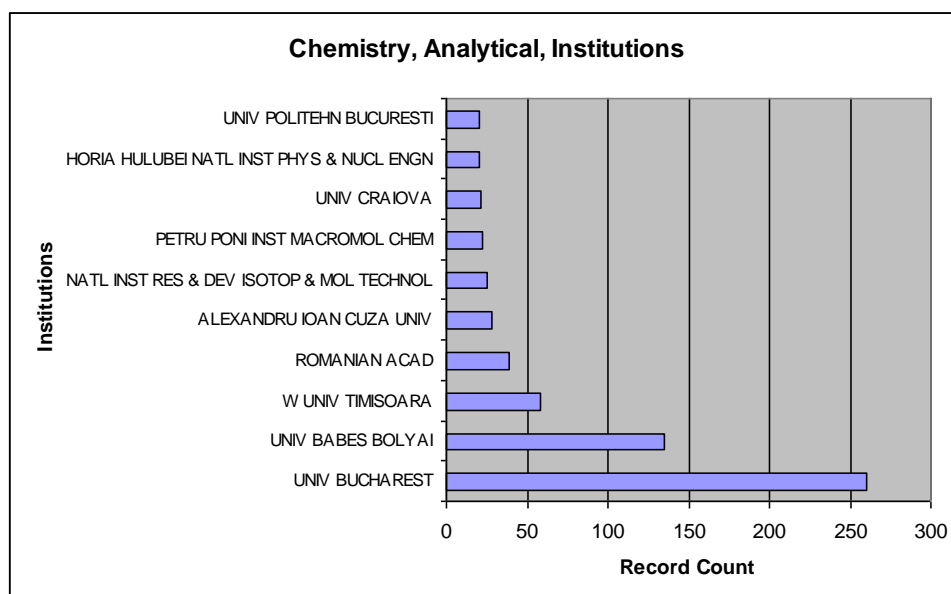


Fig. III.54 Principalele institutii care au contribuit la domeniul Chemistry, Analytical

Chemistry, Inorganic & Nuclear

Analiza conexiunilor cu alte domenii (**Fig. III.55**) arata ca lucrarile domeniului Chemistry, Inorganic & Nuclear au puternice legaturi cu domeniul stiintei si tehnologiei nucleare dar si cu domeniile chimiei organice si analitice. Se observa ca 10% dintre aceste lucrari sunt legate de radiologie si medicina nucleara.

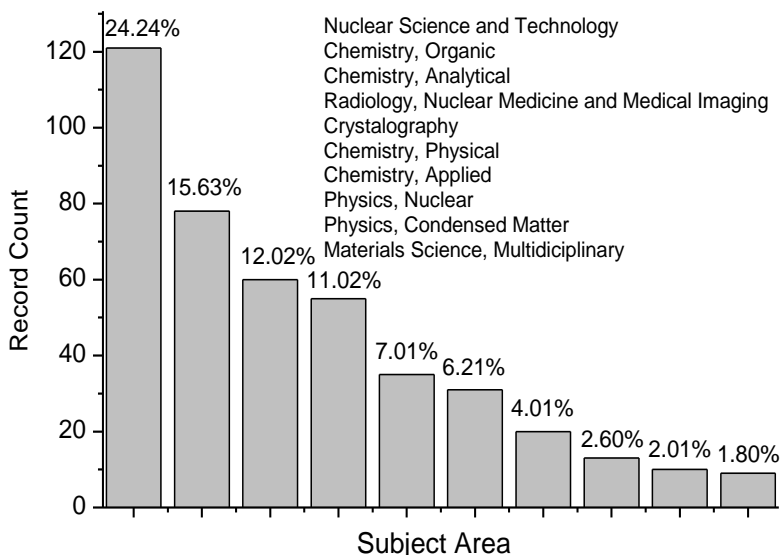


Fig. III.55 Conexiuni cu alte domenii ale articolelor din domeniul Chemistry, Inorganic & Nuclear

In ceea ce priveste contributia institutionala (**Fig. III.56**), UBB este pe primul loc cu cca o treime din publicatii urmata de UB cu aproape un sfert dintre acestea. Contributii de cca 10% in domeniu au IFIN-HH si UAIC, restul jucatorilor fiind minori.

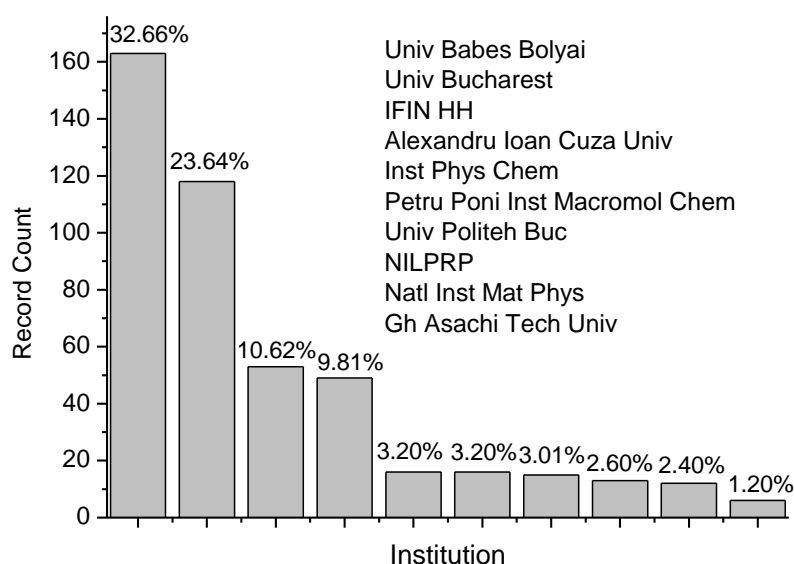


Fig. III.56 Principalele institutii cu contributiile la articolele domeniului Chemistry, Inorganic & Nuclear

POLYMER SCIENCE

In domeniul *Polymer Science* apar unele conexiuni relativ slabe cu domenii principale ale fizicii (**Fig. III.57**). Mentionam printre ele Physics, Condensed Matter si Physics Applied. In fapt, domeniul apartine mai mult disciplinelor Materials Science si Chemistry, fapt dovedit si de contributia institutionala (**Fig. III.58**). Inst. Petru Poni Iasi contribuie cu mai mult de jumatate din articole, restul fiind mai ales contributia a doua universitati tehnice (UTGA si UPB) si a UAIC.

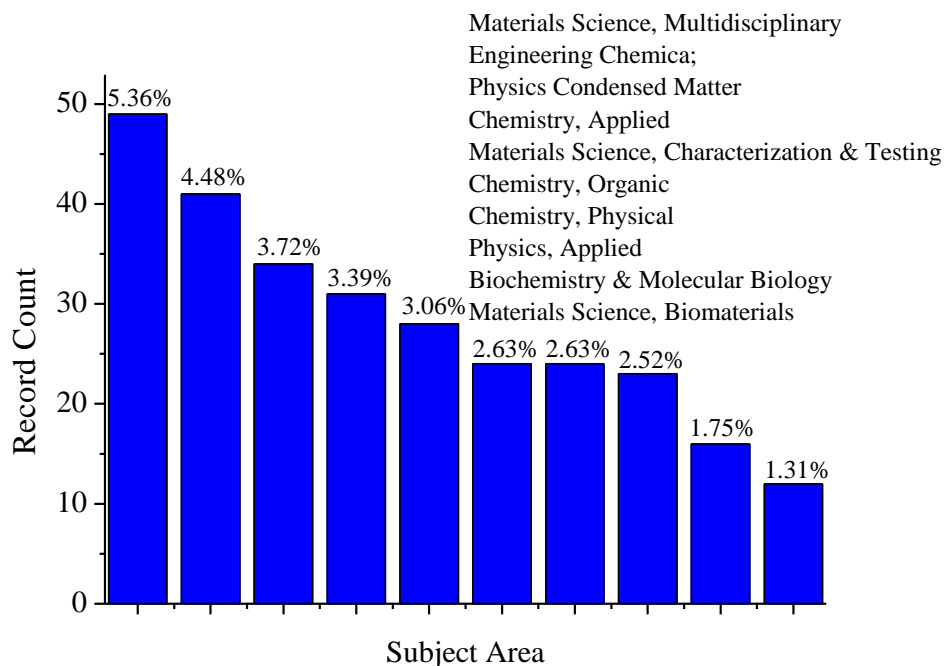


Fig. III.57 Conexiuni cu alte domenii ale articolelor publicate in domeniul Polymer Science

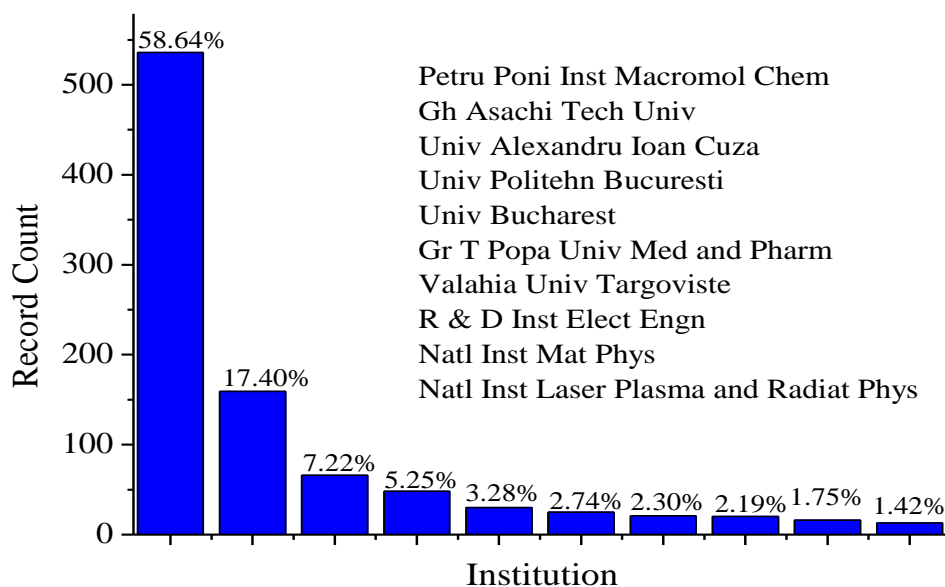


Fig. III.58 Principalele contributii institutionale la articolele domeniului Polymer Science

MATERIALS SCIENCE

In domeniul Materials Science doua institute de Fizica (NIMP si NILPRP) si cele mai mari patru universitati se plaseaza pe primele locuri ca contributie (Fig. III.59).

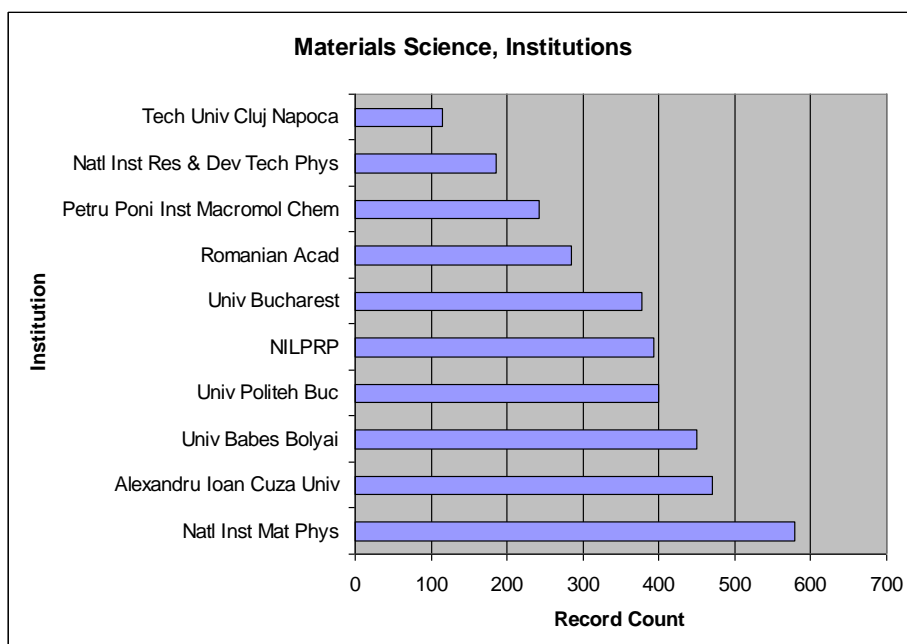


Fig. III.59 Principalele institutii care au contribuit la articolele ISI ale domeniului Materials Science

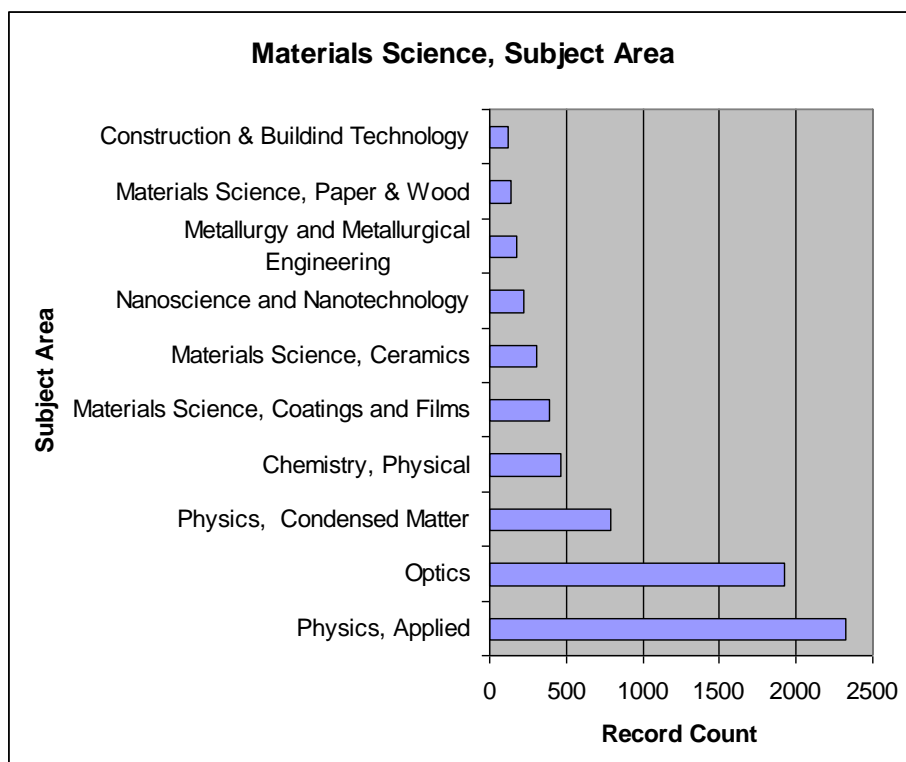


Fig. III.60 Corelatii cu alte domenii ale articolelor publicate in aria tematica Materials Science

Cca 60% din productia stiintifica legata de Materials Science este in acelasi timp incadrabila in trei domenii de fizica (Physics, Applied; Optics si Physics, Cond. Matter). (Fig. III.60)

Exista doua domenii avand legaturi extinse cu fizica: *Mat. Science, Multidisciplinary* si *Materials Science, Coatings and Films*.

Materials Science, Multidisciplinary

Mat. Science, Multidisciplinary este un domeniu in cvasiintegralitate conectat cu fizica. Aproape jumătate din articole sunt recenzate si la Physics, Applied iar 45% la Optics. Exista legaturi cu Physics, Cond. Matter si Nanoscience. (Fig. III.61)

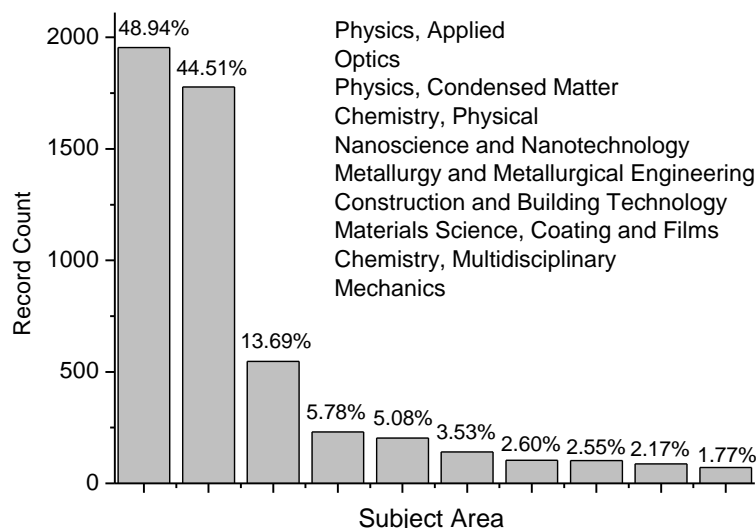


Fig. III.61 Conexiunile cu alte domenii ale articolelor din Materials Science, Multidisciplinary

Primele sase institutii care au publicat peste 200 de lucrari in perioada 2001-2009 sunt doua institute (INFM si INFLPR) si patru universitati (UPB, UBB, UAIC si UB). (Fig. III.62)

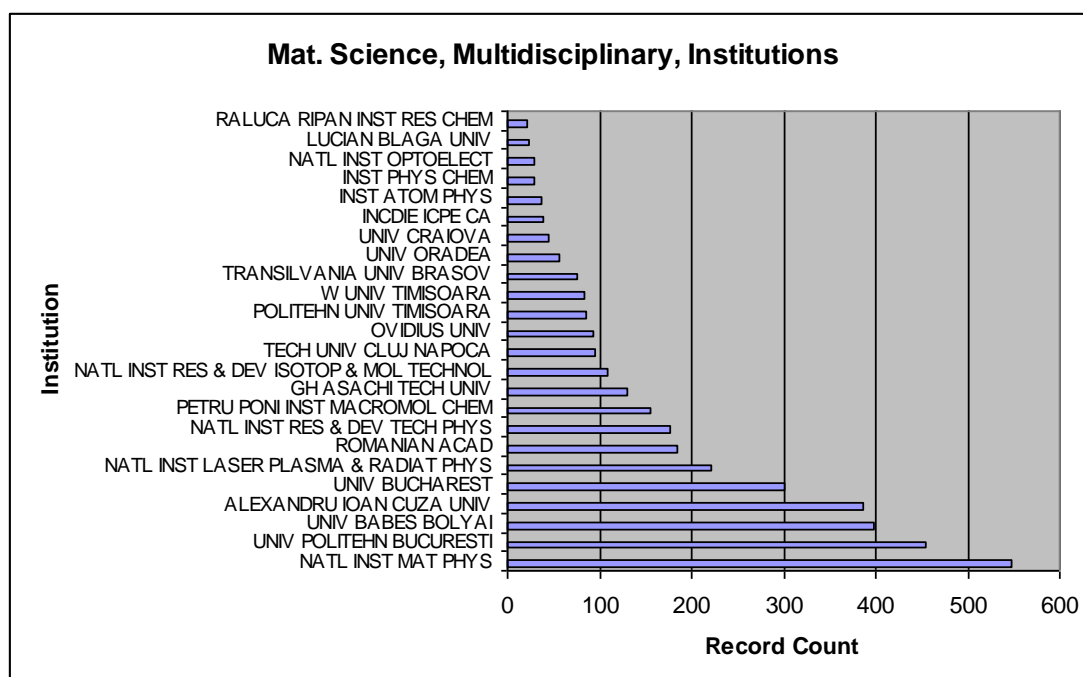


Fig. III.62 Principalele institutii care au contribuit la articolele din Materials Science, Multidisciplinary

Materials Science, Coatings & Films

Acest domeniu are conexiuni extrem de puternice cu domeniul Physics, Applied (92%) si cu Physics, Condensed Matter (78%). Aproape jumatate dintre articole au legatura si cu domeniul Chemistry, Physical iar peste un sfert cu Materials Science, Multidisciplinary. (Fig. III.63)

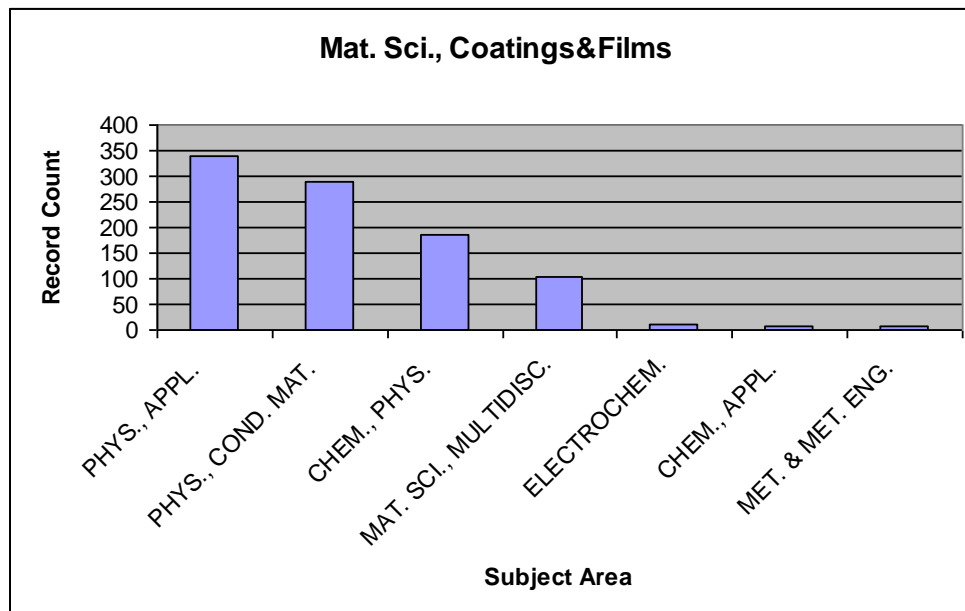


Fig. III.63 Conexiuni cu alte domenii ale articolelor din domeniul Materials Science, Coatings&Films

La acest domeniu colaboreaza un mare numar de institutii. Institutiile cu cele mai mari contributii sunt INFLPR (cca 35%) si INFM (cca 16%). Universitatea Bucuresti are o cota de aproximativ 14% iar restul jucatorilor vin cu contributii sub 10%. (Fig. III.64)

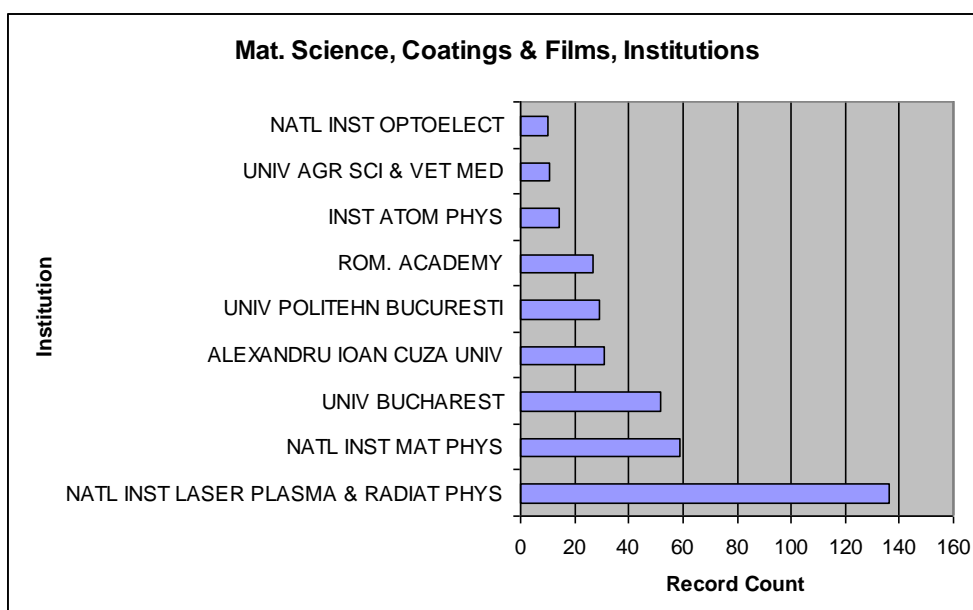


Fig. III.64 Principalele institutii care au contribuit la publicatiile din domeniul Materials Science, Coatings & Films

Materials Science, Ceramics

In perioada 2001-2010, in domeniul Materials Science, Ceramics au fost publicate 296 de lucrari. Lucrarile publicate din acest domeniu au fost realizate in cea mai mare parte in UPB (cca 25 % din total) si in INFM (50 articole,). O participare medie cu cca 8-9% au avut UBB si UAIC . (Fig. III.65)

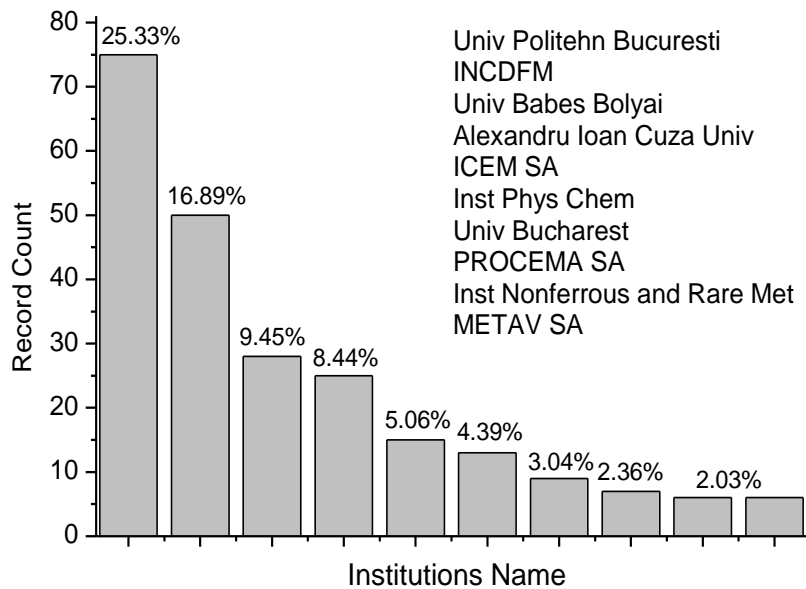


Fig. III.65 Numarul de publicatii al domeniului Materials Science, Ceramics in functie de institutiile participante

In Fig. III.66 se poate observa ca in principal trei domenii au concurat la publicatiile domeniului: Materials Science, Composites ; domeniul Materials Science, Multidisciplinary si Chemistry, Physical.

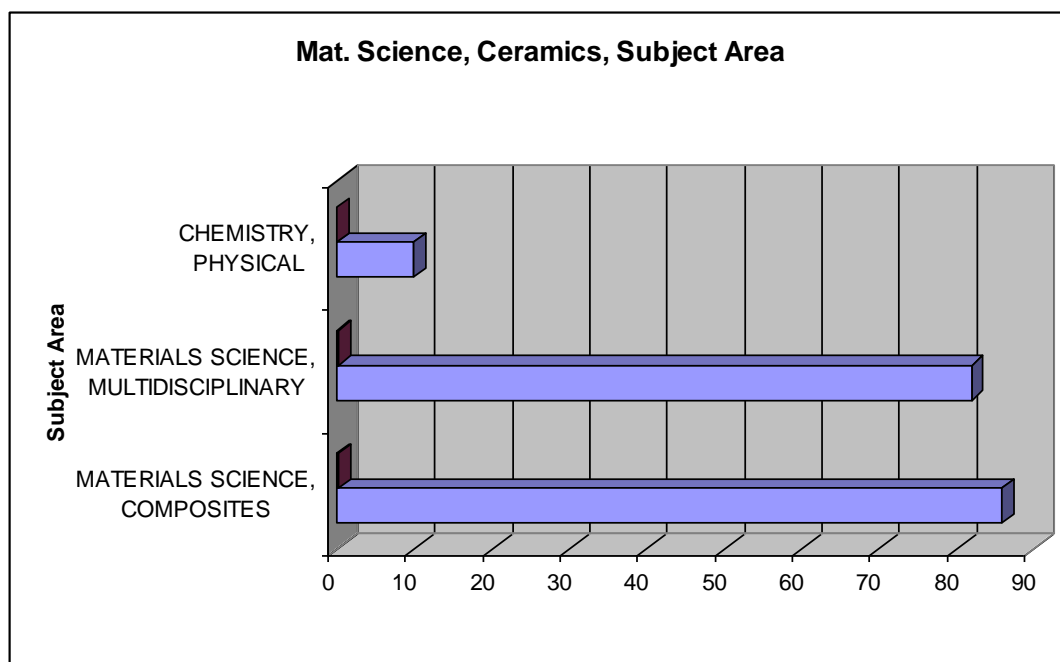


Fig. III.66 Histograma de variatie a numarului de publicatii in raport cu domeniile carora le apartin

NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY

Acest domeniu este ilustrat de un numar relativ mic de publicatii (cca 300), mai ales comparativ cu efortul mare facut pe plan european si mondial in aceasta arie de cercetare de varf dar si cu finantarea generoasa a domeniului atat pe plan national cat si european. Gradul de interdisciplinaritate poate fi demonstrat prin relatia cu alte arii tematice (**Fig. III.67**) . Un procent de cca 67% este asigurat de Materials Science, Multidisciplinary. Alte trei domenii cu ponderi peste 20% sunt Physics, Applied; Physics, Condensed Matter; Chemistry, Physical. Exista deasemenea interrelatii cu Chemistry, Multidisciplinary; Chemistry, Applied dar si cu unele ramuri ale ingineriei.

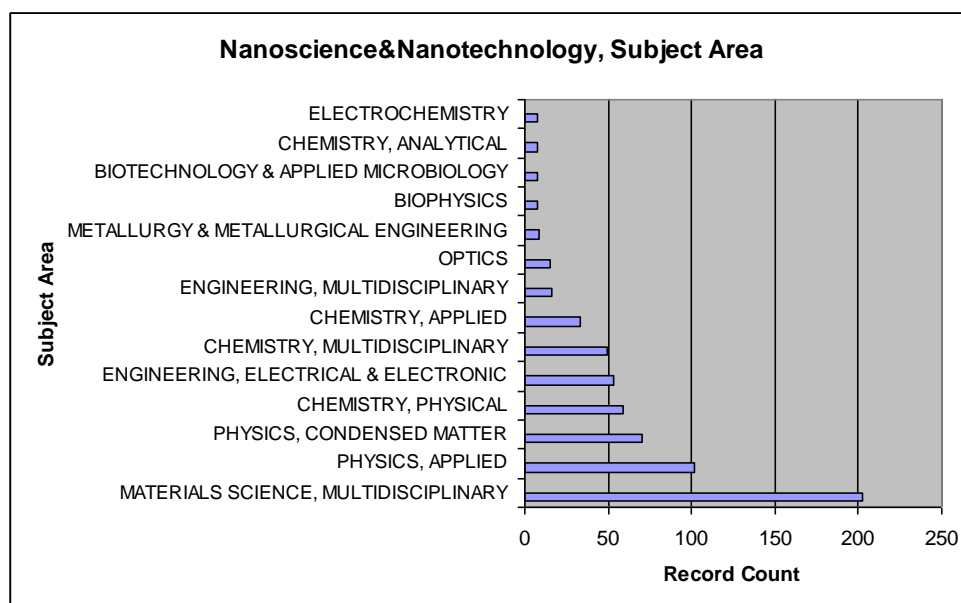


Fig. III.67 Corelatii cu alte domenii ale articolelor din domeniul Nanoscience & Nanotechnology

Principalele institutii cu ponderi peste 10% sunt Univ. Bucuresti si INFM. Urmatorii trei jucatori importanti sunt Academia Romana, UPB si UBB-Cluj-Napoca. (**Fig. III.68**)

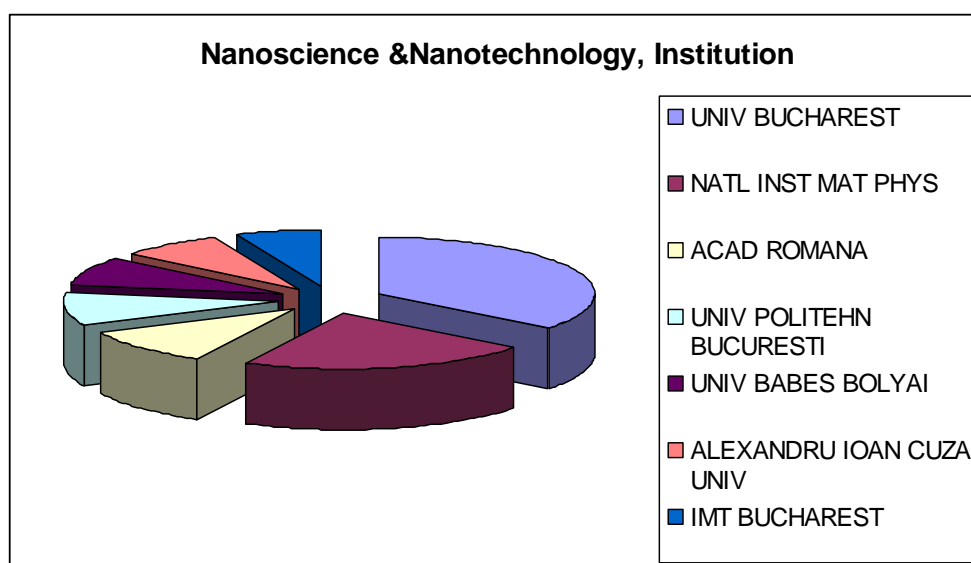


Fig. III.68 Principalele institutii care au contribuit la articolele din Nanoscience & Nanotechnology

NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY

In domeniul Nuclear Science and Technology se remarca contributia majora a IFIN-HH (**Fig. III.69**). Corelatiile cele mai importante cu alte domenii sunt legate de Instruments and instrumentation (cca 40%) dar exista puternice legaturi cu alte patru domenii de fizica: Physics, Atomic; Physics, Particles&Fields, Spectroscopy si Physics, Nuclear. (**Fig. III.70**)

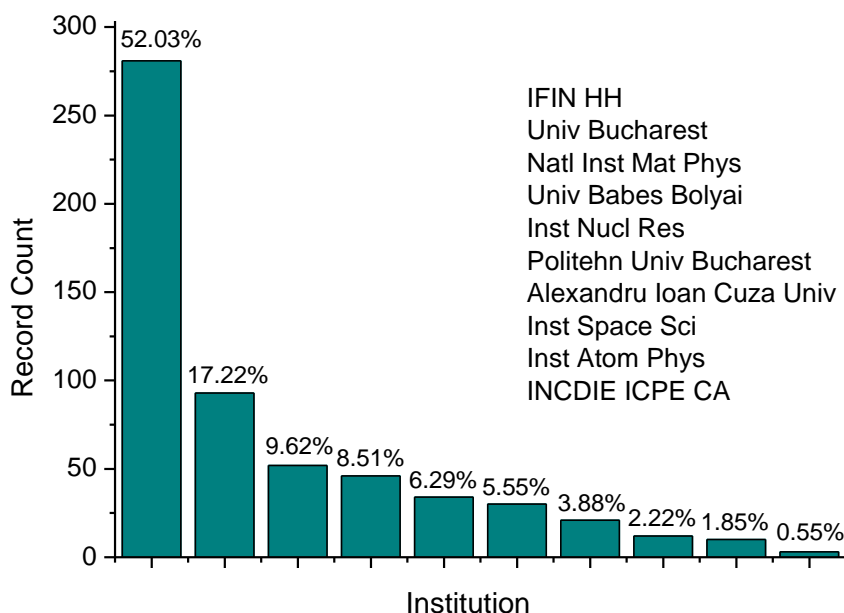


Fig. III.69 Principalele institutii contribuitoare la articolele domeniului Nuclear Science & Technology

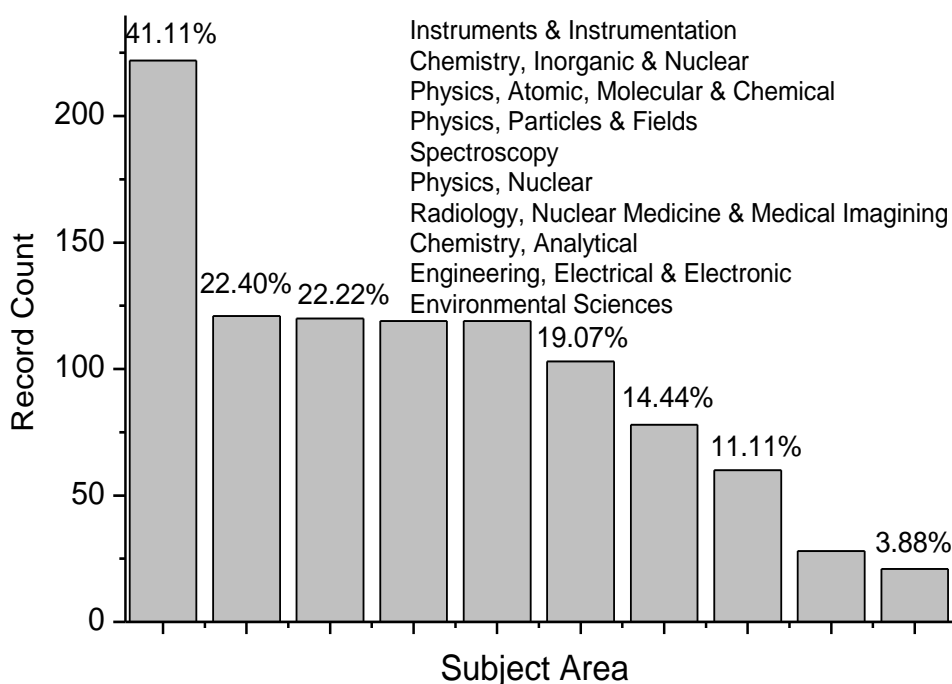


Fig. III.70 Corelatii cu alte domenii ale articolelor din domeniul Nuclear Science & Technology

ENGINEERING

Influenta fizicii se exercita asupra mai multor domenii ingineresti (chimie, mecanica, metalurgie, termotehnica) dar fizica romaneasca se distinge in special prin implicarea sa in ingineria electrica si electronica.

Engineering, Electrical and Electronic

Analiza domeniilor inrudite cu setul de articole aferent domeniului Engineering, Electrical and Electronic arata ca cca 25% dintre acestea sunt legate de Physics, Applied. Exista deasemenea conexiuni cu Instruments & Instrumentation (cca 9 %), Nanoscience & Nanotechnology (cca 5%), Physics, Cond. Matter si Optics (fiecare cu cca 5%) (**Fig. III.71**)

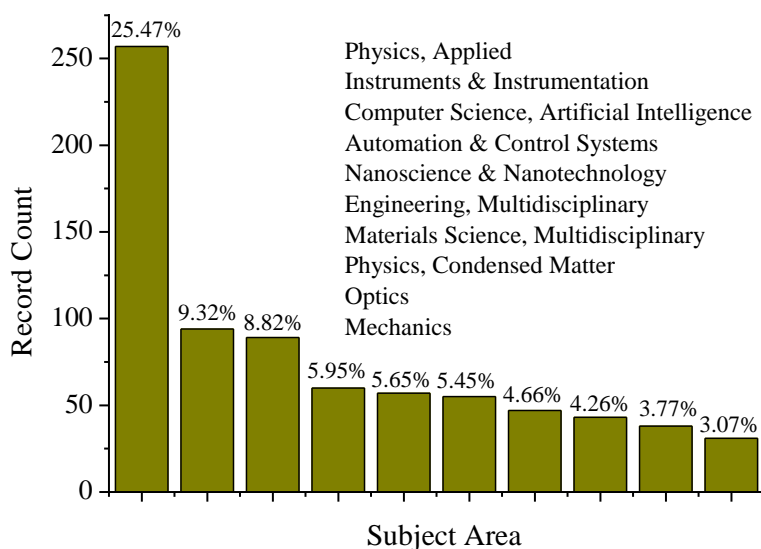


Fig. III.71 Corelatii cu alte domenii ale articolelor din domeniul Engineering, Electrical & Electronic

Principalul actor al domeniului este UPB (cca 34 %) urmata de trei universitati tehnice (Cluj, Timisoara si Iasi) si Universitatea din Bucuresti, fiecare cu procente intre 8-11 %. (**Fig. III.72**)

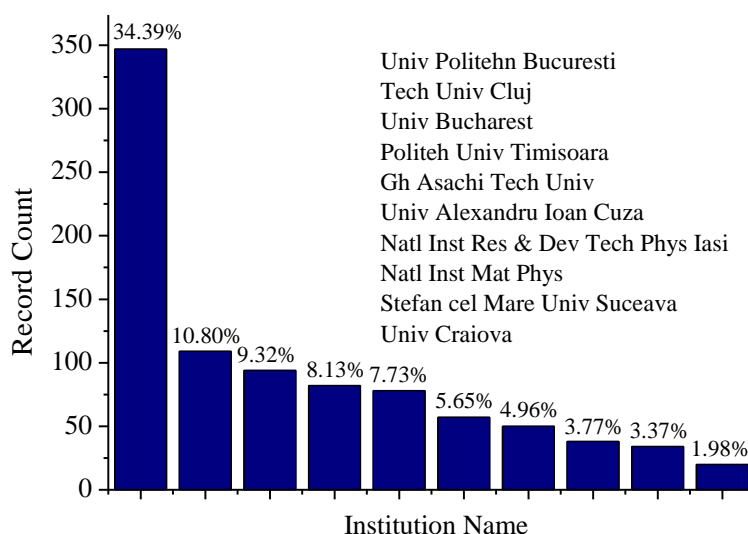


Fig. III.72 Principalele institutii contribuatoare la articolele domeniului Engineering, Electrical & Electronic

Engineering, Chemical

Acest domeniu are un mare numar de articole, practic peste jumatate, incadrabile si in domeniul Chemistry, Multidisciplinary, deci este un fel de imagine in oglinda a acelui domeniu. Legatura cu fizica este slaba si indirecta, probabil prin Chemistry, Multidisciplinary si Physical. (Fig. III.73)

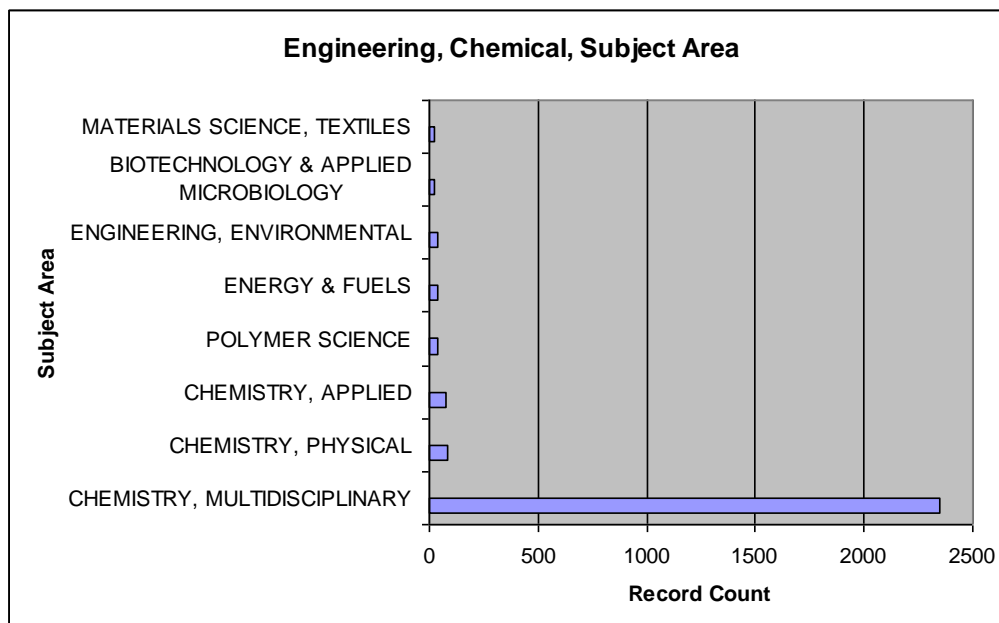


Fig. III.73 Corelatii intre articolele domeniului Engineering, Chemical si alte domenii

Pe primele trei locuri se plaseaza UPB (peste 500 de articole), UB (aproape 400 de articole) si Academia Romana (cu cca 250). In ultimul caz este vorba de aceleasi doua institute ale Academiei (Petru Poni si Inst. Chim. Fiz.) (Fig. III.74)

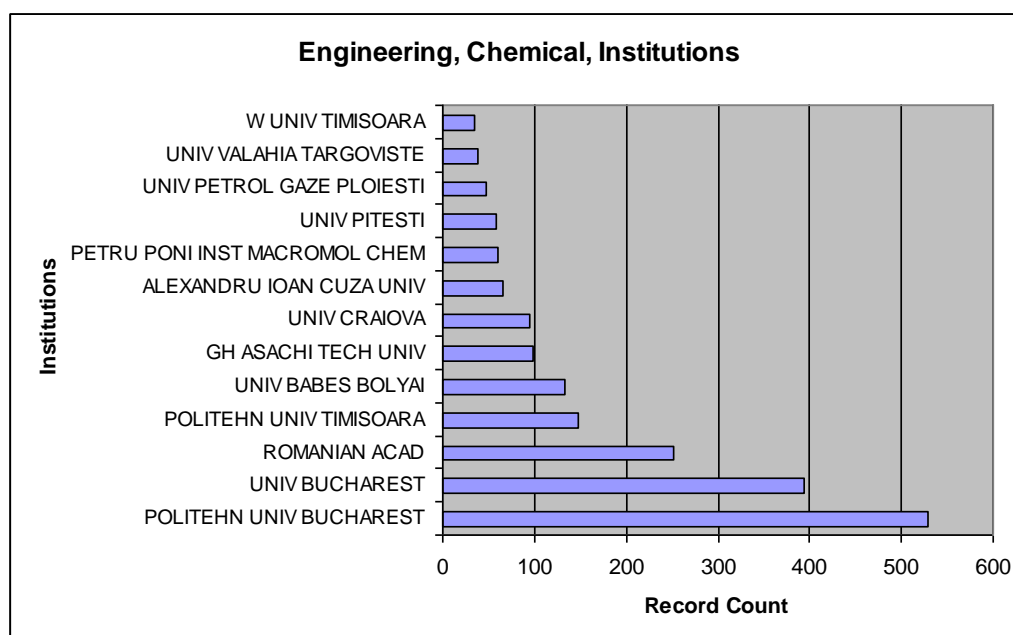


Fig. III.74 Principalele institutii care au contribuit la domeniul Engineering, Chemical

III.8 Discuție asupra rezultatelor privind anumite domenii și arii tematice

Printre cele 9 domenii principale exista doua cu un caracter neomogen: *Physics, Applied* si *Physics, Multidisciplinary*.

Domeniul *Physics, Applied* este cel mai productiv dintre cele 9 domenii. Rata anuala din 2007 si 2008 s-a dublat fata de 2005, fapt care se poate pune in legatura cu cresterea finantarii pe baza de proiecte.

Aproape jumătate dintre ele sunt publicate in JOAM, o revista ISI editata in Romania si avand un factor de impact relativ mic si in descrestere in ultimii ani. Pe de alta parte, peste 150 de publicatii au aparut in reviste foarte bune (Appl. Surf. Science, J. Appl. Phys.) iar in alte patru reviste cu factor de impact ridicat (Modern Phys. Lett, B, Appl. Phys. Lett, Int. J. Mod. Phys B) au aparut in fiecare caz cca 100 de lucrari.

Performanta de citare este slaba iar un procent foarte mare (cca 40%) dintre lucrarile publicate nu au fost citate.

In proportie de peste 50%, aceste lucrari de fizica aplicata apartin concomitent domeniilor de Materials Science, Multidisciplinary si Optics. Exista relatii importante deasemenea cu Physics, Condensed Matter si Materials Science, Coatings & Films. Aree secundare cu care exista relatii interdisciplinare sunt Nanoscience & Nanotechnology dar si unele ramuri de inginerie (chimica, metalurgica, mecanica).

In concluzie, acest domeniu este un domeniu reprezentativ pentru fizica romaneasca, cu rezultate importante, avand un bun indice Hirsch (valoare 30) dar continuand in acelasi timp si articole aparute in reviste ISI de factor de impact redus, ceea ce conduce la cel mai mare procent de articole necitate.

Fizica aplicata este un domeniu special legat de o utilizare tehnologica sau practica particulara. Fizica aplicata difera de inginerie in sensul ca se refera la o cercetare de fizica avand ca scop dezvoltarea de noi tehnologii sau rezolvarea unei probleme ingineresti. Cu alte cuvinte, fizica aplicata se afla la baza conceptelor stiintelor fizice dar este limitata de utilizarea acestor principii stiintifice in dispozitive si sisteme practice.

Situatia domeniului *Physics, Multidisciplinary* este relativ similara desi numarul de articole este mai mic. Proportia de lucrari necitate creste la 50%. In ciuda acestei situatii numarul de citari pe document creste sensibil fata de *Physics, Applied* iar indicele Hirsch are cea mai mare valoare (44) dintre domeniile de fizica.

Analiza publicatiilor arata in acest caz ca o treime dintre lucrari au aparut in reviste editate in Romania, fara factor de impact (Rom. J. Phys, Rom. Rep. Phys., UPB Scientific Bulletin). Totusi, peste un sfert dintre lucrarile din acelasi domeniu au aparut in reviste excelente cu factori de impact intre 2 si 7 (Chaos Solitons & Fractals, Phys. Lett A, Phys. Lett. B, Phys. Rev. Lett. – Fig. III.7b).

Principalele conexiuni apar intre lucrarile domeniului si arii tematice cum ar fi *Physics, Mathematical, Mathematics, Interdisciplinary Applications* si *Mathematics, Applied*.

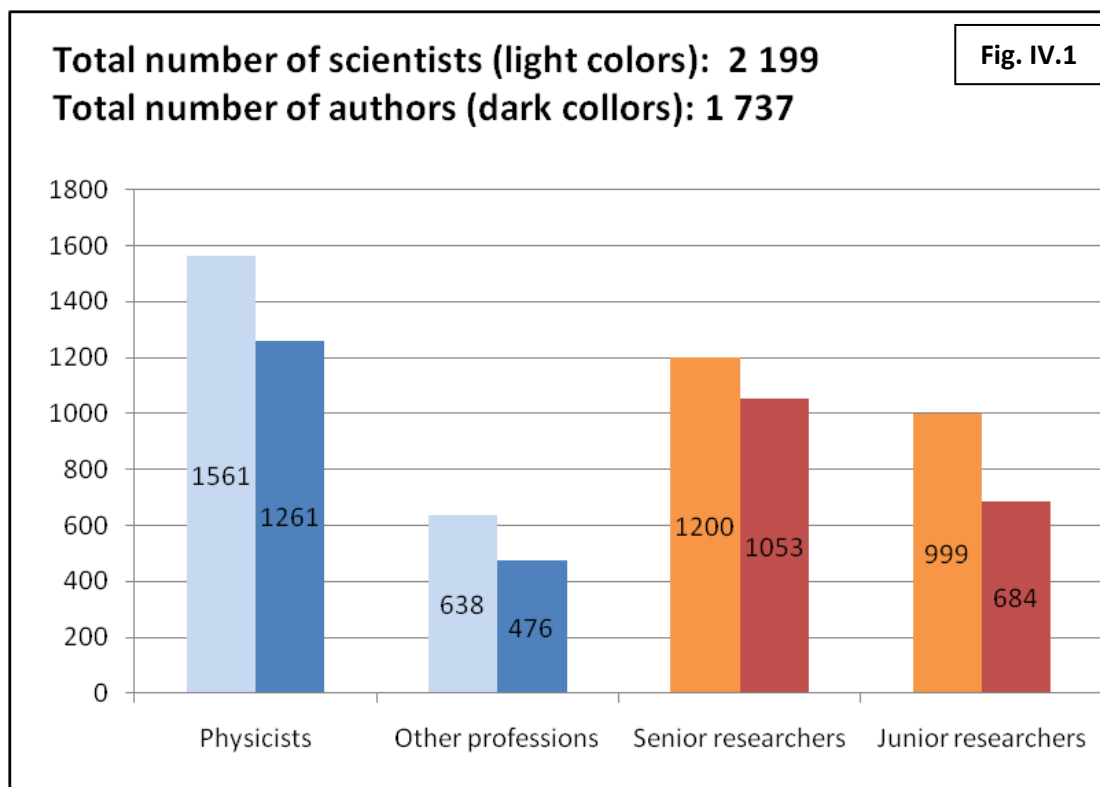
O situatie speciala o are domeniul Nanoscience & Nanotechnology. Acest domeniu este ilustrat de un numar relativ mic de publicatii (cca 300) dar exista explicatii legat de acest lucru. Domeniul a fost introdus abia in 1995 de SCIE cu 26 de reviste, ulterior peste cativa ani fiindu-i atribuit 36 de reviste. Unele reviste in care au aparut publicatiile din Romania au factori de impact ridicati (de ex. Journal of Nanoscience and Nanotechnology, Microporous and Mesoporous Materials, J. Phys. Chem C, Nanotechnology, Physica E). Pe de alta parte, exista un mare numar de articole legate de Nanoscience si Nanotechnology care apar in domeniul Physics, Applied, domeniu care este ilustrat de un set de 113 reviste, multe dintre ele cu un factor mare de impact, printre care mentionam:Advanced Materials, Applied Physics Letters,Nature Materials, Journal of Applied Physics. Lista insa contine multe reviste care contin chiar in titlu sintagma nano dar care nu sunt incluse la domeniul Nanoscience and Nanotechnology (de ex. Journal of Nano Research, Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics, Nano, Nano Research, Nanoscale, Nanoscale Research Letters, Journal of Laser Micro Nanoengineering).

IV. DIRECȚII DE CERCETARE ÎN FIZICA DIN ROMÂNIA: RESURSE UMANE, PROIECTE, INFRASTRUCTURĂ ȘI IMPACT

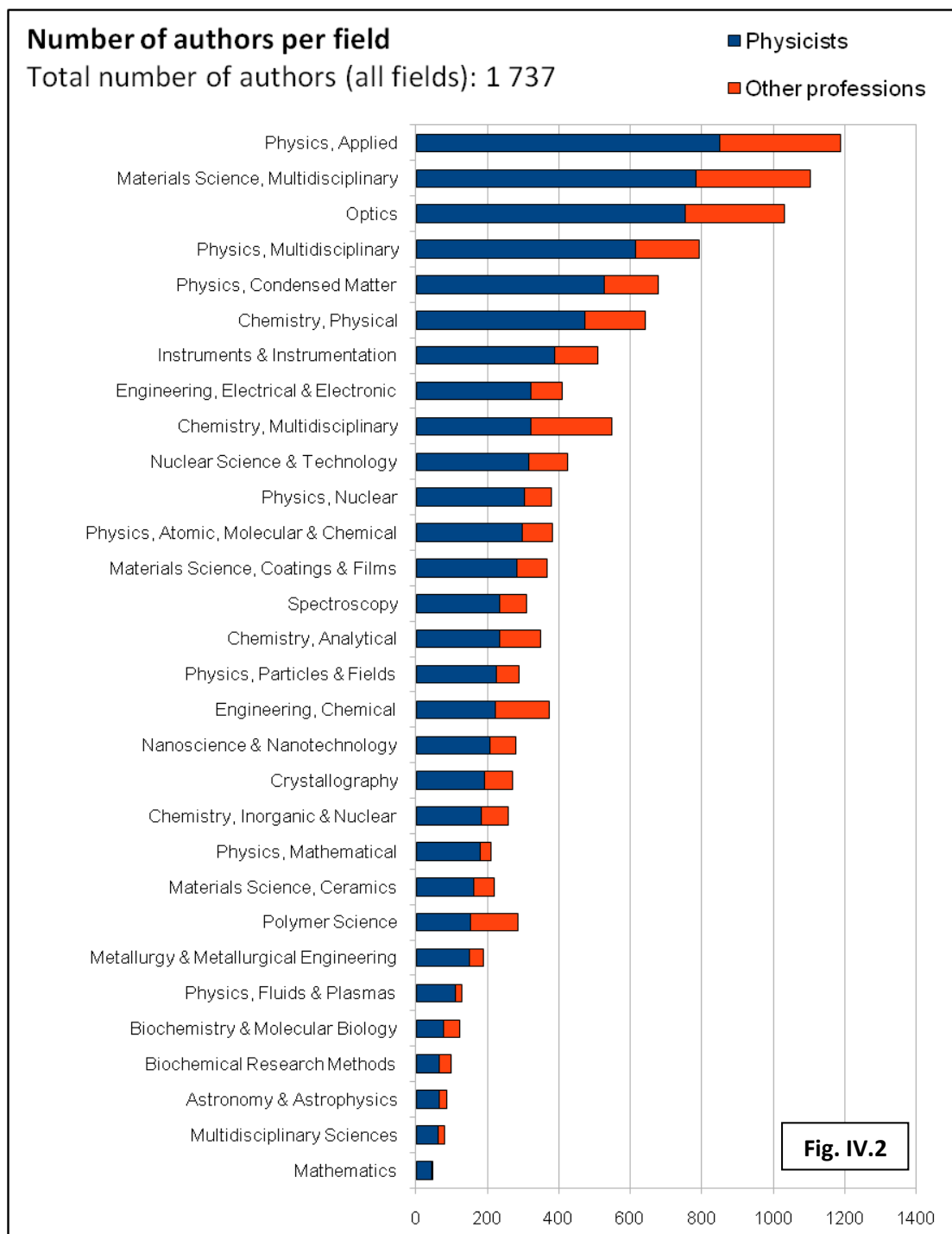
IV.1 Resurse umane și educaționale

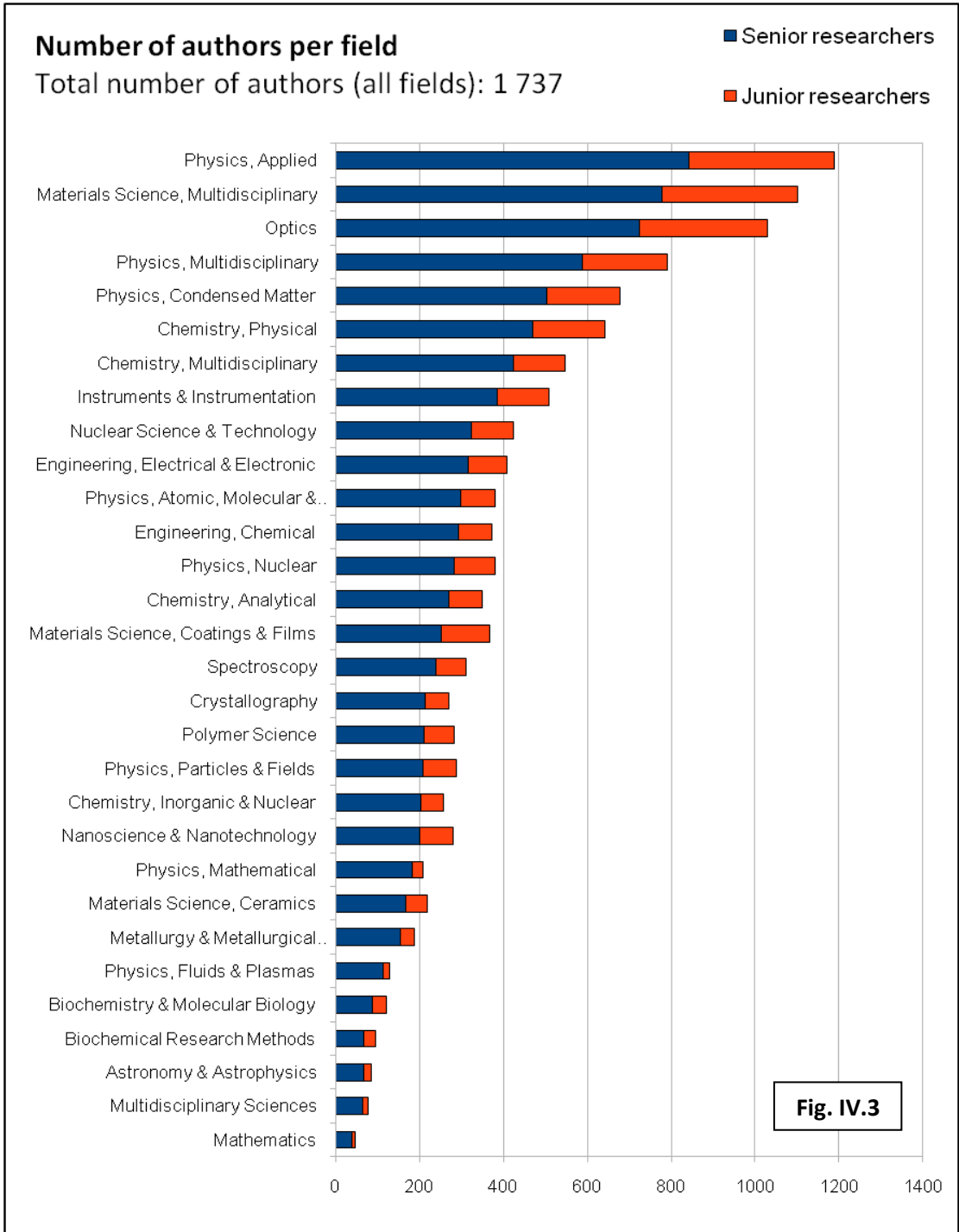
IV.1.1 Resurse umane implicate în cercetarea de fizică

Din cele 29 de institutii invitate sa participe la proiectul ESFRO (16 institutii partenere si 13 ne-partenere), numai 26 au raspuns chestionarului privind resursa umana (cele 16 institutii partenere si 10 ne-partenere; nu au raspuns SCN Pitesti, ICPE-CA Bucuresti si Univ. Pitesti). Numarul total de persoane indicate de cele 26 de institutii participante este de 2 199, din care 1 561 de fizicieni si 638 de alte profesii; din acelasi numar total de 2 199 de specialisti, 1 200 sunt "seniori" (CS1, CS2, CS3; P, C) iar 999 sunt "juniori" (CS, AC; L, A). In urma colectarii publicatiilor pentru cei 2 199 de specialisti, au fost gasiti/inregistrati numai 1 737 de autori, din care 1 271 de fizicieni si 476 de alte profesii; din acelasi numat total de 1 737 de autori, 1 053 sunt "seniori" iar 684 "juniori". Diferenta de 462 de specialisti indicati de institutiile participante care apar fara publicatii (in urma aplicarii celor 3 filtre la datele din WoS: institutii, nume, corelatie institutii+nume) urmeaza sa fie analizata pentru identificarea cauzelor; din verificarile efectuate pana in prezent, cauzele sunt in principal de natura tehnica (inregistrari gresite/incomplete). Rezolvarea acestei probleme va conduce la cresterea numarului de publicatii inregistrate si deci la o mai buna concordanta cu datele obtinute direct din WoS in ce priveste numarul de publicatii ISI (si implicit numarul de citari aferent). Situatiia globala a resurselor umane descrisa mai sus este prezentata in **Fig. IV. 1**: primele 4 coloane se refera la toti specialistii (albastru deschis)/autorii (albastru inchis) dupa profesii (fiziciezi/alte profesii), ultimile 4 coloane referindu-se la toti specialistii (maro deschis)/autorii (maro inchis) dupa gradul stiintific (cercetatori seniori/juniori).

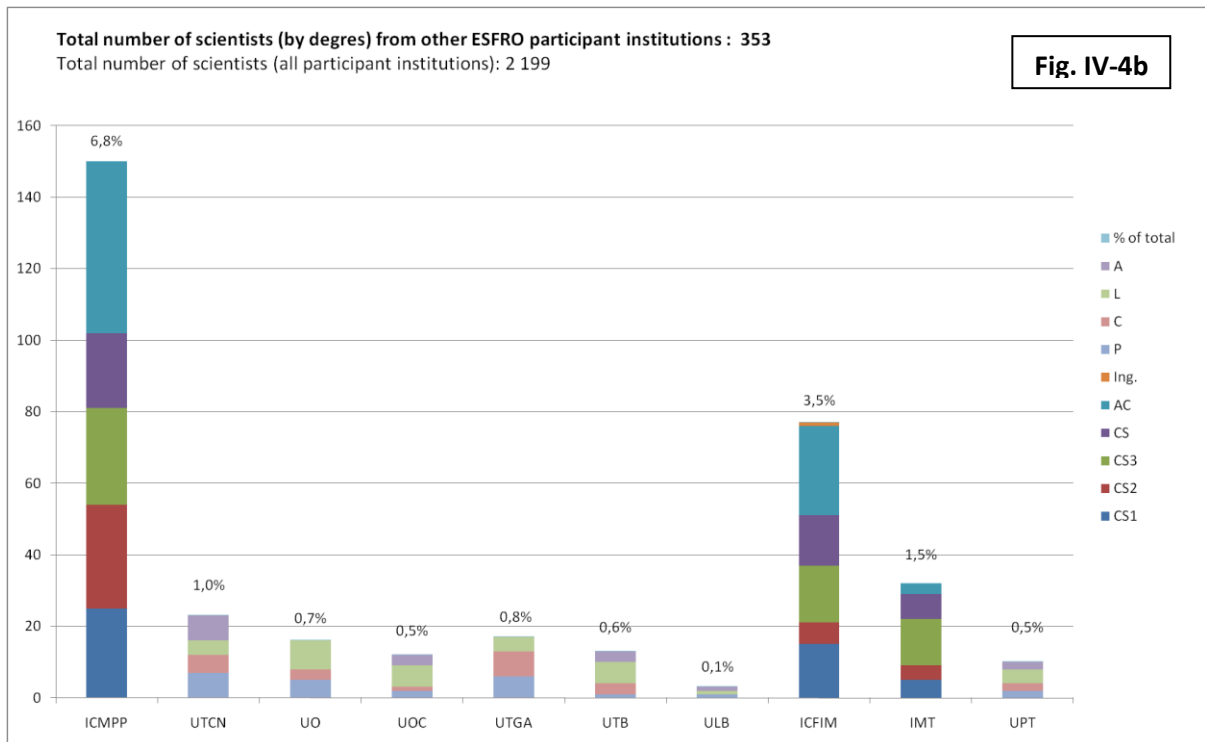
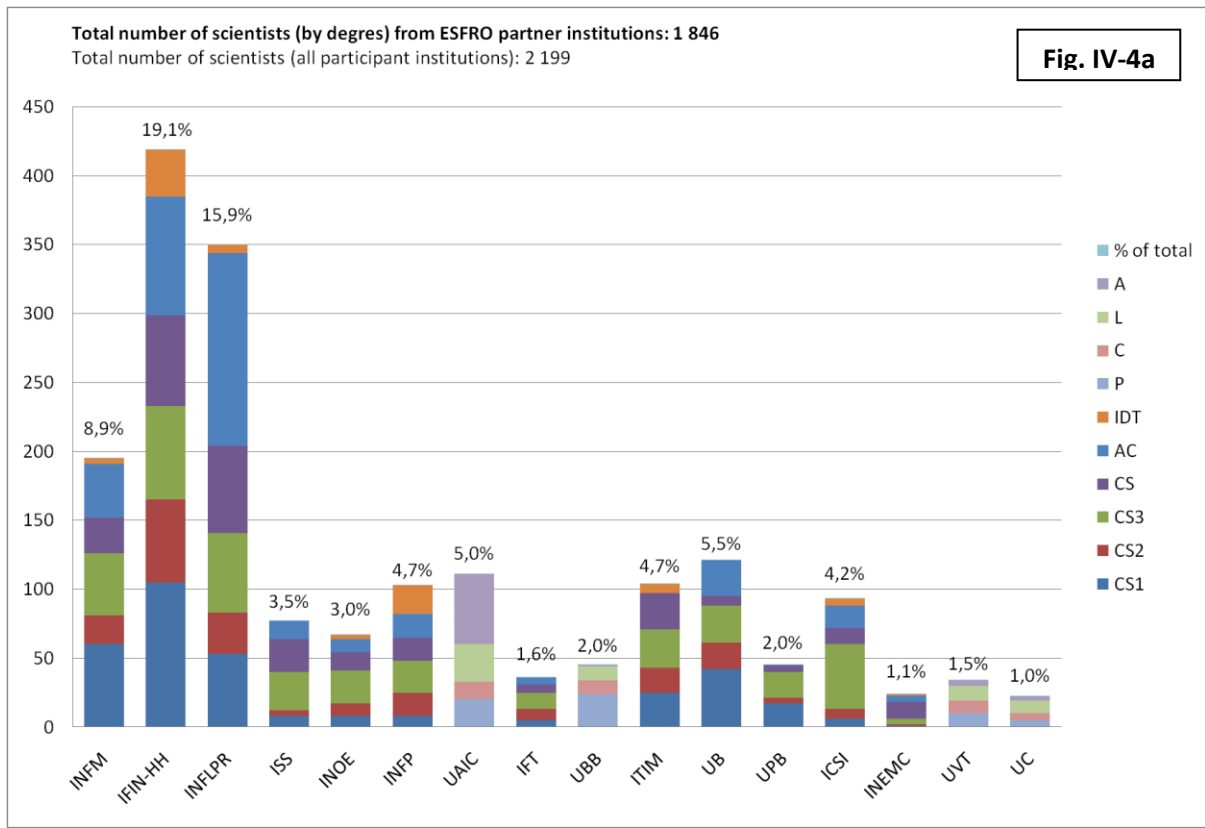


In **Fig. IV.2** se prezinta distributia dupa profesii (fizician vs. alte profesii) in principalele (30) de arii tematice din fizica si domenii conexe (Tabelul 3 din Cap. II) ale personalului indicat de institutiile participante; in **Fig. IV.3** se prezinta distributia dupa grade stiintifice (senior vs. junior) in aceleasi 30 de arii tematice.

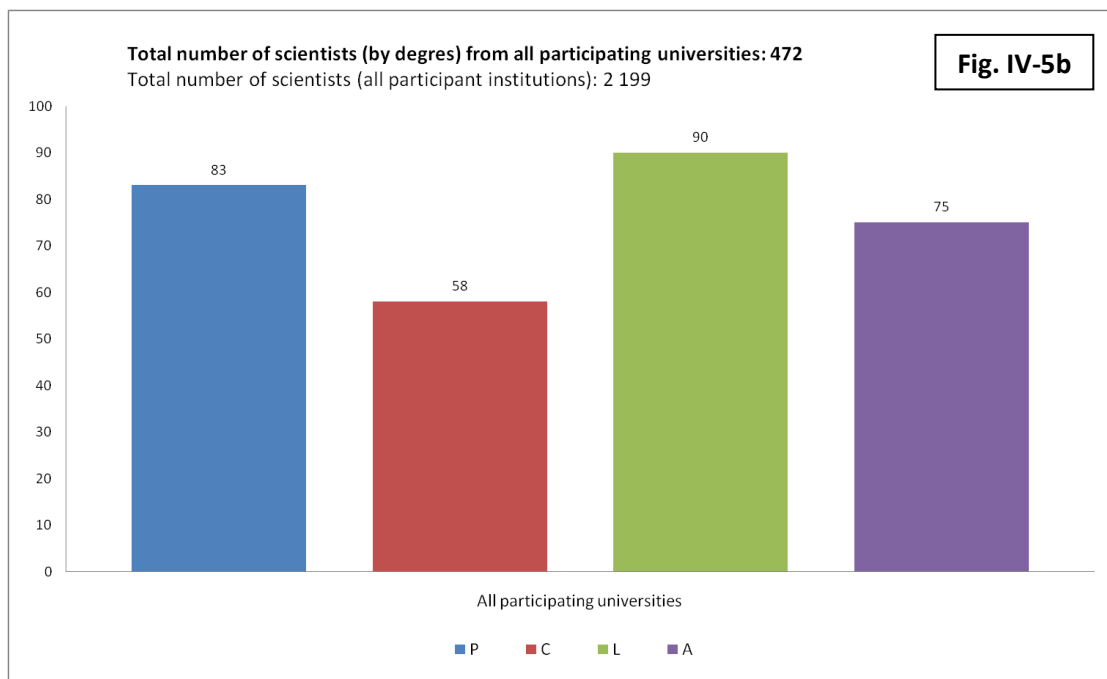
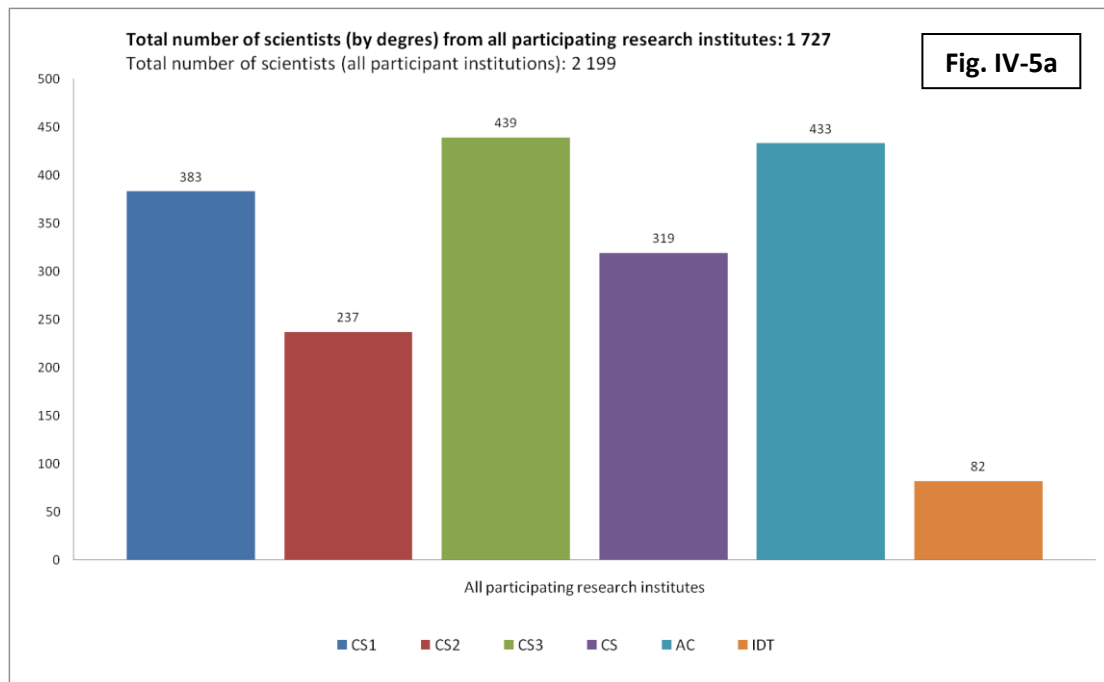




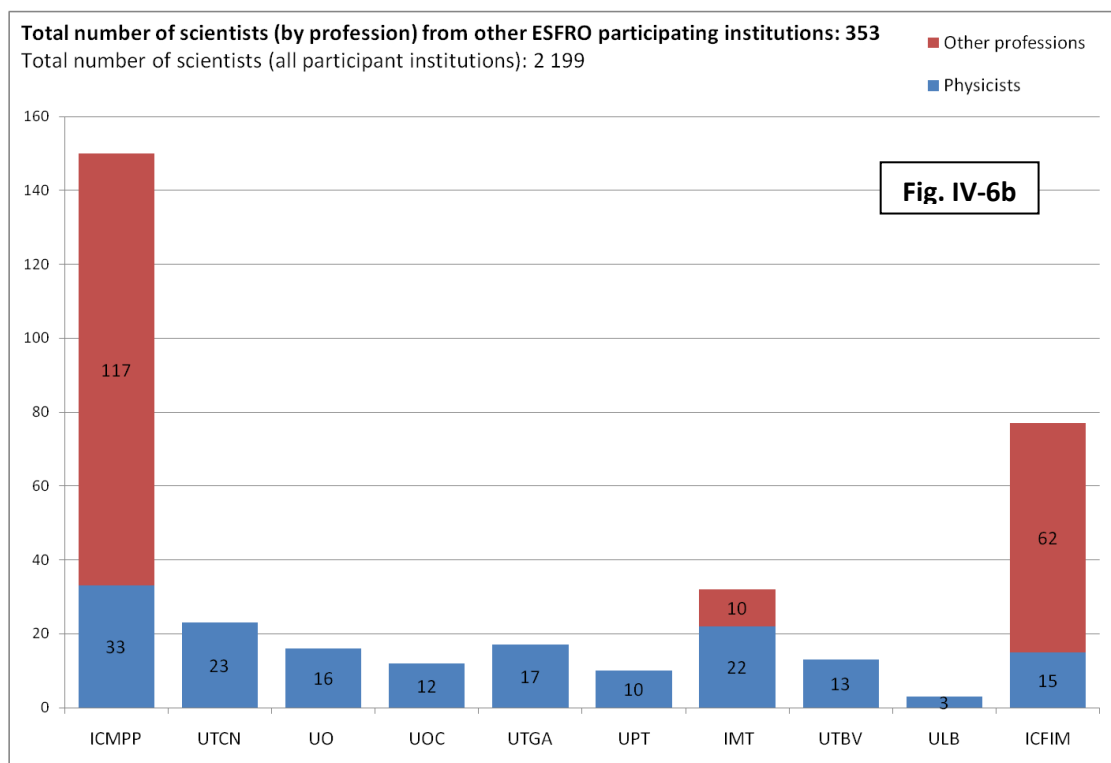
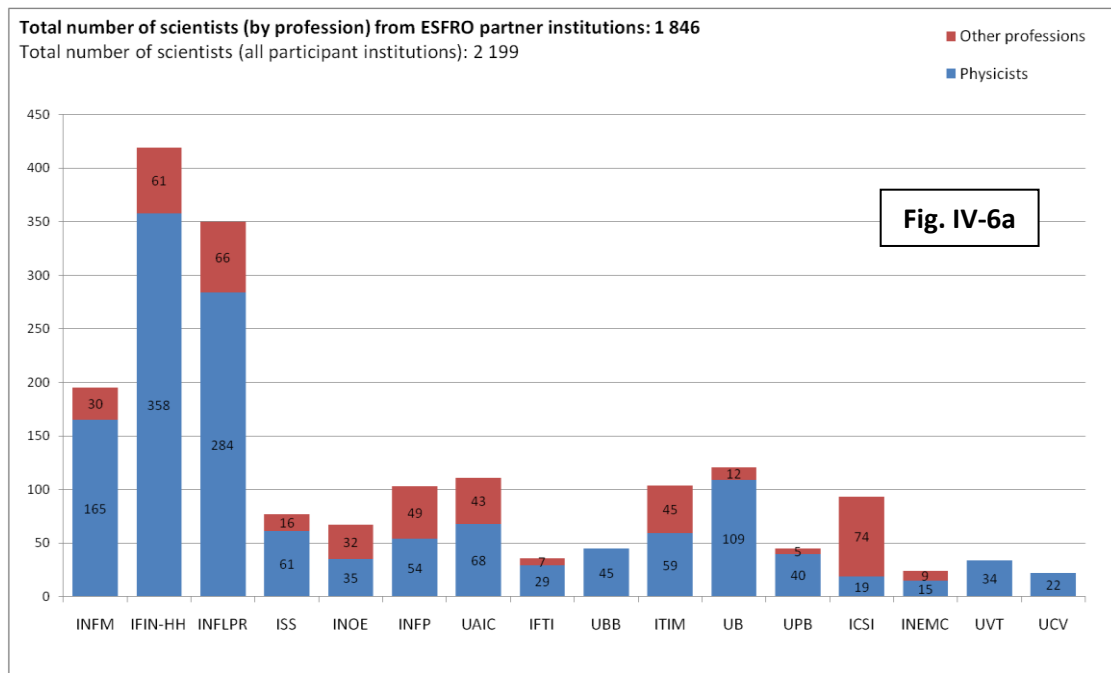
In Fig. IV-4 se prezinta distributia dupa institutii si grade stiintifice/didactice ale personalului din institutiile participante in proiectul ESFRO.



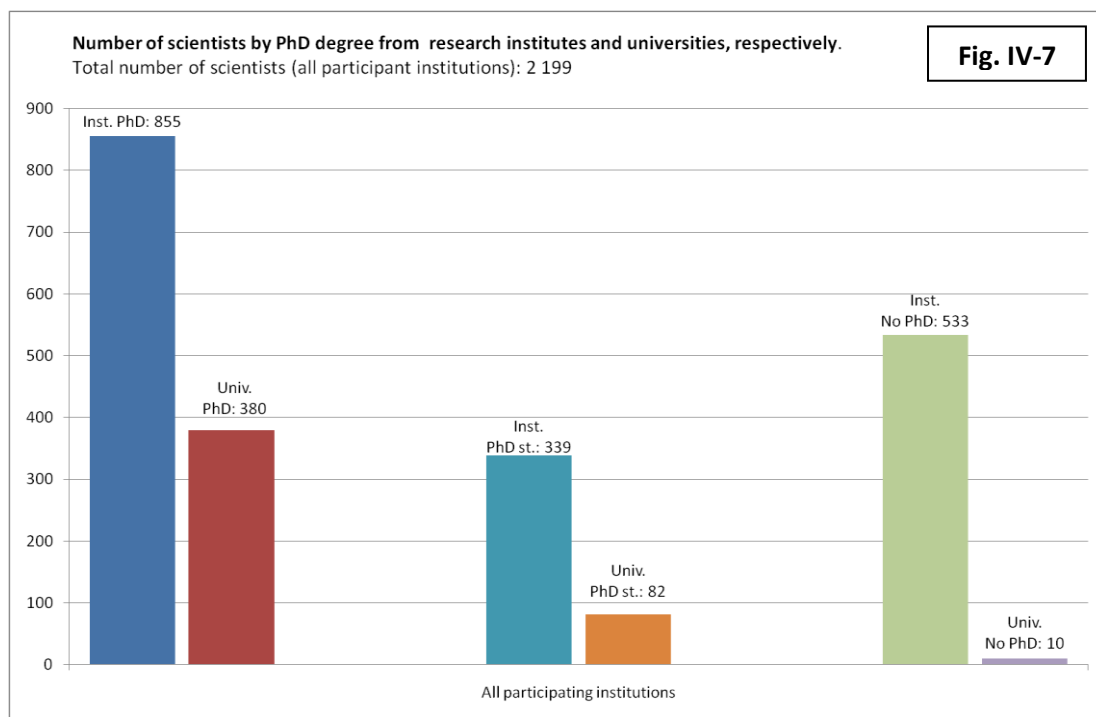
In **Fig. IV-5** se prezinta distributia dupa grade stiintifice/didactice ale personalului din institutiile participante in proiectul ESFRO (institute de cercetare si respectiv universitati).



In Fig. IV-6 se prezinta distributia dupa profesii (fizician, alte profesii) ale personalului din institutiile participante in proiectul ESFRO defalcata pe institutiile partenere si respectiv ne-partenere.



IV.1.2 Resurse educaționale



Doctoratul si cadrul legislativ actual

In prezent, datorita modificarilor cadrului legislativ in care se desfasoara doctoratul exista o suprapunere intre doua sisteme distincte: unul in lichidare si un al doilea in care conceptia despre doctorat este modificata.

Baza legala referitoare la studiile doctorale – vezi [3], se bazeaza pe urmatoarele acte normative: Legea învățământului nr. 84/1995, republicată, modificată și completată; Legea nr. 288 din 24 iunie 2004 - privind organizarea studiilor universitare, cu modificările ulterioare; H.G. nr. 567/2005, privind organizarea și desfășurarea studiilor universitare de doctorat, H.G. nr. 1169/2005 pentru modificarea H.G. nr. 567/2005; H.G. nr. 1717/2008 pentru abrogarea art. 23 alin. 2 din H.G. nr. 567/2005; O.M.E.C. nr. 4491/ 2005 privind organizarea și desfășurarea studiilor universitare de doctorat, începând cu anul 2005/2006.

Prin Legea nr. 288 din 24 iunie 2004 – se reglementează organizarea studiilor universitare pe trei cicluri si anume:

- ciclul I - studii universitare de licență,
- ciclul II – studii universitare de masterat și
- ciclul III - studii universitare de doctorat.

Oganizarea studiilor doctorale

In prezent exista doua forme de doctorat datorita modificarilor legislative din domeniu, in sensul ca, pe lângă categoria care cuprinde doctoranzii ultimilor ani, de dupa 2005 există încă o categorie de doctoranzi, care a intrat în lichidare, care urmează sa finalizeze lucrarea conform unui stagiu

doctoral întins pe o perioada de pana la 7 ani, inmatriculati inainte de aparitia noului cadru legislativ. Tot în lichidare, se află și doctoratul organizat dupa reglementările anterioare anului 1995. Într-un sistem paralel, doctoranzii înmatriculați în institutele de cercetare ale Academiei urmează traiectoriile clasice ale doctoratului, chiar și pentru înmatriculările de după anul 2005, dar aceasta forma nu cuprinde inca doctoratul in fizica.

În cadrul universitaților , studiile doctorale universitare au statut special fata de celelalte cicluri universitare (master și licență) deoarece sunt organizate separat în scoli doctorale cu organizare distincta.

Durata medie a studiilor de la admitere la obținerea titlului de Doctor in acord cu legea este de 3 ani, care se poate prelungi, în cazuri speciale, cu 1 sau 2 ani. Prelungirea duratei de studii doctorale presupune regim de taxa. Susținerea tezei de doctorat se poate face în termen de maximum 3 ani de la terminarea studiilor universitare de doctorat.

Doctoratul poate fi desfasurat atat în co-tutela naționala cât și internaționala, dar reglementarile legale nu sunt foarte clare.

Evolutia doctoratului in fizica dupa infiintarea scolilor doctorale

Dupa 1989 si mai ales dupa aderarea Romaniei la UE s-a inregistrat o crestere accentuata a mobilitatii cetatenilor, inclusiv in scopuri de educatie sau studii avansate.

In accord cu legea 316/2006 se stipulează printre altele, drepturile cetățenilor din Uniunea Europeană la acces egal la toate formele și nivelurile de învățământ.

Exista de asemenea programe de cooperare bi si multilaterale, cat si sisteme de acordare a burselor.

In aceste conditii exista o internationalizare a studiilor, la toate nivelele, inclusiv cele doctorale.

Aceasta sectiune a fazei proiectului, referitoare la dinamica resurselor umane de inalta calificare prin obtinerea titlului de doctor, poate da doar o imagine partiala a fenomenului prin analiza evolutiei Scolilor doctorale.

Nu putem avea o informatie completa si corecta legata de numarul de absolventi de liceu care urmeaza studii in strainatate, cati dintre acestia obtin o diploma in fizica sau domenii inrudite, cati urmeaza studii masterale si ulterior doctorale si cati revin in tara si urmeaza o cariera in fizica. In plus, multi absolventi de licenta/master din Romania urmeaza aceasta internationalizare a studiilor in special pentru ciclurile de studii avansate (masterat, respectiv doctorat).

Comisia Europeana s-a implicat activ în susținerea procesului de la Bologna prin politicile și programele sale, exista Fondul social european, exista o serie de trusturi implicate in acordarea de burse sau imprumuturi rambursabile, de asemenea legea 376/2004 permite acordarea de burse particulare studenților, burse Fulbright, DAAD, etc.

Pe de alta parte, Consiliul National al Cercetarii Stiintifice din Invatamantul Superior, prin programele de resurse umane, a intitiat in cadrul PN-II o serie de proiecte pentru stimularea revenirii in tara a doctorilor in diferite domenii, inclusiv fizica.

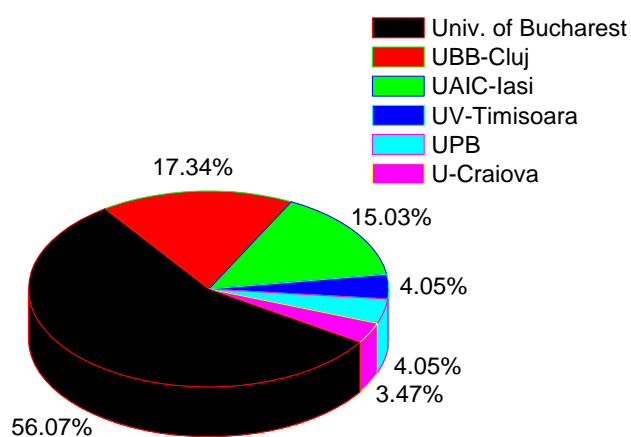
Dinamica doctoratului de fizica in Scolii doctorale

Scolile doctorale din universitati, organizate ca IOSUD, au structuri organizatorice proprii distincte de la o universitate la alta, fapt care creaza un mozaic foarte divers. De exemplu, la Scoala doctorala de fizica a Universitatii din Bucuresti gasim o organizare in 7 directii de studiu: Biofizica si fizica medicala, Fizica starii condensate, Fizica atomica si nucleara, Fizica teoretica, Optica, spectroscopie, plasma, laseri, Meteorologie si fizica mediului, Fizica educationala. Universitatea Babes-Bolyai grupeaza domeniile scolii doctorale dupa domeniile de expertiza ale conducatorilor de doctorat: Fizica, Fizica starii condensate, Fizica atomului si moleculei, Fizica materialelor, Biofizica si Fizica teoretica. Acelasi fel de abordare o regasim si la alte universitati (Timisoara sau Craiova, Universitatea Politehnica), unde domeniile conducatorilor sunt definitorii pentru definirea scolii doctorale. Universitatea Alexandru Ioan Cuza a grupat domeniile in doua consortii. Astfel, Consorțiul I cuprinde: 1. Fizica plasmei, Fizica polimerilor, Optica si Spectroscopie; 2. Biofizica, Fizica medicală, Auto-organizare iar Consorțiul II grupeaza: 1. Fizica materialelor avansate, Nanotehnologii, Fizică aplicată; 2. Modelare și simulare; 3. Fizică teoretică.

O tentativa de stabilire de directii ale scolilor doctorale ar putea fi urmatoarea:

- 1) Biofizica si fizica medicala. Auto-organizare
- 2) Fizica starii condensate
- 3) Fizica atomica, a moleculei si nucleara
- 4) Fizica teoretica. Modelare si simulare
- 5) Optica, spectroscopie, plasma, laseri
- 6) Meteorologie si fizica mediului
- 7) Fizica materialelor. Fizica polimerilor. Nanotehnologii. Fizica aplicata
- 8) Fizica educationala

In prezent in scolile doctorale de fizica sunt atestati un numar de 173 de conducători de doctorat, situație prezentată în **Fig. IV.8**.

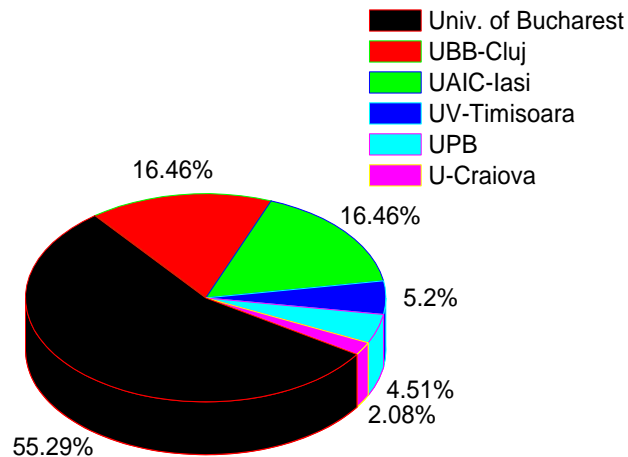


PhD Supervisors

Fig. IV.8 Distribuția conducătorilor de doctorat după școlile doctorale

Se observa ca numarul conducatorilor de doctorat din Facultatea de Fizica a Universitatii din Bucuresti este de peste 3 ori mai mare decat cel de la Scolile Universitatilor UBB din Cluj Napoca si UAIC din Iasi care contribuie de asemenea semnificativ, fapt datorat în mare parte conducătorilor de doctorat din institutetele de cercetare de pe Platforma Măgurele.

Acelasi raport se pastreaza si in privinta numarului total de doctoranzi inmatriculati intre 2005 -2010 asa cum este indicat în diagrama din **Fig. IV.9**.



PhD Students -total number 2005-2010

Fig. IV.9 Distribuția doctoranzilor înmatriculați în perioada 2001-2005 după școlile doctorale

Un alt element care trebuie subliniat îl reprezintă faptul că 3 direcții doctorale au caracter de unicitate: Fizica nucleară, Meteorologie și fizica mediului și Fizica educațională; acestea se regăsesc numai la Universitatea din București.

Dinamica numărului de studenți în Școlile doctorale

În **Fig. IV.10** este prezentată dinamica înmatriculărilor de studenți în școlile doctorale de fizică. Se observă un maxim de înmatriculări în anul universitar 2008-2009, perioada care coincide și cu o finanțare superioară a cercetării și un regres slab în 2009-2010.

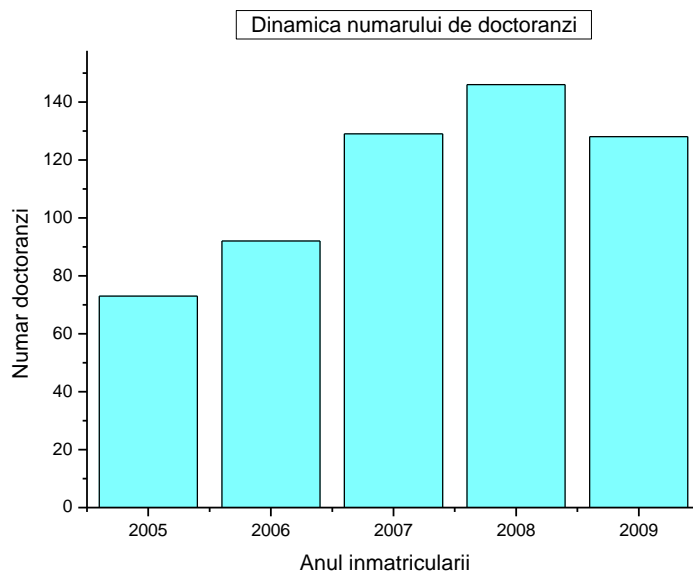


Fig. IV.10 Evoluția înmatriculărilor în școlile doctorale

Pe directii tematice, aceasta evolutie se prezinta ca în **Fig. IV.11**:

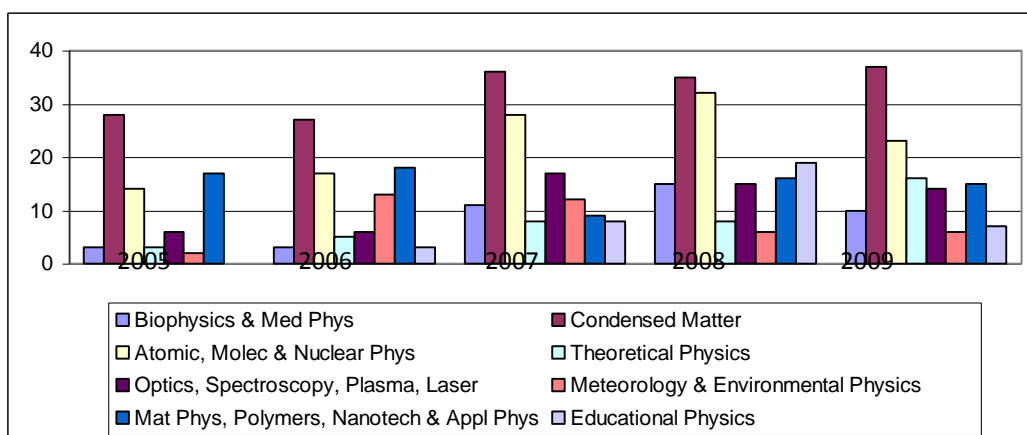


Fig. IV.11 Evoluția înmatriculărilor în școlile doctorale pe direcții tematice

Analiza evidentiaza ca cel mai mare numar de doctoranzi inmatriculati anual s-a inregistrat in domeniul fizicii starii condensate, urmat de domeniul fizicii atomice, moleculei si fizicii nucleare si apoi de optica, plasma, laseri. Pentru fizica starii condensate se observa chiar o relativa constanta a numarului total de studenti in ultimii 3 ani. Aceasta este si consecinta faptului ca domeniul se regaseste in preocuparile mai multor scoli doctorale, fapt care micsoreaza fluctuatiile locale ale numarului de studenti.

Fizica atomica si nucleara este a doua directie de pregatire prin doctorat. Intre 2005 si 2008 a existat dinamica cea mai evidenta de crestere a numarului de studenti, practic o dublare a acestora, si un regres in ultimul an. Aceeasi tendinta manifesta si in cazul domeniului Optica. Fizica materialelor, polimerilor si altele prezinta o constanta a numarului de doctoranzi. O tendinta constant crescatoare (in ciuda numarului mic de studenti) manifesta fizica teoretica.

In perioada de dupa 2009 si-au sustinut tezele de doctorat/sau au fost atestati peste 126 de doctori. Aceasta cifra trebuie privita doar ca orientativa datorita urmatoarelor cauze: a) numarul poate include si doctoranzi inmatriculati inainte de aparitia scolilor doctorale ; b) unele raportari considera sustinerea tezei ca moment final al activitatii de doctorat, alte institutii o asociaza cu momentul sustinerii interne in Scoala doctorala sau a sustinerii publice in care comisia da decizia, in timp ce alte raportari se refera la momentul confirmarii de catre Consiliul Național de Atestare a Diplomelor, Titlurilor și Certificatelor Universitare (**CNADTCU**) ; c) cifrele au fost colectate in intervalul aprilie – mai, ori trebuie avut in vedere ca numarul sustinerilor creste cu incheierea ciclului de doctorat (30 sept.) iar pe de alta parte statistica arata o crestere a ritmului sustinerilor in perioada premergatoare intrarii in vacanta de vara.

IV.2 Proiecte de cercetare-dezvoltare

IV.2.1 Constituirea și conținutul bazei de date

S-a procedat la identificarea și explorarea potențialelor surse de date primare (agenții finanțatoare, instituții de cercetare, diverse rapoarte și baze de date existente), analiza acestora și a procesului de acumulare a datelor au condus la posibile criterii de structurare a bazei de date cu proiecte de cercetare și de corelare cu celelate baze de date ale proiectului.

N.crt A	Data începerii B	Data finalizării C	Denumire proiect D	Contractor E	Parteneri F	Director proiect G	Total Buget (lei) H	Total Buget (Euro) I	Domeniu J	Program K
------------	---------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------	----------------	--------------------------	---------------------------	----------------------------	--------------	--------------

Constatându-se pe parcursul acumulării datelor imposibilitatea de a obține în timp util datele solicitate de la toate agențiile finanțatoare, s-a cerut celor 29 de instituții participante din tabelele II.3 și II.4 (Cap. II Sec. II.3) completarea bazei de date de proiecte conform tabelului de mai sus (chestionar inclus în Anexa 4). Numai 20 de instituții au răspuns acestui apel: cele 16 instituții partenere ESFRO plus 4 instituții ne-partenere în cadrul proiectului (Institutul de Chimie Macromoleculară Petru Poni, Iași; Universitatea Ovidius, Constanța; Sucursala de Cercetări Nucleare, Pitești; Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Inginerie Electrică, București). În urma acestui proces anevoios, în parte iterativ, s-a obținut pe de o parte verificarea datelor obținute anterior din alte surse, s-a realizat validarea de către parteneri a atribuirii domeniilor și pe de altă parte s-a reușit completarea datelor despre programele pentru care datele existente erau fragmentare. E de remarcat că datele astfel obținute sunt incomplete, acoperind în principal participarea la programele de cercetare doar instituțiilor care au contribuit la acest proces de acumulare a datelor. În aceste condiții s-a observat totodată că, fie și în cazul unor informații bogate, detalii cum ar fi: a) datele de începere și/sau de finalizare a proiectului sunt de regulă doar la nivel de an calendaristic; b) valoarea cofinanțării și c) numele și ponderea fiecărui partener în consorțiu, nu sunt în genere accesibile. În consecință, s-au operat câteva simplificări semnificative, din care pomenim: a) considerarea doar a anilor de începere și de finalizare a proiectelor; b) atribuirea întregii valori a unui proiect în parteneriat instituției coordonatoare (simplificare justificată de un studiu de caz la nivelul IFIN-HH); c) programul Nucleu: considerarea sub-proiectelor la nivelul unei instituții drept proiecte de sine statatoare (având buget și domeniu distincte!); d) pentru calculul valorii în Euro s-a folosit cursul mediu anual RON/Euro din anul de începere al proiectului.

În condițiile constrângerilor pomenite (lipsa datelor complete pentru toate programele considerate) și a simplificărilor adoptate, analiza propusă a fost concentrată pe programele pentru care datele obținute sunt complete (CERES 2001-2004, CEEEX 2006-2007, IDEI 2007-2008, NUCLEU 2003-2009, MATNANTECH, AEROSPATIAL) precum și pentru cele parțial incomplete dar a căror pondere este considerată majoră (CORINT, EURATOM, PARTENERIATE, CAPACITATI SA).

IV.2.2 Generarea posibilelor corelatii de interes

Pornind de la baza de date constituita, s-a procedat la generarea și analizarea posibilelor corelații de interes, anume:

- repartitia finantarii nationale (2000-2009) pe domenii de cercetare (**Fig. IV.12**)
(Val. totală proiecte direcția n) / (Val. totală proiecte toate direcțiile)
- repartitia finantarii internationale (2000-2009) pe domenii de cercetare (**Fig. IV.13**)
(Val. totală proiecte internaționale direcția n) / (Val. totală proiecte direcția n)
- repartitia finantarii nationale+internationale pe domenii de cercetare (**Fig. IV.14**)
- număr total proiecte nationale direcția n (**Fig. IV.15**)
- număr total proiecte internaționale direcția n (**Fig. IV.16**)
- număr total proiecte nationale și internationale pe direcția n (**Fig. IV.17**)

Totodata, prezentam in **Anexa 5** corelatii similare la nivelul programelor nationale si internationale considerate.

IV.2.3 Concluzii preliminare

Din analiza figurilor IV.12-17, se impun cateva observatii de ordin general:

- a) valoarea finantarii pe proiectele nationale (care includ si investitiile in infrastructura de cercetare) este cu un ordin de marime mai mare decat pe cele internationale;
- b) primele 20 de directii nationale (in ordinea volumului de finantare) se regasesc (cu 2-3 exceptii) in primele 20 de directii ale proiectelor internationale fapt care arata ca exista o tendinta comuna a domeniilor finantate;
- c) finantarea internationala este in genere pe domeniile in care exista cooperari internationale de anvergura; in acest context e de remarcat ponderea mare a domeniului „Fluids&Plasma”, care se datoreaza in principal alocarii acestui domeniu a tuturor proiectelor programului EURATOM-Fuziune.

Totodată, e de evidențiat faptul ca finantarea primelor 12 directii de cercetare (1/3 din totalul domeniilor) reprezinta c.a. 70% din totalul finantarii la nivel national și c.a 80% la nivel international. Menționarea acestora este astfel semnificativă.

Primele 12 domeniile finantate prin programele nationale sunt:

50,6 MEuro	Nanoscience & Nanotechnology
44,8	Physics, Condensed Matter
30,0	Physics, Applied
24,3	Optics
22,5	Materials Science, Multidisciplinary
21,5	Physics, Nuclear
17,7	Nuclear Science & Technology
17,3	Biophysics
17,2	Geochemistry & Geophysics
15,6	Physics, Fluids & Plasmas
12,7	Materials Science, Characterization & Testing
12,6	Physics, Particles & Fields

Deasemenea, primele 12 domenii finantate prin proiecte internationale sunt:

5,3 MEuro	Physics, Fluids & Plasmas
3,4	Multidisciplinary Sciences
3,3	Physics, Particles & Fields
3,2	Astronomy & Astrophysics
2,6	Geochemistry & Geophysics
2,5	Optics
2,1	Physics, Condensed Matter
2,0	Nanoscience & Nanotechnology
1,5	Computer Science, Interdisciplinary Applications
1,5	Physics, Nuclear
1,5	Materials Science, Biomaterials
1,3	Physics, Applied

Notă. In condițiile precizate (**lipsa datelor complete pentru toate programele considerate**) datele numerice menționate aici au doar un caracter calitativ, utilizat doar pentru listarea domeniilor.

Urmărind ponderea celor 9 direcții principale de cercetare (din analiza publicațiilor) considerate ca fiind clar de fizică (Physics, Applied; Physics, Atomic, Molecular & Chemical; Physics, Condensed Matter; Physics, Fluids&Plasmas; Physics, Mathematical; Physics, Nuclear; Physics, Particles &Fields; Optics; și Physics, Multidisciplinary), sunt de remarcat următoarele:

- a) Finantare la nivel național: 6 din cele 9 domenii se afla în primele 12 domenii finantate (Physics, Condensed Matter - 2; Physics, Applied - 3; Optics - 4; Physics, Nuclear - 6; Physics, Fluids&Plasmas - 10; Physics, Particles &Fields - 12; celelalte ocupând pozițiile 13. Physics, Atomic, Molecular & Chemical; 17. Physics, Mathematical și 24. Physics, Multidisciplinary). E de remarcat poziția de top pentru Nanoscience & Nanotechnology – 1 și Materials Science Multidisciplinary – 5, Nuclear Science and Technology – 7, Biophysics – 8 și Geochemistry and Geophysics – 9.
- b) Finantare din proiecte internaționale: 6 din cele 9 domenii se afla în primele 12 domenii finantate (Physics, Fluids&Plasmas – 1; Physics, Particles &Fields – 3; Optics – 6; Physics, Condensed Matter - 7; Physics, Nuclear - 10; Physics, Applied – 12; celelalte ocupând pozițiile 16. Physics, Multidisciplinary; 20. Physics, Atomic, Molecular & Chemical și 24. Physics, Mathematical). E și aici de evidențiat poziția domeniilor Multidisciplinary Sciences – 2, Astronomy and Astrophysics – 4, Geochemistry and Geophysics – 5, Nanoscience & Nanotechnology – 8 și Computer Science and Interdisciplinary Applications – 9.

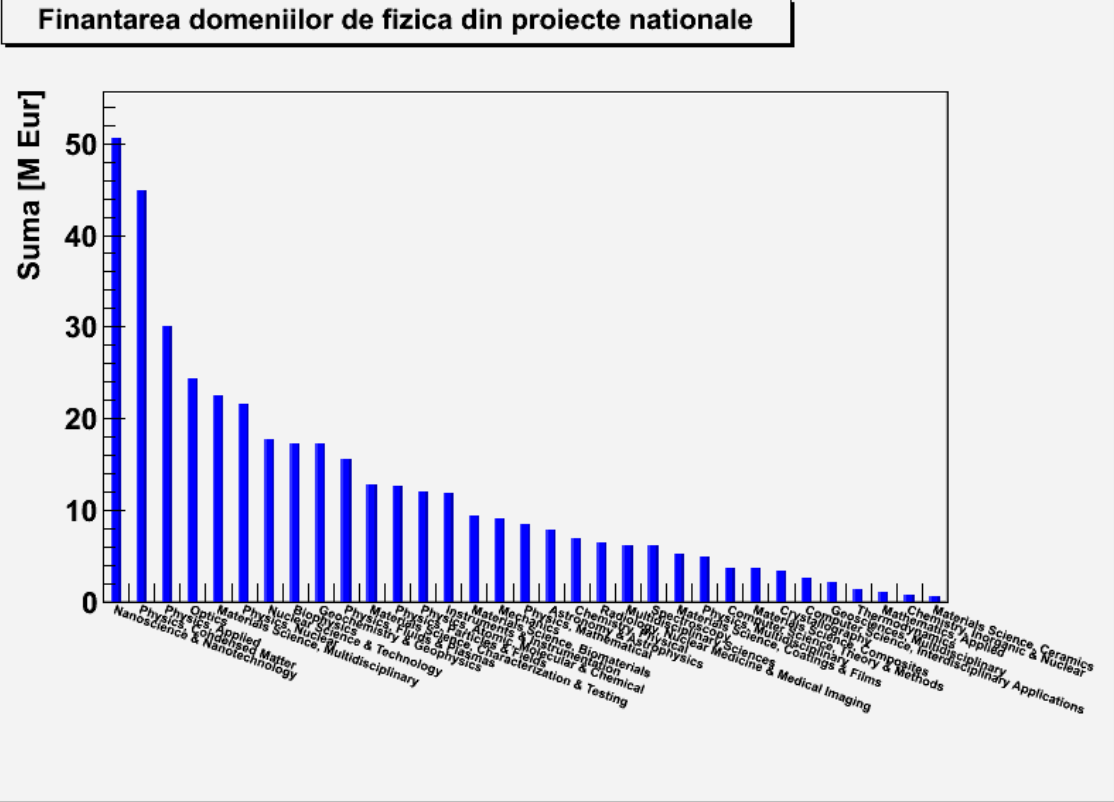


Fig. IV.12

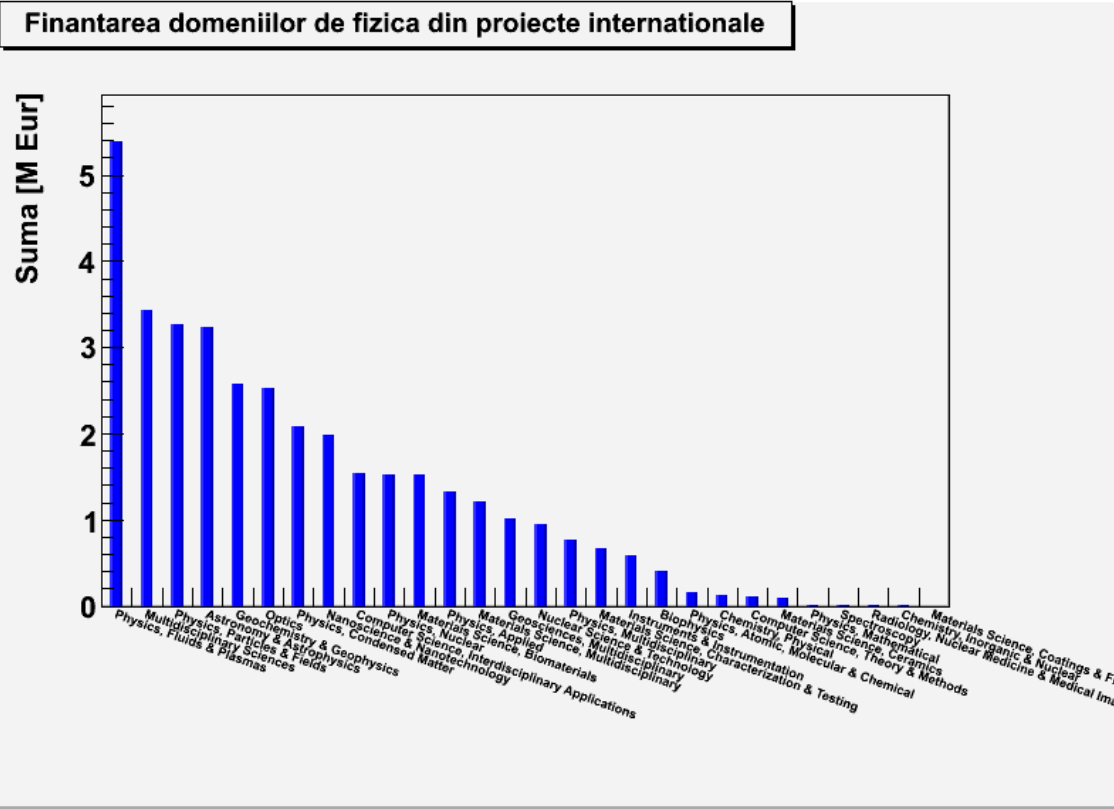


Fig. IV.13

Finantarea domeniilor de fizica

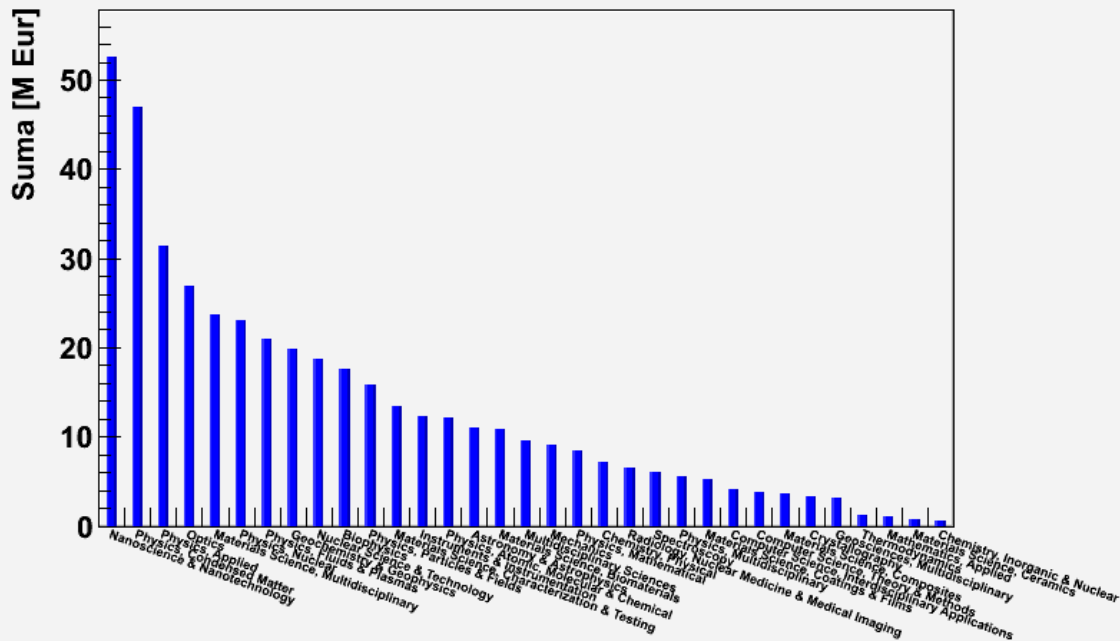


Fig. IV.14

Numarul proiectelor nationale pe domenii de fizica

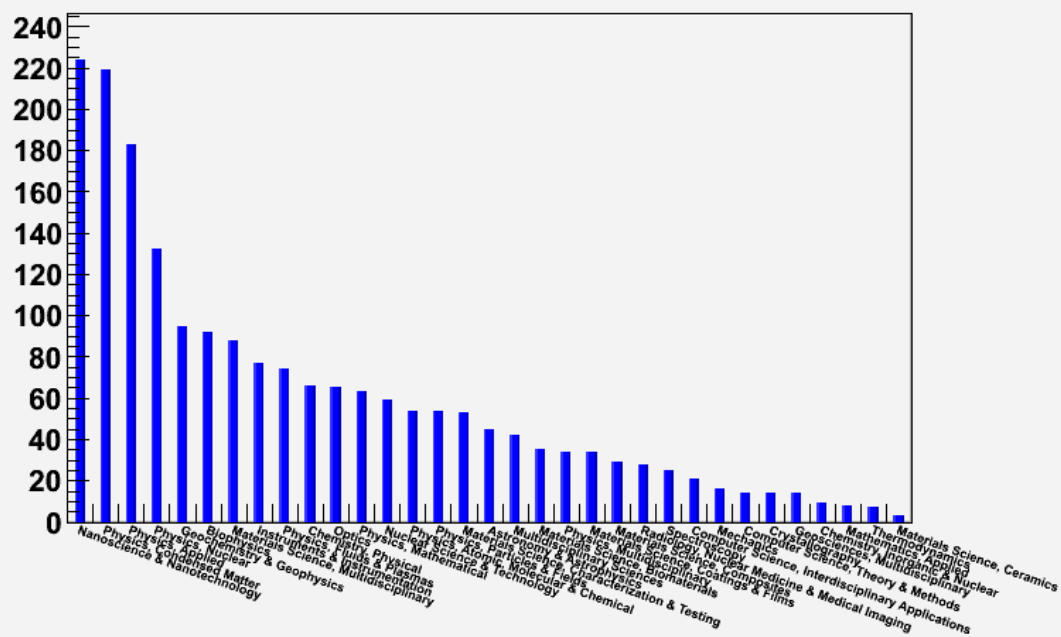


Fig. IV.15

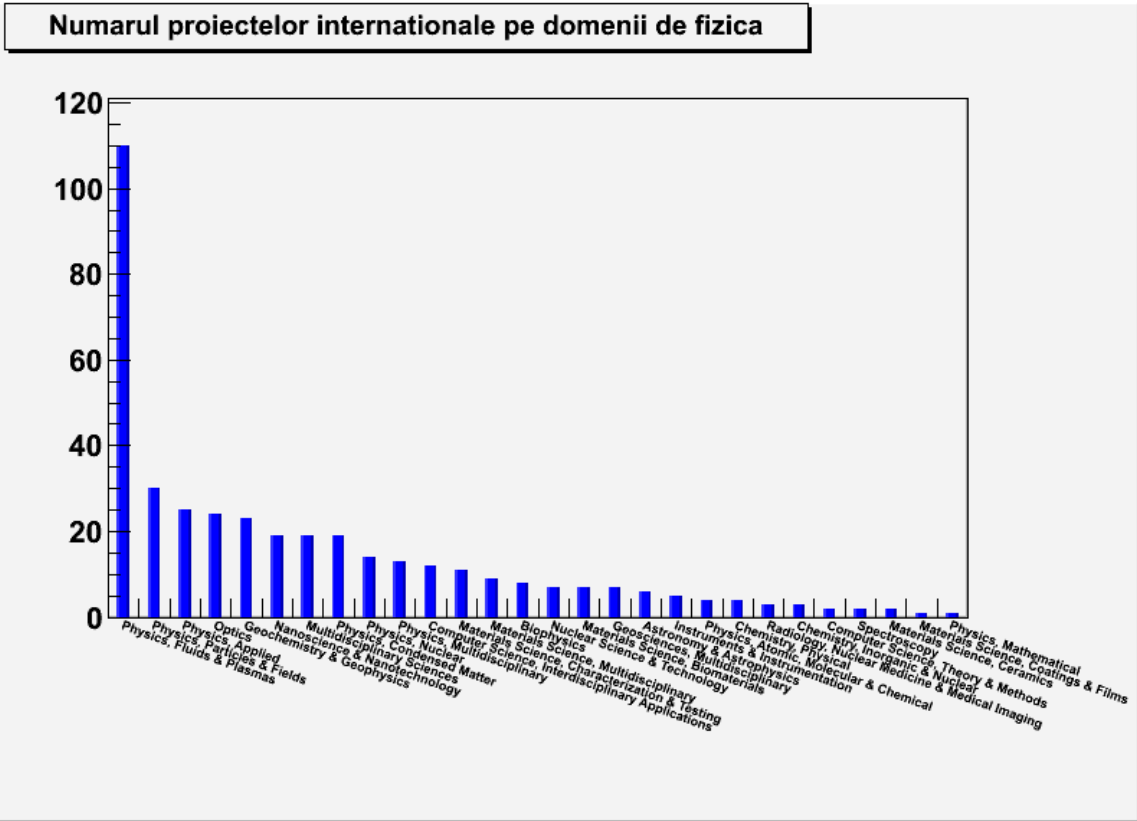


Fig. IV.16

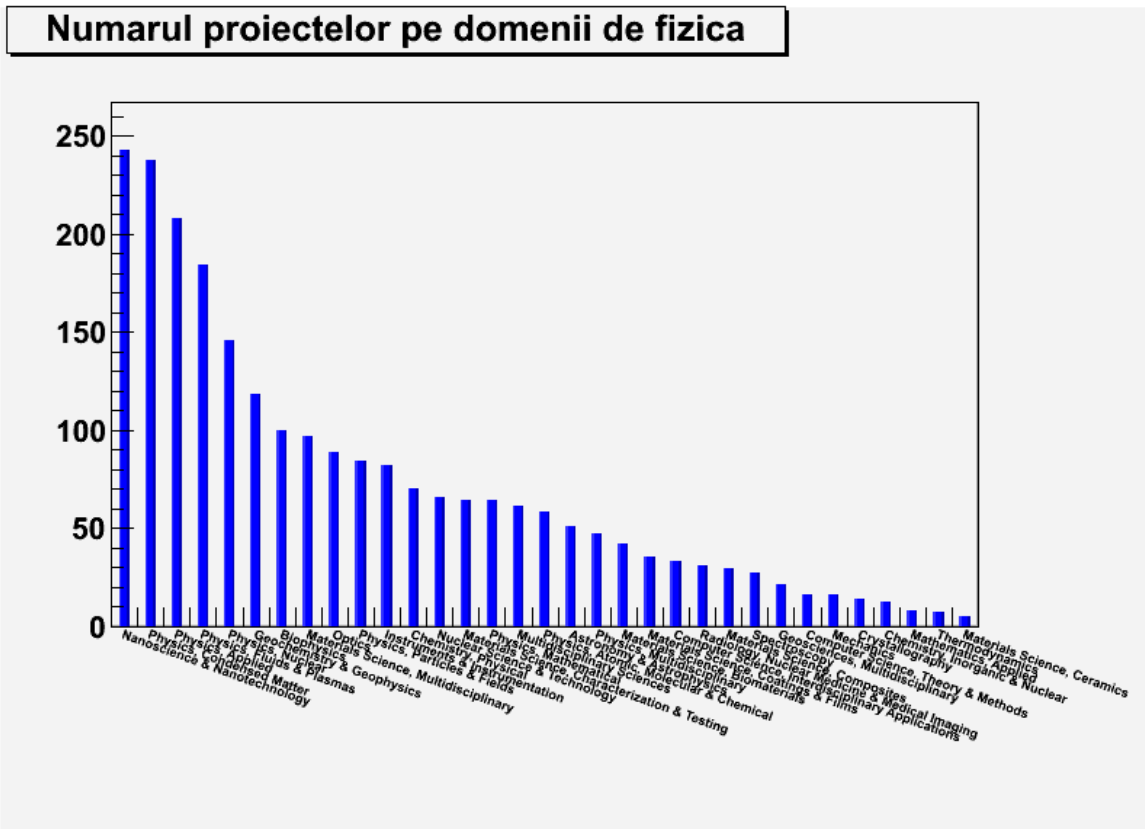


Fig. IV.17

IV.3 Infrastructură de cercetare

Infrastructura cercetării de fizică poate fi încadrată în mai multe clase, după cum urmează:

- 1) Instalații mari (unele fiind încadrate în categoria “Instalații de interes Național” conform cu Hotărârea Guvernului nr. 1428/2004) – indicatorul RI.
- 2) Laboratoare care conțin aparatură integrată în vederea desfășurării de activități de cercetare și servicii (unele acreditate - ex. RENAR, altele în curs de acreditare) – indicatorul L.
- 3) Sisteme și aparatură de cercetare aflate în dotarea instituțiilor implicate în proiectul ESFRO (29 de instituții) – indicatorul E.

IV.3.1 Instalații mari

În lista de mai jos avem: valoarea (EURO), instituția, anul punerii în funcțiune sau modernizării (upgrade major), denumirea instalației.

1.1	3 000 000	UAIC	2008	Platforma integrată pentru studii avansate în nanotehnologii moleculare
1.2	5 275 000	ICMPP	1950-2008	Infrastructura pentru sinteza/ purificare/conditionare probe de compusi organici și macromoleculari
1.3	2 340 000	ICMPP	1950-2008	Infrastructura pentru determinarea structurii/suprastructurii și proprietăților materialelor polimere
1.4	9 000 000	IMT	2009	Centrul de Micro- și Nanofabricație - IMT-MINAFAB
1.5	2 000 000	ISS	2011	Centrul de Științe și Tehnologii Spatiale
1.6	15 000 000	ICSI	1996-2004	Instalația Pilot Experimentală pentru Separarea Tritiului și Deuteriului 6 (HG Nr. 1428/2004)
1.7	6 930 000	ICSI	1971-2008	Laboratoare de cercetare-dezvoltare, inovare și transfer tehnologic 6, 10, 16, 19
1.8	2 738 000	ICSI	2009	Centrul Național pentru Hidrogen și Pile de Combustibil
1.9	1 430 000	INFM	2009	Instalație complexă de studiu al suprafețelor și interfețelor în ultravid: MBE-STM-XPS-SARPES
1.10	14 216 164	IFIN	1973	Acceleratorul de particule Tandem Van de Graaff (HG Nr. 1428/2004)
1.11	14 000 000	IFIN	1977	Centrul de Producție Radioizotopi
1.12	1 500 000	IFIN	2004-2006	Laborator de Microbiologie
1.13	9 450 621	IFIN	1975	Stația de Tratare a Deșeurilor Radioactive (HG Nr. 1428/2004)
1.14	1 119 914	IFIN	2001	IRASM - Centrul de Iradierii cu Scopuri Multiple (HG Nr. 1428/2004)
1.15	2 736 750	IFIN	1956	Ciclotronul U120 (HG Nr. 1428/2004)
1.16	4 384 660	IFIN	1985	Depozitul Național de Deșeuri Radioactive (HG Nr. 1428/2004)
1.17	300 000 000	SCN	1979-2009	Reactorul TRIGA
1.18	200 000 000	SCN	1983-2009	Laborator de Examinare Post-Iradierii – LEPI
1.19	52 000 000	SCN	1984-2011	Instalații complexe pentru dezvoltarea tehnologiilor de tratare și conditionare a diverselor categorii de deșeuri radioactive provenite din cercetarea nucleară, producția de combustibil nuclear, operarea CNE.
1.20	3 088 463	INFP		Rețea seismică națională (HG Nr. 1428/2004)

1.21 120 000 INFP Laborator- Centrul National de date (CTBT – Tratatul de interzicere totala a experimentelor nucleare) (HG Nr. 1428/2004)

1.22 Accelerator cu electroni IFTAR (HG Nr. 1428/2004)

1.23 Instalatie de plasma dense magnetice (HG Nr. 1428/2004)

In lista de mai sus sunt evidentiata cu albastru instalatiile si obiectivele speciale de interes national, conform cu HG Nr. 1428/2004.

Instalatiile listate mai sus constituie o particularitate a cercetarii in domeniul fizicii.

Conform rezultatelor de mai sus, indicatorul RI (numarul total de infrastructuri mari) are valoarea 23. Unsprezece dintre acestea, majoritatea instalatii de interes national, apartin domeniilor Fizicii Nucleare si Fizicii Atomice. Exista si 6 infrastructuri mari care pot fi conectate cu fizica materiei condensate (pozitiile 1.1-1.4; 1.8; 1.9).

IV.3.2 Infrastructura de cercetare cu valori mai mari de 100 000 EURO

Evolutia infrastructurii a fost sensibila la finantarea cercetarii in perioada analizata. Astfel, rezulta o crestere semnificativa a valorii infrastructurii in clasele 2 si 3 in anii finali ai acestei perioade. Aceasta crestere cantitativa este inca in curs in anul 2010, prin proiectele de infrastructura specifice (fonduri structurale). Cresterea valorii infrastructurii a avut loc si prin finantarea proiectelor de cercetare din care au fost alocate de catre cercetatori fonduri pentru achizitionarea de aparatura. Dinamica pe ani a cresterii valorii infrastructurii de cercetare este ilustrata in **Fig. IV.18**.

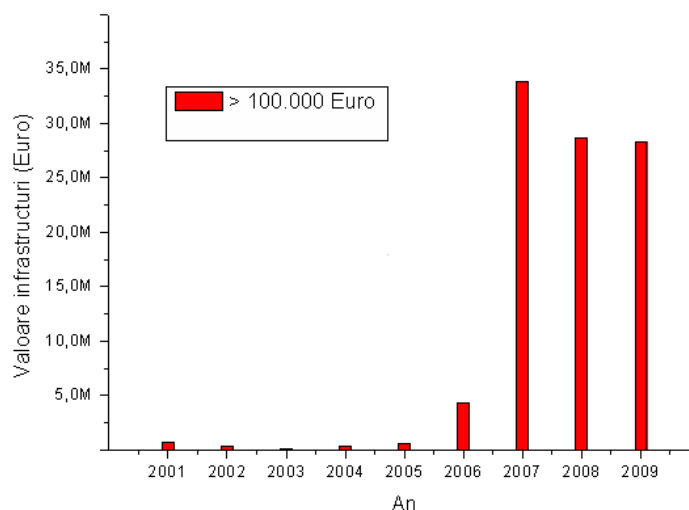


Fig. IV.18 Dinamica cresterii valorii infrastructurii de cercetare in perioada de timp evaluata

Dinamica din Fig. IV.18 nu include evolutia instalatiilor si sistemelor mari care au beneficiat de asemenea de influxul de finantare din ultima parte a perioadei.

Deși fizica nu este direct legată de aplicații în economie, serviciile oferite și realizate utilizând infrastructura proprie sunt totuși foarte utile în domenii extinse ale activităților economice, având în vedere nivelul științific și tehnologic înalt la care sunt prestate. Ca o consecință a creșterii și

modernizării infrastructurii de cercetare au apărut laboratoare acreditate pentru servicii. Numărul acestor laboratoare va crește semnificativ după perioada evaluată având în vedere că procesul de acreditare are o durată mare iar creșterea semnificativă cantitativă și calitativă a infrastructurii este de data recentă. Astfel, în prezent sunt **acreditate** circa **12 laboratoare** pentru măsurători în domeniile nuclear, optică, materiale. Indicatorul menționat în Cap. II are valoarea $L=12$ cu tendințe de creștere în următoarea perioadă. Instituțiile au mai achiziționat, mai ales prin proiectele de cercetare, aparatură cu valori mai mici de pragul impus, dar care nu este neglijabilă cantitativ.

Având în vedere faptul că infrastructura este utilizată de instituții în mai multe domenii de cercetare, lucru reflectat de numărul relativ mare de arii tematice completate în chestionare, este dificil în prezent să se efectueze o analiză a ponderii infrastructurilor pe arii tematice.

IV.4 Impact social, tehnologic și economic

Impactul social al cercetării de fizică

Beneficiile cercetării sunt legate în primul rând de cunoaștere, prin satisfacerea curiozității umane naturale legate de natură, motivație esențială pentru majoritatea cercetătorilor. Căutarea de cunoștințe noi stimulează avansul diverselor limite tehnologice, conducând la instrumentație și concepte teoretice care se referă la probleme ridicate de societate și/sau care contribuie la avansul altor arii științifice. În ultima decadă se consideră că cercetarea reprezintă un factor esențial pentru construirea unei economii bazate pe cunoaștere.

Un aspect la fel de important este contribuția cercetării de fizică la educarea unor resurse umane înalt calificate, esențiale pentru progresul economic prezent și viitor al națiunii. Educația de fizică oferă o gamă mai largă de cunoștințe și abilități, trainingul respectiv având de a face cu tehnici experimentale și conceptuale legate de domenii mai largi ale științei și tehnologiei. Laboratoarele de cercetare în fizică reprezintă o infrastructură adecvată atât pentru cercetarea efectuată de masteranzi, doctoranzi și cercetători postdoctorali, pentru completarea instruirii teoretice și experimentale a studenților, pentru perfecționarea profesională a profesorilor de fizică din licee cât și pentru atragerea spre cercetare științifică a elevilor dotați pentru științe exacte. Majoritatea cercetătorilor cu doctorat în fizică pot să lucreze cu randamente foarte bune în industria high tech, în instituții financiare și în tehnologia informației.

Din cauza caracterului uneori abstract și academic, cercetarea de fizică pare uneori să nu influențeze direct realitatea de zi cu zi. Nimic mai fals dacă ne gândim că viața pe Pământ ar fi fost alta fără marile invenții ale secolului al XX-lea (de ex. computerul electronic digital, tranzistorul, laserul și World Wide Web au fost inventate de fizicieni) care astăzi stau la baza tehnologiei moderne.

Descoperirea electronului de către fizicianul J. J. Thompson în 1897 a fost probabil subapreciată în momentul când s-a produs, ca și dezvoltarea mecanicii cuantice. Părea atunci o risipă de bani să faci experimente legate de o particulă invizibilă. Astăzi, civilizația noastră este dependentă de electronică, chimie, știința materialelor, medicină, etc care cer evident înțelegerea electronului și a proprietăților sale. Tranzistorul este considerat cea mai mare invenție a secolului XX deoarece a deschis calea spre revoluția telecomunicațiilor și era informației, marcând totodată nașterea fizicii

starii solide. In ziua de azi tranzistorul este un element prezent in toata electronica moderna si in computere.

Teoria fotonica dezvoltata de Albert Einstein a facut posibila inventia laserului. Fara cercetarea fundamentala de la inceputul secolului, CD-urile si alte aplicatii ale laserului ca fibra optica nu ar fi existat.

Aplicatiile directe ale fizicii au o suprapunere majora cu unele prioritati nationale: ameliorari ale sanatatii umane si a mediului, implicarea in cresterea eficientei proceselor industriale, in producerea de energie si in securitatea nationala. Inafara acestor aplicatii directe este beneficiul general care provine din impingerea inainte a frontierelor dezvoltarii high-tech. Aplicatiile fizicii in medicina au condus la tehnici de "medical imaging" revolutionare (tomografia cu emisie de pozitroni si rezonanta magnetica nucleara). Izotopii radioactivi produsii in acceleratoare si reactori sunt folositi curent in proceduri de diagnostic si tratament. Terapia cu radiatii a cancerului foloseste acceleratoare de electroni si surse radioactive iar, mai recent, tratamentul cu protoni, neutroni si ioni grei. Multe aplicatii in probleme de mediu utilizeaza tehnici nucleare de mare sensibilitate pentru obtinerea unor informatii care nu pot fi altfel obtinute. Aceste investigatii au implicatii majore in mai buna intelegere a schimbarilor climatice.

Chiar in cazul unor domenii mai pronuntat fundamentale cum ar fi fizica particulelor, pot fi enumerate exemple de aplicatii dezvoltate prin avansul acestora cum ar fi cablurile supraconductoare necesare in diagnoza cu rezonanta magnetica si dezvoltarea World Wide Web-ului, care a fost inventat pentru a rezolva problema comunicarii intr-o colaborare internationala numarand mii de fizicieni.

Rezulta din cele expuse mai sus o lista lunga si in crestere de aplicatii practice benefice cu contributiile din partea fizicii in doemni diverse cum sunt medicina, industria, tehnologia informatiei, securitate si calificarea profesionala a resurselor umane.

In rezumat putem afirma ca:

- fizica genereaza cunoasterea fundamentala necesara pentru avansuri tehnologice viitoare care vor antrena dezvoltarea economiei;
- fizica contribuie la infrastructura tehnologica si furnizeaza personal calificat capabil de noi descoperiri stiintifice;
- fizica este un element important in educatia chimistilor, inginerilor, specialistilor informaticieni si specialistilor in domeniul biomedical;
- fizica extinde intelegerea multor altor discipline indispensabile cum ar fi: stiinta mediului, geostiinta, chimie, biologie, astrofizica, cosmologie, etc;
- fizica amelioreaza calitatea vietii furnizand cunostintele de baza pentru dezvoltarea de noi instrumente si tehnici pentru aplicatii biomedicale (tomografie computerizata, rezonanta magnetica, tomografie cu emisie pozitronica, ecografie ultrasonica, chirurgie laser).

Brevete

Fig. IV.19 reprezinta numarul de brevete pentru ariile tematice semnificative – indicatorul B_n . Astfel, din circa 310 de brevete inregistrate in perioada 2001 – 2009, avem valorile lui B_n de mai jos pentru 17 arii tematice cu pondere semnificativa. Valoarea cumulata a lui B_n pentru celelalte 16 de arii tematice este grupata sub denumirea de “Restul 16 arii tematice”.

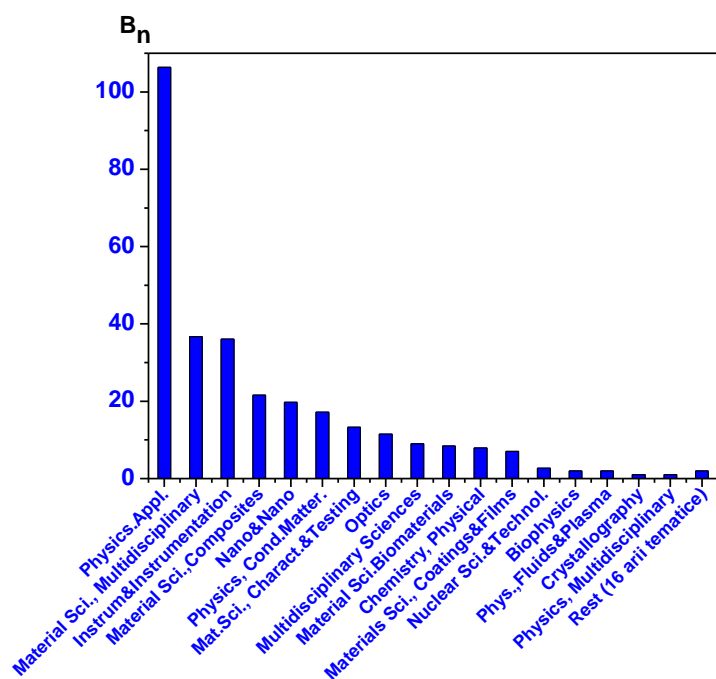


Fig. IV.19 Distributia pe arii tematice a numarului de brevete in perioada 2001 – 2009

IV.4.2 Tehnologii

In **Fig. IV.20** este reprezentat numarul de tehnologii aplicate distribuit pe arii tematice – indicatorul T_n . Astfel, din circa 130 de tehnologii aplicate in perioada 2001 – 2009, avem valorile lui T_n de mai jos pentru ariile tematice cu pondere semnificativa.

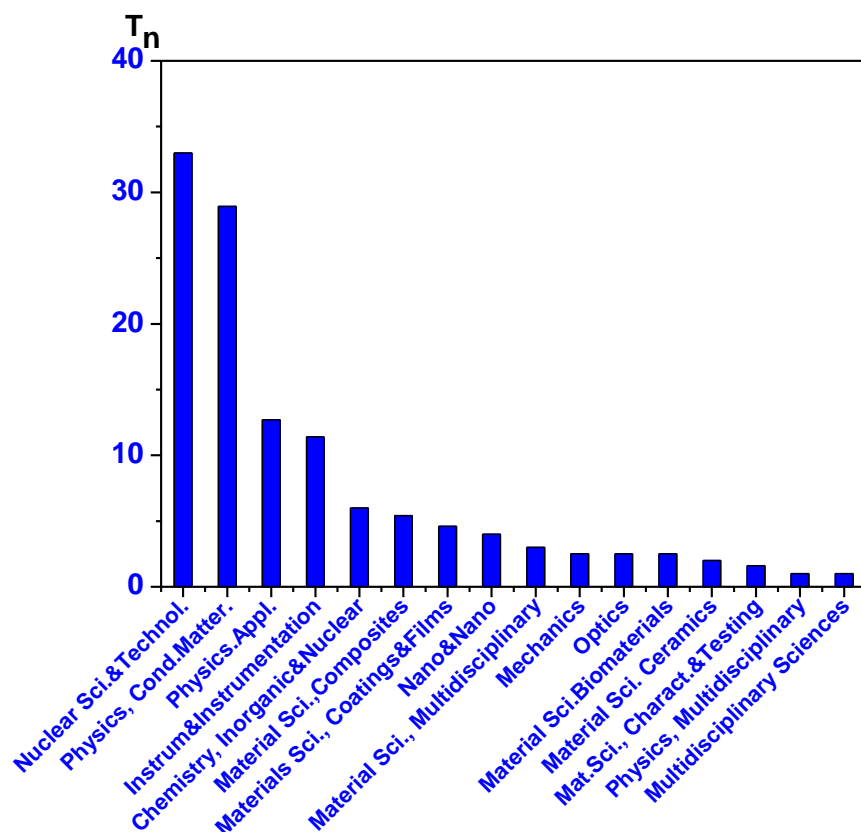


Fig. IV.20 Numarul de tehnologii aplicate in perioada 2001 – 2009 distribuit pe ariile tematice semnificative

Numarul de brevete si tehnologii pe ani, in perioada evaluata, este distribuit relativ uniform.

IV.4.3 Servicii

Fig. IV.21 reprezinta numarul S_n de servicii oferite si realizate pentru ariile tematice semnificative. Astfel, din circa 260 de servicii inregistrate in perioada 2001 – 2009, avem valorile lui S_n de mai jos pentru ariile tematice cu pondere semnificativa. Valoarea cumulata a lui S_n pentru celelalte 16 arii tematice este grupata sub denumirea de “Restul 16 arii tematice”.

Numarul de servicii pe ani, in perioada evaluata, este distribuit relativ uniform.

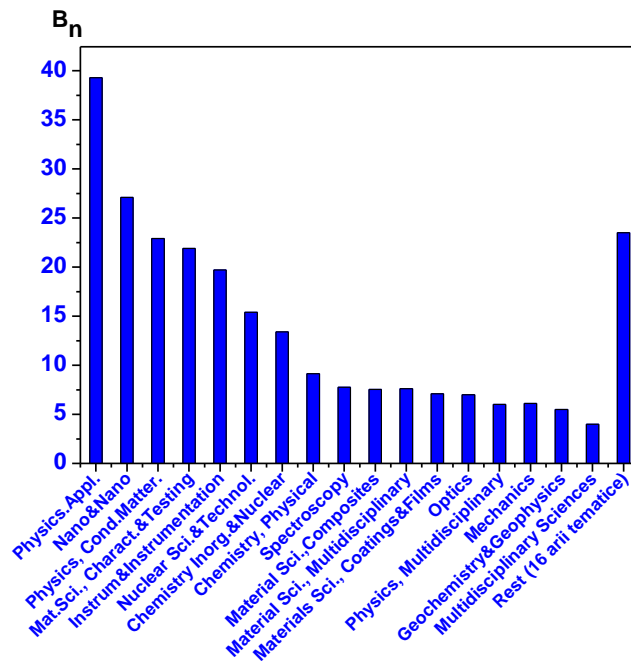


Fig. IV.21 Distributia pe arii tematice a numarului de servicii efectuate în perioada 2001 – 2009

Analiza efectuata nu a inclus lista de servicii furnizata de SCN Pitesti care contine 194 de servicii (lucrari efectuate pentru diferiti beneficiari pe baza contractuala). Aceasta lista se incadreaza in totalitate la aria tematica 6 (Nuclear Science & Technology). In varianta in care lista SCN Pitesti este inclusa in lista totala, apare o disproportie mare intre serviciile de la aria tematica 6 (Nuclear Science & Technology) care ar cumula 47% din noul total de 445 de servicii fata de a doua arie tematica – 8 (Physics, Applied) care ar cumula 9%. Reprezentarea grafica cu serviciile SCN Pitesti incluse este data in **Fig. IV.22**.

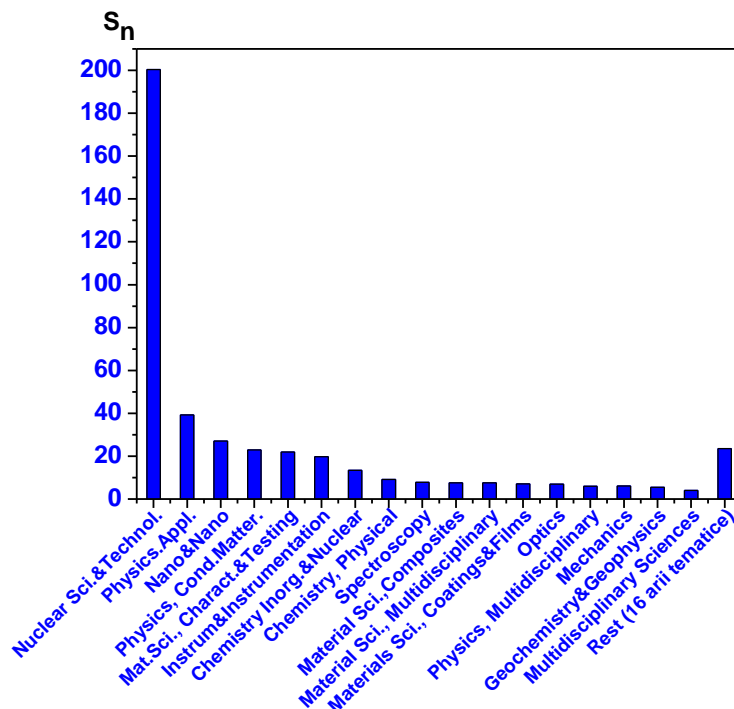


Fig. IV.22 Distributia pe arii tematice a numarului de servicii efectuate, in perioada 2001 – 2009 (inclusiv serviciile SCN Pitesti).

V. CONCLUZII

Rezumat/Concluzii pentru Capitolul II

Scopul principal al Capitolului II a fost stabilirea unei metodologii de evaluare a direcțiilor de cercetare în fizica din România și identificarea celor mai performante.

S-a pornit de la premiza că schema de clasificare tematică SCIE folosită de WoS pentru încadrarea publicațiilor ISI în categorii de subiecte reprezintă un bun punct de plecare în identificarea principalelor direcții de cercetare în fizica din România. Schema PACS, mai elaborată și mai adecvată fizicii, este însă mai puțin lucrativă la momentul actual din cauza lipsei, într-o mare măsură, a codurilor asociate publicațiilor respective. În cadrul prezentului studiu, direcțiile de cercetare în fizică sunt reprezentate prin categorii tematice SCIE. Evaluarea și identificarea unor direcții performante de cercetare mai înguste/focalizate în cadrul acestor arii tematice necesită continuarea studiului prin foloarea schemei PACS și consultarea principalilor actori (instituții/experti cu contribuții majore) în domeniile respective. (Secțiunea II.1)

Au fost adoptate 5 criterii de evaluare a direcțiilor de cercetare științifică: performanță științifică (publicații ISI), potențial uman (autori publicații ISI), infrastructură de cercetare (instalații, echipamente, laboratoare), finanțare competițională (proiecte de cercetare-dezvoltare) și impact socio-economic (educație și formare profesională, brevete, tehnologii, servicii). S-au stabilit 12 indicatori de bază (mulți dintre ei admitând particularizări, de exemplu: număr de publicații sau număr publicații citate) care pot fi în principiu calculați pentru fiecare arie tematică; pot fi de asemenea considerate combinații de acești indicatori, după cum se consideră relevant analizei respective. (Secțiunea II.2)

S-a urmărit implicarea în prezentul studiu a cât mai multe instituții din țară cu contribuție științifică în domeniul cercetării de fizică. Pe lângă cele 16 instituții partenere în cadrul proiectului – consorțiu cu contribuție covârșitoare în domeniu – au fost selectate încă 13 instituții: criteriul de selecție a fost numărul de publicații ISI în perioada 2001-2010 în 17 arii tematice SCIE considerate inițial (de către echipa executivă a proiectului și Comitetul de Coordonare) ca fiind cele mai relevante fizicii. Informațiile solicitate pe bază de chestionar de la cele 29 de instituții s-au referit la: personal de cercetare (cu rezultate în domeniul fizicii, indicându-se, pe lângă cele 17 arii tematice considerate principale, alte 17 categorii de subiecte SCIE considerate în strânsă legătură cu fizica); brevete, tehnologii și infrastructură de cercetare în domeniu; proiecte de cercetare cu tematică de fizică; activitatea școlilor doctorale. (Secțiunea II.3)

A fost realizată o bază de date care, pe lângă informațiile furnizate de instituțiile participante, a fost completată cu informațiile accesibile în WoS privind publicațiile ISI ale personalului respectiv *în orice arie tematică* SCIE. Necesitatea și importanța bazei de date realizate constă în posibilitatea corelării informațiilor din WoS privind publicațiile ISI cu cele referitoare la personal (profesii, grade științifice, vârstă, etc), proiecte, infrastructură de cercetare, brevete și tehnologii, etc. Pe lângă corelarea tuturor informațiilor referitoare la cercetarea de fizică din România, baza de date construită în cadrul proiectului are și alte avantaje, printre care: poate furniza direct informații suplimentare celor din WoS, precum factorul de impact cumulat pentru fiecare arie tematică; poate prezenta mai adecvat situația publicațiilor prin corectarea și completarea informațiilor (nume de instituții, publicații lipsă, etc); poate fi extinsă și adaptată altor cerințe sau situații de interes, precum corelarea cu codurile

PACS, cuvinte cheie, etc; poate fi folosită ca model și în alte domenii ale cercetării științifice din România. (Secțiunea II.4)

A fost stabilită și apoi aplicată o procedură concretă de identificare și selecție a principalelor direcții de cercetare în fizică și domenii conexe. (Secțiunea II.5)

În primul rând s-au comparat rezultatele privind publicațiile ISI ale personalului indicat de instituțiile participante cu cele obținute direct din WoS (pentru România) în 9 arii tematice SCIE considerate cele mai caracteristice fizicii în general: Optics; Physics, Applied; Physics, Atomic, Molecular & Chemical; Physics, Condensed Matter; Physics, Fluids & Plasmas; Physics, Mathematical; Physics, Multidisciplinary; Physics, Nuclear; Physics, Particles & Fields. Scopul acestei comparații a fost dublu: (i) să se determine contribuția/ponderea instituțiilor participante la producția științifică a întregii țări în ariile tematice cele mai caracteristice domeniului, așa cum se vede direct din WoS; (ii) să se verifice funcționalitatea bazei de date create. Comparația realizată (rezultate preliminare !) arată că: 1) ponderea instituțiilor participante la producția științifică a României în cele 9 arii tematice de fizică considerate (perioada 2001-2009) este de 79 % ca număr de publicații și de 86 % ca număr de citări; 2) se impune atât o verificare riguroasă și corectare a datelor de intrare (nume autori) în baza de date creată cât și o îmbunătățire a procedurii de înregistrare/filtrare a datelor. După rezolvarea celor două aspecte menționate, se estimează creșterea contribuției instituțiilor participante cu cel puțin 10 procente. (Secțiunea II.5.1)

S-au calculat apoi trei indicatori de performanță științifică considerați ca cei mai relevanți potențialului oricărei direcții de cercetare științifică: numărul de publicații citate, numărul de citări și factorul de impact cumulat. Rezultatele se bazează pe publicațiile înregistrate în WoS și filtrate apoi după instituții, nume autori și respectiv corelarea instituții-nume. În baza de date realizată au fost înregistrați 1.737 de autori cu 11.051 de publicații ISI (article, proceeding paper, review) în 163 de arii tematice SCIE (perioada 2001-2009). Aceste 11.051 de publicații înregistrate în baza noastră de date reprezintă peste 28 % din cele 39 109 publicații care apar în WoS pentru România în toate domeniile pentru aceeași perioadă. Au fost calculate valorile celor trei indicatori în două cazuri: toți autorii și respectiv numai autorii de profesie „fizician”; cu excepția unor arii tematice mai apropiate altor domenii (Polymer Science; Chemistry, Multidisciplinary; Material Science, Multidisciplinary), diferențele sunt minore. (Secțiunea II.5.2)

În final, a fost elaborată/propusă o metodă de ierarhizare a diferitelor arii tematice în funcție de performanța științifică măsurată cu ajutorul celor trei indicatori (număr de publicații citate, număr de citări și factor de impact cumulat). Metoda se bazează pe structura histogramelor obținute (cazul „fizicieni”), identificându-se în fiecare caz în parte (corespunzător fiecăruia din cei trei indicatori), pe baza diferențelor dintre domenii succesive, trei clase de performanță (fiecare cu câte 5-15 arii tematice); apartenența unui domeniu la una din cele trei clase s-a punctat cu 3, 2 și respectiv 1; s-au luat în considerare numai ariile tematice care acumulează cel puțin 3 puncte (în medie, cel puțin 1 punct/indicator). Rezultatele obținute indică 25 de arii tematice cu potențial ridicat de cercetare științifică în fizică și domenii conexe. Acestea pot fi grupate în următoarele categorii: Fizică (13 arii tematice), Chimie (4), Știința Polimerilor (1), Știința Materialelor (3), Nanoștiință și Nanotehnologie (1), Știință și Tehnologie Nucleară (1) și Inginerie (2). Exceptând ariile tematice cu caracter general („Multidisciplinary” și „Applied”, publicațiile respective putând fi atribuite în mare măsură altor categorii tematice), primele 5 arii tematice rezultate sunt următoarele (la punctaj egal, ordinea este

alfabetică): Fizica Materiei Condensate, Fizica Nucleară și Chimia Fizică (9 puncte - punctaj maxim); Optica (8 puncte); Fizica Particulelor și a Câmpurilor (7 puncte). Metoda propusă este suficient de flexibilă (poate fi aplicată unui număr arbitrar de indicatori), mediază practic rezultatele scientometrice (atenuează fluctuațiile) pe clase de performanță științifică și elimină situațiile accidentale. (Secțiunea II.5.3)

Metodologia elaborată/propusă în acest capitol poate fi și trebuie îmbunătățită în cel puțin două aspecte: 1) tehnic, prin verificarea de către instituțiile participante a datelor de intrare/ieșire în ce privește înregistrările provenite din WoS și eventual corectarea și completarea acestora; 2) calitativ, prin includerea și altor indicatori considerați relevanți.

Bazată exclusiv pe date statistice, metodologia propusă are limite de aplicabilitate/relevanță: aceasta identifică doar „zone” cu potențial de cercetare la nivel macro (național) și nu valoarea propriu-zisă a rezultatelor științifice individuale sau de grup într-o anumită direcție de cercetare. Există cu siguranță rezultate remarcabile la nivel național și internațional, individuale sau ale unor grupuri mici, poate chiar în direcții neevidențiate prin indicatorii scientometrici considerați, care nu pot fi detectate printr-o prelucrare statistică a datelor, oricât de elaborată și sofisticată ar fi aceasta.

Rezumat/Concluzii pentru Capitolul III

În Capitolul III se face o analiză scientometrică mai detaliată a principalelor direcții de cercetare (arii tematice) identificate/selectate în Capitolul II. Studiul, bazat aproape integral pe date obținute direct din WoS, se axează pe următoarele aspecte: dinamica publicării începând cu anul 2001, contribuția instituțională (principalii „actori”), principalele reviste în care s-a publicat, cooperările internaționale care rezultă din publicații comune, precum și conexiunile/corelațiile între diferitele domenii. Toate aceste aspecte sunt prezentate mai ales pentru cele 9 arii tematice SCIE considerate cele mai caracteristice fizicii: Optics; Physics, Applied; Physics, Atomic, Molecular & Chemical; Physics, Condensed Matter; Physics, Fluids & Plasmas; Physics, Mathematical; Physics, Multidisciplinary; Physics, Nuclear; Physics, Particles & Fields. Pentru restul de arii tematice considerate se prezintă mai ales legătura cu alte domenii, principalele instituții și reviste. Analiza se face grupat pe categorii tematice mai largi: Fizică (9+4), Chimie (4), Știința Polimerilor (1), Știința Materialelor (3), Nanoștiință și Nanotehnologie (1), Știință și Tehnologie Nucleară (1) și Inginerie (2). Una din secțiuni (III.6) tratează de asemenea o comparație cu situația fizicii din alte țări. Analiza s-a bazat pe accesul la portalul SCImago Journal & Country Rank (<http://www.scimagojr.com>) care utilizează baza de date SCOPUS; din păcate, categoriile tematice tratate diferă de cele SCIE considerate de noi. Totuși, analiza permite poziționarea României în context internațional (mondial, Europa de Est și de Vest) pentru anumite domenii ale fizicii și conexe.

Principalele concluzii care se pot desprinde din analiza efectuată sunt următoarele:

1. Fizica romaneasca a produs in ultimul deceniu prin cele 9 domenii de fizica mentionate circa o treime din publicatiile indexate de ISI in Web of Science pentru Romania. Procentul de citari obtinut de aceste lucrari este de cca 50% din totalul citarilor obtinute de publicatiile cu autori romani in toate domeniile.
2. Dintre cele 9 domenii cele mai productive sunt Physics, Applied si Optics.

3. Procentele cele mai mari de articole citate se inregistreaza la domeniile Physics, Nuclear; Physics, Particles & Fields; Physics, Atomic, Molecular & Chemical iar cele mai mici se obtin la domeniile cele mai productive mentionate mai sus.
4. Indicatorul Cn(cu si fara autocitari)/Pn variaza intr-o plaja relativ larga. Cele mai mari valori (intre 7 si 9) apar la domeniile Physics, Nuclear ; Physics, Particles & Fields; Physics, Atomic, Molecular & Chemical iar cele mai mici (sub 3) la domeniile cu productivitatea cea mai mare.
5. Indicele Hirsch calculat pentru cele 12 domenii variaza intre 20 si 45. Cele mai mari valori se obtin pentru Physics, Multidisciplinary, Physics, Nuclear si Physics, Applied iar cele mai mici pentru Physics, Fluids & Plasmas.
6. Desi majoritatea domeniilor au o dinamica relativ constanta, domeniile mai productive (Physics, Applied, Optics si Physics, Multidisciplinary) au inregistrat cresteri importante in ultimii trei ani.
7. Analiza institutionala arata prezenta in primele cinci din fiecare domeniu a acelorasi sase institutii (trei institute de pe Platforma Magurele si trei universitati considerate cele mai mari din Romania) a caror profil de specializare se poate clar contura:

IFIN-HH: Physics, Nuclear; Physics, Particles & Fields; Physics, Mathematical; Physics, Atomic, Molecular & Chemical;

UB: Chemistry, Physical; Physics, Multidisciplinary; Physics, Nuclear; Physics, Particles & Fields; Physics, Atomic, Molecular & Chemical;

INFM: Phys. Cond. Matter; Physics, Applied; Mat. Science, Multidisciplinary; Optics;

UBB: Physics, Mathematical; Physics, Applied; Optics; Physics, Atomic, Molecular & Chemical;

INFLPR: Phys, Fluids & Plasmas; Mat. Science, Coatings & Films; Physics, Applied;

UAIC: Phys, Fluids & Plasmas; Physics, Applied; Physics, Multidisciplinary.

Exista de asemenea institutii care apar in primele cinci de cel mult doua ori pe pozitii inferioare, cum ar fi:

UPB: Mat. Science, Multidisciplinary

UVT: Physics, Mathematical; Physics, Particles & Fields;

UC: Physics, Nuclear

INOE: Mat. Science, Coatings & Films

ITIM: Physics, Atomic, Molecular & Chemical

8. Analiza revistelor pe domenii a revelat ca doua domenii (Physics, Nuclear si Physics, Condensed Matter) publica sistematic un numar mare de articole in reviste cu factor de impact ridicat. Exista doua domenii (Optics si Physics, Applied) care publica masiv in JOAM , revista de factor de impact redus. Domeniul Physics, Multidisciplinary contine atat articole in reviste cu factor de impact ridicat cat si in reviste romanesti cotate recent ISI.
9. O analiza bazata pe SCImago Journal & Country Rank arata ca România se situează pe poziția 32 din 127 de țări analizate (locul 41 pentru toate disciplinele cumulate). Poziții mai bune decât aceasta medie sunt înregistrate de direcțiile de cercetare: Atomic and Molecular Physics, and Optics, Nuclear and High Energy Physics și Physics and Astronomy (miscellaneous). La nivel regional (Europa de Est, 23 de țări) poziția României în ce privește producția globală de fizică este pe locul 5 după țări ca Rusia, Polonia, Ucraina și Cehia. Contribuția fizicii din România din punct de vedere al numărului de publicații cu impact internațional a crescut accentuat la nivel regional în perioada 2001 – 2008, ridicându-se de la circa 3% la 7%. O creștere constantă se observă și la nivel mondial unde contribuția a ajuns

aproape la 1%. La nivelul domeniului fizică, indicatorul citari/documente este superior celui din Europa de Est, dar este la circa 40-50% din cel al Europei de Vest. Procentul de documente citate din România este apropiat de cel din Europa de Vest. La nivelul direcțiilor de cercetare, indicatorul citari/document este la nivelul mediu al Europei de Est cu tendințe de apropiere în ultimii ani de cel al Europei de Vest în cazul direcției Instrumentation. Indicatorul procent de documente citate este în general mai aproape de cel mediu la nivelul Europei de Vest sau chiar deasupra acestuia în cazul direcției de cercetare Nuclear and High Energy Physics.

10. Majoritatea domeniilor principale din fizica au beneficiat de cooperari internationale intense. Țările din care provin cei mai mulți co-autori sunt Germania, Franța și Italia din Europa și, din afara Europei, SUA și în câteva cazuri Japonia. Rețelele de cooperare pe care se bazează producția științifică pe direcțiile analizate pot fi clasificate în trei categorii: a) rețele complexe (exemple: Physics, Particles & Fields; Physics, Nuclear; Physics, Multidisciplinary); b) rețele dense (exemple: Physics, Condensed Matter; Physics, Atomic, Molecular & Chemical; Materials Science, Multidisciplinary); c) rețele simple (exemple: Optics; Physics, Fluids & Plasmas; Physics, Mathematical).

Baza de date realizată în cadrul proiectului permite o analiză similară cu cea efectuată, chiar mai completă și mai relevantă în ce privește rezultatele, eliminându-se unele inadvertențe (de exemplu, denumirile diferite ale aceleiași instituții sunt înregistrate în diagrame ca instituții distincte) și permițând calculul mai multor indicatori (cum ar fi factorul de impact cumulat). Acest lucru ne propunem în perioada care urmează: o comparație cu analiza prezentată accesând direct WoS ar asigura o mai bună coerență și consistență cu metodologia elaborată în Capitolul II, contribuind substanțial la perfecționarea acesteia. O comparație cu situația fizicii din alte țări, pe baza informațiilor obținute direct din WoS, poate fi de asemenea efectuată pentru principalele arii tematice SCIE identificate și analizate în prezentul raport.

Rezumat/Concluzii pentru Capitolul IV

Capitolul IV a abordat problema resurselor în cercetarea de fizică din România, a infrastructurii și a impactului tehnologic și soci-economic.

Analiza resurselor umane, pe baza datelor transmise de cele 26 de instituții participante care au răspuns chestionarului, arată că putem vorbi de cca 2 000 de specialiști activi în cercetarea de fizică și domenii conexe din România. Numărul exact de persoane înregistrate în baza de date este 2.199 din care numai 1.737 au fost înregistrați ca autori de publicații ISI în perioada 2001-2009. Numărul autorilor va crește semnificativ (și al publicațiilor înregistrate, concordanța cu WoS devenind sensibil mai bună) după rezolvarea unor probleme „tehnice”, legate mai ales de nume înregistrate greșit (de exemplu, menționarea numelui înainte sau după căsătorie în celula alocată numelui de familie) sau de corelații greșite între nume și denumiri de instituții.

Din totalul specialiștilor (autorilor) înregistrați în baza noastră de date, aproximativ 71 (73) % sunt fizicieni, restul fiind de alte profesii. În general, acest raport se păstrează și în cazul publicațiilor pe direcții tematice, cu excepția unor direcții mai apropiate altor domenii (exemple: Polymer Science; Chemistry, Multidisciplinary; Engineering, Chemical). Pe grade profesionale, statistica arată că 48

(58) % din specialiști (autori) sunt cercetători „seniori” (CS1, CS2, CS3; P, L), restul fiind „juniori” (CS, IDT, AC; L, A); în general, acest lucru este corelat și cu vârsta, ceea ce indică un potențial uman destul de ridicat pentru perioada următoare. Resursa umană este inegal distribuită între institute și universități: cca 79 (73) % din specialiști (autori) provin din institute de cercetare. Distribuția după grade profesionale (științifice/didactice) și respectiv profesii (fizician/alte profesii) pentru fiecare instituție participantă a fost de asemenea prezentată. Aceste date urmează să fie reverificate împreună cu instituțiile participante și eventual actualizate.

În ce privește resursele educaționale, înregistrările din baza noastră de date arată că din totalul specialiștilor (autorilor), aproximativ 56 (60) % au titlul de doctor iar alți 19 (18) % sunt doctoranzi. Numărul de specialiști (autori) fără doctorat este extrem de scăzut în cazul universităților (1-2 %), în timp ce în cazul institutelor este destul de ridicat (în jur de 30 %). După o prezentare a organizării actuale a doctoratului în România, se prezintă principalele direcții tematice din școlile doctorale (UB, UPB, UBB, UAIC, UVT, UC), situația conducătorilor de doctorat și a doctoranzilor, dinamica doctoranzilor, etc. Deși s-a solicitat instituțiilor participante, prin chestionarul transmis, menționarea conducătorilor de doctorat, această situație nu a fost în general transmisă; informațiile provin de la școlile doctorale, afilierea de bază a conducătorilor de doctorat nefiind indicată (așa se explică numărul extrem de mare de conducători de doctorat la Univ. București, foarte mulți dintre ei cercetători în institutele de pe Platforma Măgurele, în comparație cu alte universități din țară). Statistica pe ani evidențiază că domeniul cu numărul cel mai mare de înmatriculări la doctorat este fizica materiei condensate, urmat de fizica atomică și nucleară și apoi de optică, plasmă, laseri.

Conform datelor obținute de la 20 (16 parteneri și 4 ne-parteneri) din cele 29 de instituții solicitate, valoarea finanțării pe proiectele naționale (care includ și investițiile în infrastructura de cercetare) este cu un ordin de mărime mai mare decât pe cele internaționale. Atribuirea ariilor tematice s-a făcut de către instituțiile participante pe baza celor 34 de categorii tematice SCIE selectate inițial ca relevante fizicii și domeniilor conexe (Tabelul 1 din Cap. II, Sec. II.1). Primele 20 de direcții naționale (în ordinea volumului de finanțare) se regăsesc (cu 2-3 excepții) în primele 20 de direcții ale proiectelor internaționale. Finanțarea internațională este în genere pe domeniile în care există cooperări internaționale de anvergură. În acest context e de remarcat ponderea mare a domeniului „Fluids & Plasma”, care se datorează în principal alocării acestui domeniu a tuturor proiectelor programului EURATOM-Fuziune; acest lucru va fi reconsiderat, proiectele programului acoperind o gamă foarte largă de arii tematice precum fizică aplicată, nucleară, materiei condensată, materiale, etc. Domeniile cu cea mai mare finanțare pe plan național au fost: Nanoscience & Nanotechnology; Physics, Condensed Matter; Physics, Applied. Pe plan internațional, domeniile care au primit finanțare maximă sunt: Physics, Fluids & Plasma (proiectele programului EURATOM), Multidisciplinary Sciences, Physics, Particles & Fields și Astronomy & Astrophysics. Analiza a fost concentrată pe programele pentru care datele obținute sunt complete (CERES 2001-2004, CEEEX 2006-2007, IDEI 2007-2008, NUCLEU 2003-2009, MATNANTECH, AEROSPATIAL) precum și pentru cele parțial incomplete dar a căror pondere este considerată majoră (CORINT, EURATOM, PARTENERIATE, CAPACITATI SA). Studiul întreprins și dificultățile întâmpinate arată clar necesitatea existenței unei baze de date la nivel național privind finanțarea proiectelor de cercetare.

Infrastructura de cercetare cuprinde instalații mari (cca 26 dintre care 10 sunt instalații de interes național) cu valori între câteva milioane de euro până la cca 300 milioane de euro. În ultimii câțiva ani au crescut semnificativ investițiile atât în laboratoare acreditate (circa 12 laboratoare pentru

masuratori in domeniile nuclear, optica, materiale) cat si cele in sisteme si aparatura de cercetare aflate in dotarea institutiilor cuprinse in proiectul ESFRO. Problema infrastructurii de cercetare necesită însă o analiză mult mai elaborată; foarte multe lucruri trebuie revizuite și clarificate (cum ar fi valorile marilor instalații sau echipamente de cercetare, ariile tematice care le acoperă, etc). Realizarea unui registru național al infrastructurilor de cercetare va oferi o imagine mai fidelă a potențialului în acest domeniu.

Cele peste 300 de brevete înregistrate sunt clasificabile în domeniile de fizica aplicată, instrumentație și în cele legate de Materials Science. Cele cca 130 tehnologii aplicate aparțin domeniilor Nuclear Science and Technology, Physics, Condensed Matter și Physics, Applied. 47% dintre cele aproape 450 de servicii identificate aparțin domeniului tehnologiei nucleare dar există și alte domenii care pot fi remarcate precum Physics, Applied, Nanoscience & Nanotechnology și Physics, Condensed Matter.

Fizica se remarcă printr-un puternic impact social: generare de noi cunoștințe în domenii esențiale dezvoltării tehnologice a societății; educație și calificare profesională pentru specialiști care își aduc contribuția în diverse domenii de activitate; contribuie substanțial la creșterea calității vieții.

Concluzii generale

Studiul realizat propune o metodologie de evaluare a direcțiilor de cercetare în fizică și domenii conexe bazată pe date statistice și aplicând criteriile de performanță științifică (publicații ISI), potențial uman (autori publicații ISI), infrastructură de cercetare (instalații, echipamente, laboratoare), finanțare competițională (proiecte de cercetare-dezvoltare) și impact socio-economic (educație și formare profesională, brevete, tehnologii, servicii). Metodologia elaborată, riguros dezvoltată, a fost aplicată la identificarea celor mai active/vizibile arii tematice (SCIE) de cercetare în fizică și domenii conexe; în acest sens, a fost realizată o bază de date dedicată, flexibilă și extensibilă, care permite prelucrarea eficientă a datelor înregistrate și corelarea diferiților indicatori. Rezultatele obținute, încă preliminar, confirmă aplicabilitatea și potențialul metodologiei elaborate; pentru o analiză pe deplin relevantă, este totuși necesară o etapă de verificare suplimentară, corectare și completare a înregistrărilor și rezultatelor obținute (împreună cu instituțiile participante la prezentul proiect). Considerăm că metodologia propusă și analiza efectuată în cazul fizicii pot fi ușor aplicate și altor domenii ale cercetării științifice.