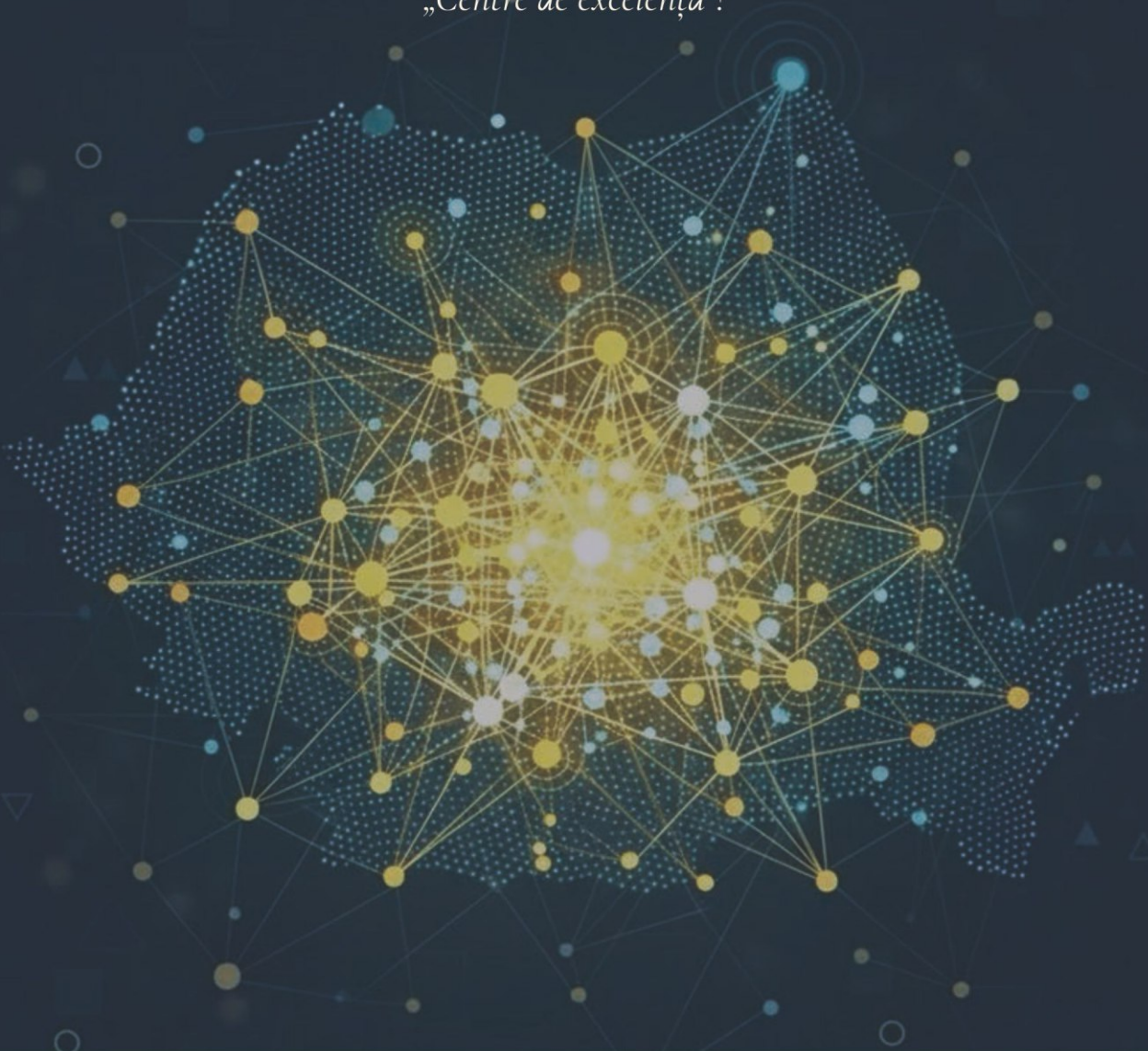


CENTRALITATE ȘI INFLUENȚĂ ÎN CERCETAREA DIN ROMÂNIA

*Ce spune analiza rețelelor despre participarea și succesul
entităților de cercetare în competiția
„Centre de excelență”?*



ADRIAN HATOS

SMARANDA LIANA CIOBAN-KUDELCA

Presă Universitară Clujeană

ADRIAN HATOS | SMARANDA CIOBAN-KUDELCA

Centralitate și influență în cercetarea din România

Ce spune analiza rețelelor despre participarea și succesul entităților de cercetare în competiția „Centre de excelență”?

ADRIAN HATOS (n. 29 februarie 1972, Sfântu Gheorghe) este profesor universitar la Universitatea din Oradea, Facultatea de Științe Socio-Umane, unde coordonează doctorate în Sociologie și conduce Școala Doctorală de Sociologie. A fost senator în Parlamentul României (2020–2024) și membru în consiliul consultative ale Ministerului Educației. A publicat peste o sută de lucrări științifice și volume precum *Sociologia educației* (Polirom, 2006) și *Participarea comunitară în România urbană* (Institutul European, 2013), fiind și coeditor al lucrării *Tradiție și inovație: 15 ani de cercetare doctorală în sociologie la Oradea* (2024).

SMARANDA-LIANA CIOBAN-KUDELCA (n. 26 august 1988, Zalău) este asistent universitar la Universitatea din Oradea și analist de date într-o companie IT. Doctor în Sociologie (2022), teza sa a abordat devianța comportamentală și riscurile online la adolescenți. Interesele sale de cercetare includ devianța digitală, drepturile copilului și relația dintre educație și mediul online. A publicat articole și a susținut workshopuri în domeniul cercetării calitative și al analizei de rețele, fiind autoarea volumului *La limita normei: adolescenți, vulnerabilitate socială și devianță digitală* (2025).

ADRIAN HATOS | SMARANDA CIOBAN-KUDELCA

Centralitate și influență În cercetarea din România

**Ce spune analiza rețelelor despre participarea
și succesul entităților de cercetare
în competiția „Centre de excelență”?**

PRESA UNIVERSITARĂ CLUJEANĂ

2025

Referenți științifici:

Prof. univ. dr. Sergiu Bălțătescu

Conf. univ. dr. Sorana Săveanu

Tehnoredactare: Dana Mereuță

Copertă: Beáta-Fatime Gyarmati

ISBN 978-606-37-2775-7

© 2025 Autorii volumului. Toate drepturile rezervate.
Reproducerea integrală sau parțială a textului, prin orice
mijloace, fără acordul autorilor, este interzisă și se pedepsește
conform legii.

Universitatea Babeș-Bolyai
Presa Universitară Clujeană
Director: Codruța Săcelean
Str. B.P. Hasdeu nr. 51
400371 Cluj-Napoca, România
Tel.: (+40)-744.687.884
E-mail: editura@ubbcluj.ro
<http://www.editura.ubbcluj.ro/>

CUPRINS

Introducere.....	9
Rețele de colaborare în cercetare. Programul de finanțare al centrelor de excelență din România.....	11
Cercetarea parteneriatelor de cercetare prin analiză de rețea.....	15
Concepte, tehnici și indicatori în analiza rețelelor	17
Caracteristici ale rețelei	17
Caracteristici ale nodurilor	22
Caracteristici ale relațiilor. Relații multiplex.....	27
Factori determinanți ai poziției instituțiilor în rețelele de colaborare științifică	29
Introducere.....	29
Impactul proximității geografice asupra constituirii parteneriatelor de cercetare.....	29
Categorii de instituții și rețele de cercetare.....	31
Mărimea instituțiilor.....	34
Concluzii.....	35
Metodologia cercetării	37
Obiectiv	37
Unități de analiză și unități de măsurare.....	37
Variabile la nivel de entități	38
Proceduri de lucru	39
Descrierea proiectelor și a entităților participante	41
Proiectele depuse.....	41
<i>Număr de instituții participante pe categorii.....</i>	<i>42</i>
<i>Descrierea generală a proiectelor depuse</i>	<i>43</i>
<i>Descrierea coordonatorilor de proiecte.....</i>	<i>47</i>
Probabilitatea de a fi coordonator al unui proiect.....	50
Concluzii.....	52
<i>Direcții strategice</i>	<i>53</i>
Descrierea rețelelor de parteneriat de cercetare	55
Introducere.....	55
Densitatea și centralizarea în rețele.....	55
<i>Densitatea</i>	<i>56</i>
<i>Centralizarea</i>	<i>58</i>
Concluzii.....	62

<i>Direcții strategice</i>	62
Ierarhii de centralitate	65
Introducere	65
Rezultate	65
<i>Ierarhii bazate pe Eigenvector Centrality (EC)</i>	66
<i>Ierarhii bazate pe Degree Centrality (DC)</i>	69
<i>Ierarhii bazate pe Weighted Degree Centrality (WDC)</i>	72
<i>Ierarhii bazate pe Closeness Centrality (CC)</i>	73
<i>Ierarhii bazate pe Betweenness Centrality (BC)</i>	75
<i>Ierarhii de centralitate pe tipuri de instituții</i>	78
<i>Ierarhii de centralitate pe regiuni de dezvoltare</i>	85
Concluzii	86
<i>Direcții strategice</i>	87
Identificarea unor structuri de tip nucleu-periferie	89
Introducere	89
Metodă	89
Identificarea unor structuri de tip nucleu-periferie în rețeaua generală	90
Identificarea unor structuri de tip nucleu-periferie pe domenii	94
<i>Rețeaua Climă, energie și mobilitate</i>	94
<i>Rețeaua Cultură, creativitate și societate incluzivă</i>	96
<i>Rețeaua Digitalizare, industrie și spațiu</i>	99
<i>Rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu</i>	102
<i>Rețeaua Sănătate</i>	104
<i>Rețeaua Securitate civilă pentru societate</i>	106
Concluzii	110
<i>Direcții strategice</i>	111
Identificarea unor roluri în rețele	113
Introducere	113
Identificarea hub-urilor	113
<i>Introducere</i>	113
<i>Rețea generală – Hub-uri</i>	113
<i>Rețele pe domenii - Hub-uri</i>	115
<i>Concluzii</i>	121
Identificarea entităților tip punte	122
<i>Introducere</i>	122
<i>Metodă</i>	122
<i>Punți în rețeaua generală</i>	123
<i>Punți în rețelele pe domenii</i>	127
Concluzii	143

Goluri structurale/Structural holes	145
Introducere.....	145
Metodă.....	146
Rezultate.....	146
<i>Structural holes în rețea generală</i>	<i>146</i>
<i>Structural holes în rețele pe domenii.....</i>	<i>152</i>
Concluzii.....	165
 Analiza multiplex	 167
Introducere.....	167
Metodă. Concept	167
Rezultate.....	167
Concluzii.....	170
<i>Direcții strategice</i>	<i>170</i>
 Impactul regiunii	 171
Introducere.....	171
Localizarea geografică	171
<i>Localizarea geografică în Rețeaua generală</i>	<i>171</i>
<i>Localizarea geografică pe domenii</i>	<i>174</i>
<i>Concluzii</i>	<i>178</i>
Distribuția geografică a entităților în funcție de tipul de instituții	178
Omogenitatea regională	180
Concluzii.....	182
 Modelarea participării în parteneriate de cercetare în calitate de coordonator: Impactul centralității în rețea	 183
Introducere.....	183
Metodologie.....	184
Rezultate.....	185
<i>Modelele de regresie</i>	<i>186</i>
Discuție	187
Limite	188
Concluzii.....	189
 Modelarea probabilității de obținere a finanțării în urma participării în competiția pentru centre de excelență. Impactul centralității în rețea.....	 191
Introducere.....	191
Metodologie.....	191
Rezultate.....	193
Discuție	196
Limite	197

Concluzii	198
Concluzii generale privind ecosistemul de cercetare din România: o analiză a rețelelor de colaborare	199
Structura rețelei: Centralizare, ierarhie și fragmentare tematică	199
Actorii cheie și rolurile lor în rețea	200
Dezechilibre majore în ecosistemul de cercetare.....	200
Factorii de succes: centralitatea ca predictor cheie al participării în proiecte finanțate	201
Recomandări strategice	202
Bibliografie.....	203

Introducere

Rețelele de colaborare științifică au devenit, în ultimele decenii, unul dintre subiectele centrale în studiul dinamicii cercetării academice. Globalizarea științei, creșterea interdependenței între discipline și presiunea pentru publicarea în reviste internaționale de prestigiu au transformat colaborarea dintr-o opțiune individuală într-o **strategie instituțională esențială**. Numeroase studii arată că cercetările realizate în echipe și, mai ales, în parteneriate internaționale au o vizibilitate și un impact mult mai ridicate decât lucrările individuale (Newman, 2010; Wagner, 2008). În acest context, înțelegerea modului în care instituțiile și cercetătorii se conectează în rețele devine nu doar o problemă de analiză științifică, ci și una de politică publică.

Abordarea rețelilor de colaborare prin instrumentele **analizei rețelilor sociale (ARS)** permite identificarea nodurilor centrale, a clusterelor disciplinare și a tiparelor de interacțiune. Această metodă oferă un cadru de investigare care depășește analiza clasică bazată exclusiv pe indicatori bibliometrici (număr de articole, factori de impact) în înțelegerea dinamicii științei. Prin intermediul măsurilor de centralitate, densitate sau modularitate, ARS evidențiază atât **structura relațiilor**, cât și **inegalitățile** dintre instituții sau regiuni. Acest lucru este deosebit de relevant pentru spațiile academice emergente, precum România și Europa Centrală și de Est, unde decalajele de resurse și vizibilitate influențează puternic oportunitățile de colaborare fără ca aceste aspecte să fie investigate.

Un rol central îl joacă **resursele instituționale**. Universitățile și institutele cu bugete consistente, infrastructuri avansate și personal numeros tind să ocupe poziții centrale în rețele, atrăgând parteneri mai mici și resurse suplimentare. Această **polarizare structurală** este un fenomen constant în literatura de specialitate, fiind asociat cu apariția „hub-urilor” care domină rețeaua și cu marginalizarea instituțiilor periferice (Barabási, 2002). În același timp, rolul politicilor publice – naționale și europene – este decisiv: finanțările pentru proiecte internaționale, mobilitățile academice sau investițiile în infrastructuri creează oportunități de integrare în rețelele globale.

Un alt set de factori discutat în literatura de specialitate este cel al **proximităților**. Proximitatea geografică facilitează colaborarea prin costuri reduse de mobilitate și prin interacțiuni mai frecvente. Proximitatea organizațională, exprimată prin apartenența la aceleași consorții sau rețele instituționale, consolidează cooperarea pe termen lung. Proximitatea cognitivă – similaritatea în cunoștințe, metode și paradigme – reduce

barierele de comunicare și stimulează interdisciplinaritatea (Boschma, 2005). Acest gen de proximitate afectează și organizațiile - cele similare tind să aibă relații preferențiale. Înțelegerea acestor dimensiuni este esențială pentru explicarea structurii rețelelor academice și pentru formularea de politici menite să stimuleze colaborarea.

România oferă un teren deosebit de interesant pentru studierea acestor fenomene. În ultimele două decenii, participarea instituțiilor românești la programele europene (FP7, Horizon 2020, Horizon Europe) a crescut semnificativ, dar persistă **decalaje importante** față de statele vest-europene în ceea ce privește densitatea colaborărilor și nivelul de internaționalizare. Regiunile din țară se diferențiază și ele: universitățile din anumite regiuni sunt mai bine conectate la rețelele europene, în timp ce entitățile din alte regiuni rămân mai puțin integrate. Aceste diferențe reflectă atât disponibilitatea resurselor, cât și rolul proximității geografice și al tradițiilor academice.

Obiectivul principal al acestui studiu este de a **analiza structura și dinamica rețelelor de colaborare științifică din România**, cu accent pe factorii care determină poziția instituțiilor în rețea. Studiul urmărește să răspundă la câteva întrebări esențiale:

- Care sunt caracteristicile principale ale rețelelor de cooperare în cercetare în România?
- Care sunt nodurile centrale ale acestei rețele și ce factori explică poziția lor?
- Care sunt elementele importante de tip punte, centrală, centru vs periferie, între cine apar relații multiplex, în această rețea?
- În ce măsură se regăsesc în România tiparele identificate în literatura internațională (polarizare, apariția hub-urilor)?
- Cum influențează proximitatea geografică formarea colaborărilor?
- Ce rol joacă resursele instituționale dar și cele de rețea în participarea în aceste rețele și în succesul aplicațiilor pentru finanțare?

Pentru a răspunde la aceste întrebări la nivelul anului 2024 vom investiga prin tehnici de analiză de rețea datele competiției de proiecte de cercetare „Centre de excelență”, derulată de UEFISCDI și finanțată din PNRR. Trebuie să menționăm că, datorită faptului că alcătuirea consorțiilor s-a realizat pe apeluri tematice, nu am interogat în mod aparte impactul posibil al proximității „cognitive”, care în cazul nostru se referă la specializarea tematică a entităților, dar acolo unde e cazul vom face inferențe referitoare și la acest aspect.

Prin răspunsul la aceste întrebări, analiza își propune să ofere atât o **contribuție teoretică** la literatura despre rețelele academice, cât și o **contribuție practică**, furnizând date și interpretări relevante pentru

elaborarea politicilor de cercetare și inovare. Astfel, rezultatele nu vor reflecta doar o radiografie a colaborărilor existente, ci și o **direcție strategică** pentru dezvoltarea cercetării în România și pentru integrarea sa în spațiul european și global al cunoașterii.

Rețele de colaborare în cercetare. Programul de finanțare al centrelor de excelență din România

Rețele de colaborare în cercetare

Rețelele de cercetare sunt cadre de colaborare care facilitează schimbul de cunoștințe, expertiză și resurse în rândul cercetătorilor din diverse discipline. Aceste rețele au câștigat importanță pe măsură ce comunitățile academice și științifice au recunoscut pe deplin valoarea abordărilor interdisciplinare pentru a rezolva probleme societale complexe. Ele permit punerea în comun a diverselor talente și perspective, conducând la inovații care ar fi greu de realizat prin eforturi izolate. Creșterea în importanță a rețelelor de cercetare reflectă schimbări mai ample în paradigmele academice, așa cum demonstrează creșterea în frecvență a programelor de studii interdisciplinare și a proiectelor de colaborare de la sfârșitul secolului al 20-lea. (Balleisen, 2024; Dogra, 2025; Lopes et al., 2024) Cercetările privind rețelele de parteneriate de cercetare colaborativă au subliniat, pe de altă parte, importanța unei înțelegeri mai bune inclusiv a impactului finanțărilor asupra calității cercetării și asupra caracteristicilor colaborării dintre instituțiile implicate (Álvarez-Bornstein et al., 2019; Shin et al., 2022).

Rolul colaborării în rețele de cercetare a sporit în mod semnificativ odată cu accentuarea importanței abordărilor interdisciplinare. Astfel de colaborări au fost recunoscute ca fiind esențiale pentru generarea de soluții transformatoare la problemele din lumea reală, mai ales că interconectarea diferitelor principii științifice se reflectă în natura însăși. (Ansari & Khan, 2020)

Mai mult, contribuțiile academice au evidențiat necesitatea angajamentului pentru cercetarea implicată în comunitate și integrarea cercetării științifice aplicate cu știința socială și etica (Dogra, 2025). Această evoluție a deschis calea pentru un mediu de cercetare mai echitabil și colaborativ, încurajând dialogul și parteneriatul continuu între diverse părți interesate în mediul academic și nu numai. (Balleisen, 2024)

Rețelele de cercetare colaborativă sunt formate pentru a aborda probleme specifice de cercetare prin punerea în comun a resurselor, experienței și talentelor participanților. Rețelele sunt caracterizate de inițiative planificate în comun, care necesită timp și efort semnificativ pentru a stabili proceduri comune și a crea documente de bază. La un nivel analitic, aceste rețele sunt acțiuni colective (Olson, 1965) care produc

beneficii prin punerea în comun a resurselor și, evident, manifestă toate problemele acțiunilor colective. Instituțiile de cercetare și cercetătorii beneficiază în mod individual, de exemplu, de mobilitate și de accesul la infrastructura de cercetare.

La nivel european, aceste rețele urmăresc să integreze diverse eforturi de cercetare, să sporească colaborarea dintre savanți și să eficientizeze accesul la resurse vitale, contribuind la obiectivul mai larg al Uniunii Europene de a crea un Spațiu European de Cercetare (ERA) coeziv. Înființată în 2000, ERA urmărește să elimine fragmentarea din peisajul de cercetare al UE, încurajând în cele din urmă un ecosistem european de cercetare mai competitiv și mai inovator prin stimularea parteneriatelor la nivelul Uniunii Europene.

Programul de finanțare al centrelor de excelență din România - 2024

Existența și funcționarea rețelelor de parteneriat în cercetare depinde de existența și constrângerile surselor de finanțare. Astfel de rețele apar și ca urmare a unor factori de tip pull, a cererii de parteneriate din partea finanțatorilor. Reflectând dinamica recentă a politicilor de cercetare, acestea încurajează din ce în ce mai frecvent organizarea în astfel de rețele. Exemple notorii din acest punct de vedere sunt consorțiile de cercetare finanțate de Uniunea Europeană de decenii deja, prin Programele Cadru și, apoi prin programele de tip Horizon. În consonanță cu valoarea dovedită a parteneriatelor, Uniunea Europeană a alocat 95,5 miliarde de euro în cadrul programului Horizon Europe (2021-2027), prin care, până la finalul anului 2023, au fost finanțate aproximativ 7.500 de proiecte colaborative de cercetare și inovare^{1,2}.

În ceea ce privește România, Guvernul derulează programe de finanțare a proiectelor de cercetare realizate în consorții încă din 2010, prin programul de proiecte strategice gestionat de UEFISCDI.

Agențiile naționale de finanțare joacă un rol crucial în apariția și structura rețelelor de parteneriat de cercetare chiar dacă la nivel ideal așteptarea este ca aceste structuri să ia naștere prin procese de tip bottom-up. Aceste agenții acționează ca actori cheie în modelarea peisajului colaborării în cercetare prin diferite mecanisme (Bellotti, 2012; Chompalov et al., 2002; Dooly et al., 2022). Printre acestea se poate regăsi chiar stimularea organizării de rețele de parteneriate de cercetare, cum este și cazul programului de centre de excelență pe care îl supunem atenției (Breschi & Cusmano, 2006; Roesler & Broekel, 2017). Pe de altă parte, structura și dinamica rețelelor de parteneriate de cercetare trebuie să fie

¹ https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en
² <https://ec.europa.eu/info/fundingtenders/opportunities/portal/screen/opportunities/horizon-dashboard>

urmărită de agențiile finanțatoare pentru a aplica unele reglaje privind fenomenele care se pot manifesta în aceste structuri: să echilibreze raportul dintre competiție și colaborare (Dooly et al., 2022), să combată dezechilibrele de putere, recunoscute sub forma unei prea puternice centralizări a rețelelor, sau evitarea situațiilor în care rețelele se închid în fața unor noi participanți deoarece mecanismele de auto-întărire și inerția structurală în cadrul rețelelor pot duce la blocare, unde nucleul rețelei se formează devreme și se închide în jurul participanților frecvenți (Breschi & Cusmano, 2006).

În plus, dezvoltarea instrumentelor avansate de comunicare și a platformelor digitale facilitează în mod semnificativ colaborarea în cercetare, permițând cercetătorilor să fie mai ușor în contact și să depășească barierele geografice (Lopes et al., 2024). Rețele de cercetare au mai multe varietăți, precum: rețele de cercetare colaborative care adresează diverse probleme specifice prin inițiative comune, rețele de consultare științifică care furnizează consultanță și rețele de informații care facilitează schimbul de informații.

Programul „Centre de excelență” (CoEx) al UEFISCDI are ca scop consolidarea cercetării științifice din România prin formarea de parteneriate în domenii de excelență științifică, reunind organizații de cercetare din România. Obiectivele principale ale programului sunt aceleași, în linii mari, cu cele ale programelor europene de susținere a rețelelor de cercetare: crearea unei mase critice de cercetători și promovarea interdisciplinarității, pe de o parte, și abordarea provocărilor majore din Agenda Strategică de Cercetare, pe de alta. Fondurile totale alocate pentru acest program sunt de 1,6 miliarde de lei (aprox. 320 de milioane de euro) urmărindu-se implementarea unui număr de aproximativ 24-26 de rețele de cercetare colaborativă cu începere din 2025. Au putut intra în parteneriatele propuse mai multe categorii de entități juridice cu activitate de cercetare:

- Universități publice și private acreditate.
- Institute naționale de cercetare-dezvoltare.
- Centre de cercetare independente sau institute academice.
- Companii private care desfășoară activități de cercetare-dezvoltare (R&D), IMM-uri inovatoare; Spin-off-uri și start-up-uri tehnologice.
- Organizații neguvernamentale care derulează proiecte de cercetare.
- Autorități publice sau instituții implicate în susținerea și aplicarea rezultatelor cercetării.
- Organizații de cercetare din alte state membre UE, care pot participa ca parteneri în consorțiu pentru a sprijini implementarea proiectelor prin colaborări internaționale.

Dacă în cazul universităților, al INCD-urilor, al structurilor Academiei Române, de exemplu, asimilarea cu instituțiile de cercetare a fost automată, în cazul entităților private de tip SRL și ONG, activitatea de cercetare trebuia să fie din categoria celor „...al cărei obiectiv principal este de a efectua în mod independent cercetare fundamentală, cercetare industrială sau dezvoltare experimentală, sau de a disemina la scară largă rezultatele unor astfel de activități, prin predare, publicare, sau transfer de cunoștințe”³. Această restricție a diminuat drastic, cu siguranță, numărul de organizații private care au participat la această competiție.

Fiecare proiect putea să fie încadrat într-un singur domeniu, intitulat în mod oficial „zonă de impact societal principal”, care aveau de asemenea subordonate mai multe subdomenii (zone de impact societal secundar):

- Digitalizare, industrie și spațiu
- Climă, energie și mobilitate
- Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu
- Sănătate
- Cultură, creativitate și societate incluzivă
- Securitate civilă pentru societate⁴.

Nu intrăm în detalierea subdomeniilor, având în vedere că alocarea prealabilă a numărului de finanțări s-a făcut pe zonele de impact social principal. Altfel spus, fiecare proiect afiliat unei zone de impact principal a fost în competiție cu toate proiectele depuse la respectiva tematică.

Programul a fost lansat la începutul anului 2024, având un prim termen de depunere a proiectelor 24 aprilie 2024, fiind ulterior prelungit până la 13 mai 2024. În urma verificării eligibilității proiectelor depuse, 20 au fost declarate neeligibile iar 4 au fost retrase de coordonatorii lor. Deși la evaluarea finală au participat doar 85 de proiecte, vom analiza în această investigație toate cele 109 proiecte, acestea reprezentând parteneriate complete, chiar dacă din cauza unor încălcări ale regulamentului competiției au fost declarate neeligibile sau membri parteneriatelor au decis să retragă proiectele. Rezultatele finale ale evaluării au fost publicate cu o întârziere de mai bine de jumătate de an față de calendarul preconizat, în iulie 2025⁵.

³ Conform Anexei 5.1. Declarație privind încadrarea în definiția organizației de cercetare, care trebuia anexată la depunerea aplicației de către fiecare partener. <https://uefiscdi.gov.ro/resource-867734-Anexa5.1.docx>

⁴ Vezi: <https://uefiscdi.gov.ro/resource-867725-CoEx31.01.2024.pdf>

⁵ <https://uefiscdi.gov.ro/centre-de-excelenta-coex>

Cercetarea parteneriatelor de cercetare prin analiză de rețea

Deși Uniunea Europeană, prin programul Horizon de exemplu, încurajează formarea unor rețele internaționale, ultimele decenii au cunoscut o proliferare a cercetărilor care aplică tehnici de analiză de rețea pentru a investiga structura și dinamica rețelelor de parteneriate de cercetare la nivel național chiar și la nivelul UE. Belloti (2012) și Muscio et al (2013) investighează rețelele de cercetare din Italia, Álvarez-Bornstein et al (2019) și Shin et al (2022) au investigat parteneriate de cercetare din Spania, Kyvik și Reymert (2017) au cercetat cooperarea dintre universitățile din Norvegia iar Cugmas et al (2020) și Ferligoj et al (2015) au aplicat instrumente similare asupra ecosistemului de cercetare din Slovenia. În România, deși metoda permite o mapare interesantă a ecosistemului național de cercetare-dezvoltare, acest tip de parteneriate a beneficiat de studii sistematice doar prin investigarea rețelelor de citare și de coautorat (Gaskó et al., 2016; Hâncean et al., 2021; Mihăilă, 2018; Radu et al., 2022). Din câte cunoaștem noi, studiul de față este primul de acest tip referitor la cercetarea românească fiind făcut posibil, e drept, și de programul de finanțare, prin PNRR, al Centrelor de Excelență în Cercetare din 2024.

Analiza rețelelor de parteneriate de cercetare

Teoria rețelelor presupune că relațiile încorporate în rețelele de cercetare joacă un rol crucial în stimularea inovației și a creșterii economice (Powell & Grodal, 2006). Structura și calitatea acestor rețele au fost legate de eficacitatea eforturilor de colaborare, având un impact asupra succesului general al rezultatelor cercetării. În special, clusterelor inovatoare, cum ar fi Silicon Valley, exemplifică modul în care rețelele bine conectate pot facilita progrese inovatoare în industriile de înaltă tehnologie (Dooley et al., 2022).

În cadrul cercetărilor privind rețelele de parteneriat de cercetare sunt investigate, printre altele, structura și proprietățile rețelelor de cercetare printre care, dintre cele relevante în acest context amintim:

- Încorporarea structurală (*structural embeddedness*) este un concept cheie, care se referă la natura relațiilor, legăturilor și nodurilor dintr-o rețea, inclusiv structura, configurația și calitatea acestora.
- Structura rețelelor:
 - Densitatea rețelelor de parteneriat
 - Centralizarea rețelelor
 - Structurile nucleu-periferie sunt analizate pentru a evalua influența diferitelor organizații în cadrul rețelei.
 - Golurile structurale – sunt goluri în rețea între actori din parteneriat și care sunt importante pentru a identifica oportunitățile de inovare

- Caracteristici ale nodurilor:
 - Centralitatea nodurilor, care poate fi măsurată în diferite moduri (de exemplu (e.g., degree, betweenness, closeness, eigenvector), este utilizată pentru a identifica actorii cheie din rețea. Densitatea și centralizarea rețelei sunt examinate ca proprietăți structurale.
 - Noduri cu calitate de punte (bridge)
 - Noduri cu calitate de centru (hubs)
- Caracteristici ale relațiilor: intensitatea legăturilor, importanța legăturilor de tip multiplex între entitățile de cercetare
- Caracteristici ale nodurilor care determină structurarea rețelelor:
 - Factori geografici în structurarea rețelei, proximitatea geografică
 - Categoriile de instituții

Analiza rețelelor de colaborare științifică din România, ilustrată prin programul Centrelor de Excelență finanțat din PNRR, nu doar cartografiază ecosistemul național de cercetare, evidențiind polarizări, hub-uri și proximități, ci și deschide calea către o explorare aprofundată a conceptelor cheie din literatura de specialitate. Următoarele capitole vor detalia teoriile referitoare la rețelele de cercetare oferind astfel un cadru conceptual robust pentru interpretarea dinamicii parteneriatelor și formularea de recomandări strategice pentru politicile de inovare. Cercetarea noastră continuă cu o secțiune descriptivă dedicată celor 109 de proiecte depuse și celor 196 de entități participante, evidențiind rolurile de coordonare asumate de acestea. O parte centrală a cercetării se concentrează pe topologia rețelei generale, identificând un efect de „lume mică” și un grad ridicat de centralizare și ierarhie. Prin calculul ierarhiilor de centralitate sunt identificați actorii-cheie (hub-uri), punți și brokerii care umplu golurile structurale ale rețelei, asigurând coeziunea între subcomunitățile tematice. De asemenea, sunt analizate structurile de tip nucleu-periferie și natura relațiilor multiplex (colaborarea în domenii multiple). Un capitol separat explorează impactul geografic, relevând concentrarea entităților în regiunea București-Ilfov și omogenitatea regională a consorțiilor. În faza finală, raportul utilizează modele de regresie logistică pentru a demonstra că centralitatea instituțională este predictorul cheie al probabilității de a coordona și de a obține finanțare în competiție. În încheiere, sunt prezentate concluziile generale privind dezechilibrele majore de exemplu (subreprezentarea sectorului privat și non-profit) și sunt formulate recomandări strategice pentru consolidarea ecosistemului național de cercetare-inovare.

Concepte, tehnici și indicatori în analiza rețelelor

Analiza parteneriatelor de cercetare, precum cele formate în cadrul programului Centre de Excelență, necesită instrumente capabile să surprindă complexitatea și dinamica relațiilor dintre instituții. Analiza Rețelelor Sociale (ARS) oferă o perspectivă unică în acest sens, permițând nu doar vizualizarea, ci și cuantificarea structurii colaborărilor pentru a identifica actorii cheie, grupurile influente și oportunitățile strategice neexploatate.

Pentru a putea însă interpreta corect hărțile de colaborare și a înțelege semnificația datelor, este esențială familiarizarea cu limbajul specific acestei metodologii. Următoarea secțiune servește drept fundament conceptual, definind elementele de bază ale unei rețele – de la **noduri și conexiuni**, la indicatori avansați care măsoară coeziunea întregii structuri (precum **densitatea și centralizarea**) sau importanța unui actor individual (prin diversele măsuri de **centralitate**). Înțelegerea acestor concepte este crucială pentru a descifra modul în care cunoașterea și resursele circulă în ecosistemul de cercetare analizat.

Caracteristici ale rețelei

Nodurile numite și actori, vectori (*nodes, vectors, vertices, points*) - reprezintă entitățile care alcătuiesc o rețea socială (Marin & Wellman, 2011; Tabassum et al., 2018). În practică, diverse unități de analiză pot fi studiate prin intermediul analizei de rețea. Acestea includ: persoane, organizații, cercetători, pagini web, țări, articole științifice, școli, personaje din opere literare. În prezentul studiu, nodurile (entități) sunt constituite din instituțiile care fac parte din ecosistemul de cercetare și care au participat la programul de finanțare al Centrelor de Excelență. În funcție de gradul de conectare, în limbajul analizei de rețea s-a încetățenit referirea la mai multe tipuri de noduri:

- Noduri izolate sunt cele care nu au nici o conexiune în rețea. În studiul nostru acest lucru nu este posibil, dar cu siguranță există entități de cercetare românești care nu au fost implicate în nici un proiect în cadrul programului Centrelor de Excelență.
- Noduri hubs (noduri centrale) sunt noduri **cu foarte multe conexiuni** către alte noduri. Hub-urile au o centralitate de **grad foarte ridicat** (high degree).
- Noduri bridge (punte) sunt noduri care **leagă părți altfel separate ale rețelei**. De obicei, aceste noduri au o centralitate de **grad scăzută**, dar **centralitate de intermediere ridicată** (betweenness centrality mare).
- Noduri vecin sunt direct **conectate** la alt nod, adică au o **distanță de doar o muchie** față de acel nod.

Conexiuni numite și legături (*edges, ties, lines*) – în formă grafică, fiecare conexiune este reprezentată printr-o linie și face legătura între două entități (Tabassum et al., 2018). Acestea constituie o concretizare a relațiilor dintre entități. În funcție de rețea, conexiunile se pot referi la patru categorii de relații: similitudinile observate între entități – *similarities* (în termen de atribute comune – caracteristici demografice, apartenență la același grup, atitudini, locații geografice – cu focus pe modul în care structura socială influențează persoanele care au aceste atribute), relații sociale – *social relations* (prietenie, legături afective, rețeaua de cunoștințe), interacțiuni – *interactions* (rețele de comunicare, rețele de cooperare, cine pe cine invită acasă, rețele de suport) și fluxuri – *flows* (relații prin care resursele, fluxul de informații, fluxul de influență circulă în cadrul unei rețele) (Marin & Wellman, 2011). În acest studiu, focusul este pe rețelele de parteneriat dintre entitățile care fac parte din ecosistemul de cercetare pornind de la apartenența la echipe de cercetare (concretizate drept proiecte).

Cale (*path*) este compusă din legăturile care unesc două entități care nu sunt conectate în mod direct. Astfel, lungimea căii este egală cu numărul de legături necesare pentru a conecta cele două entități. În literatura de specialitate, aceste legături intermediare se mai numesc și pași (Easley & Kleinberg, 2010). **Cea mai scurtă cale** (*shortest path*) reprezintă cel mai scurt drum (*cale/path*) între două entități. Valoarea medie a celor mai scurte căi dintre entitățile dintr-o rețea este utilizată în studiul structurii unei rețele⁶.

Structura rețelelor

Densitatea și centralizarea rețelelor

Densitatea și centralizarea sunt indicatori cheie care indică gradul de coeziune al unei rețele, fiind măsuri complementare. Cele două concepte denotă, astfel, gradul de conectivitatea generală al rețelei și gradul în care rețeaua este dominată de câțiva actori cheie (Ma et al., 2020).

Densitatea se măsoară ca raport între numărul de legături existente și numărul maxim de legături posibile din interiorul rețelei (Fonseca et al., 2017, Smith et al., 2023). O rețea cu densitate înaltă indică faptul că majoritatea actorilor sunt conectați direct la mulți alți actori din rețea (Fonseca et al., 2017) ceea ce poate arăta, în cazul rețelelor de cooperare în cercetare un transfer eficient de cunoaștere sau de informații (Fonseca et al., 2017), colaborare sau încredere puternică în interiorul rețelei (Durugbo, 2016). O densitate înaltă poate semnala, pe de altă parte, redundanță, adică suprapuneri între actori cu resurse similare (Liu et al., 2023; Rojas et al., 2018). Densitatea redusă a rețelei poate indica potențial pentru dezvoltarea de noi relații (Fonseca et al., 2017), că informația poate fi distorsionată sau

⁶ <https://jrladd.com/network-glossary.html>

încetinită când este transmisă printr-un număr mare de noduri (Fonseca et al., 2017), o colaborare și integrare redusă în general în rețea. Rețelele mai puțin dense sunt asociate, de asemenea, cu specializări mai diverse și cu prezența găurilor structurale (Vanni et al., 2014). Cu alte cuvinte, rețelele cu densitate mică furnizează mai multe oportunități de brokeraj precum și o diversitate potențială mai mare.

Pe lângă definițiile generale de mai sus, specialiștii afirmă că densitatea este dependentă de următorii parametri ai structurii rețelei: incluzivitate (înțelegând ca numărul de noduri conectate minus nodurile izolate) și suma gradelor de conectare a nodurilor (care reprezintă dublul conexiunilor) (Easley & Kleinberg, 2010; Scott, 2000). Astfel, densitatea unui grafic este cu atât mai mare cu cât numărul de componente izolate este mai mic și numărul gradelor de conectare este mai mare. Cea mai mare densitate posibilă este 1 și corespunde unei rețele complete (numărul de conexiuni dintr-o rețea completă se stabilește pornind de la formula $n*(n-1)/2$, unde n este numărul de entități. În literatura de specialitate, se precizează că pentru o rețea socială, densitatea maximă este de 0.5 (Mayhew & Levinger, 1976; Scott, 2000). În același timp, este important de luat în considerare faptul că densitatea depinde de mărimea graficului, fiind dependentă de numărul de conexiuni din cadrul graficului. Astfel, graficele mai mici sunt mai compacte decât graficele mai mari în contextul în care celelalte măsuri sunt egale (Scott, 2000).

În calculul densității se poate utiliza în loc de suma gradelor de conectare gradul mediu de conectare, având în vedere că suma gradelor de conectare este egală cu gradul mediu de conectare înmulțit cu numărul total de cazuri dintr-o populație. Rezultă deci că densitatea este egală cu: $(n*\text{mean degree})/n*(n-1)$ (Scott, 2000).

Centralizarea unei rețele se calculează pe baza scorurilor de centralitate ale nodurilor. Indicatorii centralizării rețelei măsoară gradul în care o rețea este organizată în jurul unui număr redus de noduri centrale (Ma et al., 2020; Smith et al., 2023) și arată măsura în care rețeaua este dominată de aceste noduri sau, dimpotrivă, relațiile sunt distribuite mai echilibrat. O rețea puternic centralizată corespunde unei situații în care câțiva actori au o influență disproporționat de mare asupra rețelei.

Centralizarea mare poate însemna mai multe lucruri: fie că acești actori centrali pot juca rol de gatekeeperi și de control al fluxurilor de informații și de resurse în aceste rețele (Osareh et al., 2022), fie că rețeaua are o structură ierarhică sau chiar există în rețea un nucleu oligarhic în care un număr mic de actori bine conectați au rol dominant (Bellotti et al., 2016; Smith et al., 2023) sau care pur și simplu concentrează colaborarea fără a o distribui în întreg sistemul (Smith et al., 2023). În contrast cu rețelele puternic centralizate, conform studiilor consultate, cele cu o centralizare redusă sunt asociate cu anumite caracteristici: au un potențial mai mare pentru colaborare deschisă și inovare deoarece toți actorii au acces la un număr mai mare de legături (Huggins et al., 2020), pot

manifesta inerție structurală mai redusă, adică membri noi pot adera la rețele mai ușor (Breschi & Cusmano, 2006), procese de colaborare mai eficiente, deoarece structurile centralizate forțează la apariția așa numitelor *constrained single loop learning* (învățarea cu o singură buclă constrânsă) (Smith et al., 2023), și o mai mare reziliență, de vreme ce rețelele centralizate depind de membri centrali (Breschi & Cusmano, 2006).

Alte concepte utilizate adeseori pentru descrierea cantitativă a rețelelor sunt diametrul și raza rețelei. **Diametru** reprezintă cea mai scurtă cale (path) care conectează două entități aflate la aceeași distanță în cadrul unei rețele⁷. **Radius** (echivalent razei cercului) reprezintă distanța minimă de la centru la periferie. În acest sens, este definit ca valoarea minimă a excentricității (*minimum eccentricity*) a unui set de noduri (Oliveira & Gama, 2012; Tabassum et al., 2018). Potrivit lui Scott (2000), excentricitatea punctului în jurul căruia o rețea este structurată reprezintă radiusul acelei rețele.

Structurile nucleu-periferie

Structurile nucleu-periferie sunt o caracteristică semnificativă a multor rețele de cercetare, cu implicații importante asupra modului în care cunoștințele sunt create, partajate și utilizate (Breschi & Cusmano, 2006; Cugmas et al., 2020; Smith et al., 2023). Aceste structuri sunt caracterizate de un nucleu dens, bine conectat, de actori și de o periferie cu actori mai puțin conectați, mai izolați (Smith et al., 2023).

Cercetările consultate evidențiază anumite semnificații ale structurilor de gen nucleu și periferie pentru rețelele de cercetare.

Astfel, structurile de tip nucleu-periferie semnaleză o organizare ierarhică în rețeaua de cercetare. Nucleul, compus de obicei din instituții cu rol de conducere, deține un nivel disproporționat de influență și conectivitate ceea ce o poate califica pentru calitatea de „nucleu” oligarhic în care un număr redus de actori domină rețeaua (Breschi & Cusmano, 2006; Smith et al., 2023). Nucleul funcționează ca o centrală (hub) pentru fluxurile de cunoștințe și de resurse ținând sub control diseminarea și alocarea resurselor, ceea ce poate avea mai multe efecte negative asupra rețelei în ansamblu (Fonseca et al., 2017; Scharidosin et al., 2020): 1) distribuție inegală a beneficiilor în cadrul rețelei, cei din nucleu fiind favorizați (Breschi & Cusmano, 2006); 2) posibile bariere de acces la resurse pentru cei de la periferie, inclusiv în ceea ce privește accesul la idei și resurse noi, ceea ce poate genera ceea ce se cheamă o structură de tip „constrained single loop learning”, în care colaborarea reală este concentrată în nucleu fără a fi distribuită în întreg sistemul (Breschi & Cusmano, 2006); 3) inerție structurală a rețelei, prin lanțuri cauzale de tip „efect Matei”, prin care accesul în nucleul rețelei devine mai dificil în loc să devină mai facil

⁷ <https://jrladd.com/network-glossary.html>

(Breschi & Cusmano, 2006); 4) dependența rețelei de nucleul ei: dacă nucleul nu funcționează, rețeaua în întregime riscă să nu mai funcționeze (Breschi & Cusmano, 2006). 5) o inhibare a inovării și creației în rețelele închise, cu un nucleu care concentrează cooperarea (Bergenholtz & Waldstrøm, 2011). Cercetările realizate asupra rețelelor de cercetare din Uniunea Europeană, UK sau în alte părți ale lumii au arătat o incidență mare a structurilor de tip nucleu-periferie (Bellotti et al., 2016; Breschi & Cusmano, 2006; Cugmas et al., 2020; Smith et al., 2023).

O altă constatare importantă este că apare ca fiind semnificativă distribuția geografică a actorilor din nucleu și din periferie. Regiunile mai inovatoare și dezvoltate economic tind să aibă o concentrare mai mare de actori care dețin poziții centrale în rețelele de cunoaștere. În schimb, regiunile mai puțin inovatoare au adesea o proporție mai mare de actori periferici. Această disparitate regională evidențiază modul în care structurile de rețea contribuie la dezvoltarea regională inegală (Huggins & Prokop, 2017). Analizele rețelelor de cunoștințe dintre universități și industrie indică faptul că anumite universități și firme sunt poziționate în nucleu și sunt mai probabil să se afle în regiuni inovatoare și dezvoltate economic (Huggins & Prokop, 2017; Huggins et al., 2020).

O înțelegere a structurilor de tip nucleu-periferie este importantă pentru factorii de decizie care urmăresc să încurajeze cercetarea și inovarea. Politicile ar trebui să ia în considerare modul de a crea rețele mai incluzive care să permită noilor membri să participe mai pe deplin la crearea și diseminarea cunoștințelor. Factorii politici ar trebui să abordeze, de asemenea, potențialul de disparitate de finanțare între membrii unei rețele.

Identificarea componentei de tip nucleu-periferie se stabilește pornind de la scorul de excentricitate, care măsoară cea mai îndepărtată distanță din rețea a fiecărei entități. Astfel, cea mai scăzută valoare, egală cu raza rețelei, corespunde centrului, iar cea mai ridicată valoare, egală cu diametrul, corespunde periferiei (Hage & Harary, 1995; Krnc et al., 2020).

Golurile structurale

Golurile structurale constituie situația de absență a unor legături sau conexiuni între două sau mai multe părți ale unei rețele. Aceste goluri se identifică prin absența unei relații directe dintre indivizi și grupuri. Un actor care închide aceste goluri este văzut ca cineva care ocupă o poziție de intermediar (brokerage) (Burt, 2005; Huggins & Prokop, 2017; Ma et al., 2020). Identificarea empirică a golurilor structurale se folosește pentru constatarea locurilor din rețea în care există un potențial de brokeraj (intermediere). Pentru cercetători sau pentru instituții de cercetare, ocuparea unui gol structural poate fi o strategie productivă, sporind, de exemplu accesul la finanțare (Bellotti, 2012). Actorii aflați în aceste poziții sunt văzuți ca „antreprenori de rețea”, care conduc inovația și dezvoltarea (Huggins et al., 2020). Golurile structurale, mai precis, ocuparea acestora

de către antreprenori de rețea, pot fi eficiente pentru inovație deoarece expun actorii la o diversitate mai mare de informații și oportunități (Huggins et al., 2020; Trippel et al., 2018).

Având în vedere aceste constatări din cercetările privind rețelele de colaborare în cercetare, identificarea golurilor structurale din rețelele de parteneriate de cercetare (și/sau a oportunităților pentru posibili brokeri de rețea, sau antreprenorilor de rețea) este un demers valoros.

Caracteristici ale nodurilor

Centralitatea în rețea se referă **la măsura în care un nod ocupă o poziție importantă sau influentă** în structura rețelei. Altfel spus, este un indicator al **rolului strategic** pe care îl are un nod în conectarea, influențarea sau controlul informației, resurselor sau interacțiunilor dintr-o rețea socială, organizațională, academică etc.

Centralitatea ca măsură a rețelelor are la origine conceptul de rețea *stea* (Scott, 2000). Într-o rețea de tip *stea*, punctul din centrul rețelei este conectat direct cu toate celelalte puncte. În cazul unei sociograme, acest individ se bucură de cea mai mare atenție și are capacitatea de a comunica facil cu celelalte persoane.

Analiza de rețea a dezvoltat mai multe concepte și măsurări ale centralității: centralitate de grad (*degree centrality*), centralitate de grad ponderată (*weighted degree centrality*), centralitate de intermediere (*betweenness centrality*), centralitate de proximitate (*closeness centrality*), centralitate de tip vector propriu (*eigenvector centrality*) pe care le vom detalia în secțiunile următoare. În ceea ce privește centralitatea unui punct, este important de semnalat distincția dintre *centralitate locală* – *degree centrality* (de câte puncte este conectat în mod direct, se află în imediata vecinătate) și *centralitate globală* (influența unui punct în cadrul unei rețele, măsoară numărul de conexiuni indirecte) (Scott, 2000). Din punct de vedere al fluxului de informații, actorii cu centralitate globală mare au importanță strategică în diseminarea informației. Exemple de măsuri ale centralității globale: centralitatea de intermediere (BC) și centralitatea de proximitate (CC).

Vom defini în rândurile următoare fiecare dintre cele de mai sus, arătând inclusiv modalitatea de măsurare și semnificația concretă a indicatorului, subliniind că pentru facilitarea înțelegerii textului vom folosi în acest raport denumirile în limba engleză ale măsurilor de centralitate.

Betweenness centrality (centralitatea de intermediere)

În rețelele de cercetare, *betweenness centrality* (BC) se referă la o măsură a importanței unui nod (în cazul nostru al unei organizații partenere) calculat pe baza poziției sale ca punte sau mediator în cadrul rețelei (Fonseca et al., 2017; Vanni et al., 2014). Măsura BC cuantifică frecvența cu care un anumit nod se află pe calea cea mai scurtă între alte

perechi de noduri punându-le, astfel, în legătură (Fonseca et al., 2017; Osareh et al., 2022; Sampaio et al., 2017). Acest indicator este unul foarte important pentru a înțelege fluxul de informații și de resurse în interiorul rețelei (Vanni et al., 2014). Valorile BC sunt interpretate nuanțat în literatura de cercetare în domeniu fiind asociate cu:

- Controlul asupra fluxurilor de informație, nodurile cu BC mare fiind văzute adeseori ca fiind gatekeeperi sau brokeri, poziția aceasta permițându-le să controleze și să influențeze fluxul de informații și cunoștințe din rețea (Abbasi et al., 2012; Fonseca et al., 2017; Sampaio et al., 2017).
- Creează punți între diverse grupuri din rețea, conectează părți ale acestora ceea ce este foarte important în mod particular în rețelele de cercetare interdisciplinară (Dooly et al., 2022; Fonseca et al., 2017; Vanni et al., 2014).
- Actorii cu BC mare sunt cei care sunt cu un rol cheie în transferul de cunoaștere, reprezentând canale de diseminare a ideilor și a resurselor printre părțile disparate ale rețelei (Fonseca et al., 2017; Osareh et al., 2022; Vanni et al., 2014).
- Actorii cu BC mare sunt văzuți adeseori ca având importanță strategică în rețea, sau chiar influență și putere mai mare (Abbasi et al., 2012; Dooly et al., 2022; Fonseca et al., 2017).

Identificarea actorilor cu BC mare este considerată adeseori ca fiind crucială pentru identificarea cercetătorilor sau a instituțiilor care au rol pivotal pentru inițierea și funcționarea rețelelor de colaborare în cercetare.

Eigenvector centrality (centralitatea de tip vector propriu)

Eigenvector centrality (EC) măsoară influența unui nod în cadrul rețelei (Peng et al., 2018). Ea cuantifică influența fiecărui actor în rețea prin ponderarea conexiunilor în funcție de mărimea nodurilor cu care sunt conectate (Bonacich, 1987, 2007). În toate rețelele, inclusiv în relație cu rețelele de colaborare în mediul academic, acest tip de centralitate se calculează pentru a arăta influența instituțiilor participante (Bihari & Pandia, 2015; Noh et al., 2018).

Eigenvector centrality este adeseori considerat de specialiști în analiza de rețea ca fiind cel mai valid indicator al influenței unui actor într-o rețea de colaborare. Calculul indicatorului implică soluționarea unui sistem de ecuații în care centralitatea fiecărui nod este dependentă de centralitățile nodurilor cu care este în interacțiune. Centralitatea de vector eigen este, de altfel, o măsură similară cu indicatorul de influență PageRank folosit în evaluarea paginilor web de către algoritmul Google.

Degree centrality (centralitatea de grad)

Centralitatea de grad (gradul de conectare) se calculează în funcție de numărul de entități cu care un nod este conectat în mod direct și reprezintă o măsură a centralității locale (Scott, 2000). Indicatorul constituie o măsură fundamentală a centralității unui nod și este definită prin însumarea numărului de conexiuni (edges) pe care acel nod le are în interiorul rețelei (Peng et al., 2018).

Degree centrality (DC) permite identificarea facilă a celor mai conectate noduri din rețea și măsoară potențialul de comunicare al unui actor (Freeman, 1978).

Conform literaturii dedicate rețelelor de cercetare, centralitatea de grad este corelată pozitiv cu fondurile investite în cercetare (Noh et al., 2018).

O măsură asociată este centralitatea de grad ponderată (weighted degree centrality): o variantă a centralității de grad care ține cont de intensitatea legăturilor (în rețelele de colaborare – numărul de colaborări între 2 actori). Astfel, dacă două institute de cercetare participă împreună în 4 proiecte, considerăm că au o relație mult mai intensă decât două institute care participă împreună în doar 2 proiecte. Această măsură va fi și ea calculată în raportul nostru pentru fiecare dintre nodurile implicate.

Măsura ponderată a centralității a devenit importantă în studiile privind cooperarea științifică odată cu constatarea faptului că performanța în cercetare este corelată cu centralitatea în funcție de gradul de conectare ponderat (un exemplu din rețelele de coautorat științific - autorii care scriu împreună articole au o performanță în cercetare mai mare decât cei care scriu articole cu un număr divers de coautori); (Abbasi & Altmann, 2011).

Closeness centrality (centralitatea de proximitate)

Closeness centrality - numită *Apropierea* conform lui Mitruțiu (2005) se calculează însumând distanțele unui punct către toate celelalte puncte din rețea și poate fi stabilită doar în cazul rețelelor care au toate entitățile conectate (Freeman, 1978). Spre deosebire de degree centrality (DC) și eigenvector centrality (EC), closeness centrality (centralitatea de proximitate) ia în considerare legăturile indirecte dintre actori. Acest tip de centralitate cuantifică independența sau eficiența unui nod în interiorul rețelei, întrucât cele mai apropiate noduri de nucleul rețelei au capacitatea de a transmite cu rapiditate informațiile (Freeman, 1978).

Astfel definită, CC reprezintă o caracteristică individuală a unui nod și este utilizată în cercetarea rețelelor de colaborare pentru a măsura impactul și capacitățile unei instituții (Lee et al., 2012). În același timp, proximitatea este utilă în stabilirea potențialului de transfer de cunoaștere al unei instituții (Wanzenböck et al., 2015).

Analize din programele europene (FP7, H2020) arată că nodurile centrale, cu structură bine finanțată, au șanse mai mari de a coordona colaborări (Cerqueti et al., 2024). Prezența unui birou dedicat, proceduri

eficiente și experiență managerială sunt direct legate de resurse, relevând un suport empiric pentru coordonarea proiectelor de cercetare. Potrivit literaturii de specialitate care analizează structura colaborărilor din proiecte sub egida FP7 și H2020, există o legătură semnificativă între poziția centrală în rețelele de colaborare (măsurată prin intermediul indicatorilor de centralitate precum DC, CC, BC și EC) și activitatea de cercetare finanțată (Nezami et al., 2024; Smith et al., 2023).

Studii precum Yang & Wang (2024) evidențiază, pe de altă parte, o corelație pozitivă între centralități și productivitatea individuală – un indicator indirect al rolului central, în context financiar solid. Corelativ, pozițiile centrale sunt mai accesibile instituțiilor cu venituri consistente.

Punți și intermediari (Bridges and Brokers)

Identificarea entităților tip punte - *bridges, brokers, boundary spanners, gatekeepers*⁸ (Long et al., 2013) constituie aspecte fundamentale în analiza unei rețele.

Acest tip de analiză s-a dezvoltat ca alternativă la studiul sub-comunităților dintr-o rețea pe baza metodelor standard (analiza factorială – *factor analysis*, scalare multidimensională – *multidimensional scaling, blockmodelling*, analiză de cluster ierarhică – *hierarchical cluster analysis*). Astfel, Mizruchi (1984; 1986) a arătat identificarea subcomunităților dintr-o rețea prin intermediul evidențierii rolului unor entități în acea structură, tehnică numită *peak analysis*. În cadrul unei subcomunități se observă entitățile care au cea mai mare centralitate în comparație cu celelalte entități cu care sunt conectate (vârfuri – *peaks*) și *bridges* entitățile care fac legătura între două vârfuri și nu pot fi incluse în nicio subcomunitate (Bearden, 1975; Mizruchi, 1984).

În studiul entităților de tip punte (*bridges*) se remarcă rezultatele obținute de Granovetter (1973) potrivit cărora este mai ridicat accesul la oportunități prin intermediul legăturilor slabe (*weak ties* – în accepțiunea autorului reprezentând cunoștințe) decât prin intermediul legăturilor tari (*strong ties* – familia și prietenii apropiați). Deși Granovetter (1973) nu a utilizat noțiunea de punte, principala diferență între influența legăturilor tari și cele slabe este caracteristica de punte a legăturilor slabe, *bridge* (Jensen et al., 2016).

Entitățile de tip punte (*bridges*) sunt acele entități prin a căror eliminare ar crește distanța dintre entitățile din vecinătate sau chiar acele entități ar face parte din componente diferite (Meghanathan, 2021). În literatura de specialitate se distinge între *local bridges* (nodul punte, conectează entități aflate în același cluster) și *global bridges* (nodul punte, conectează entități din cluster diferite) (Jensen et al., 2016), respectiv între *bridge de tip hub* (majoritatea conexiunilor sunt în clusterul său, în

⁸ Traducerile în limba română ale acestor termeni ar fi: punți, intermediari, intermediari de frontieră organizațională, controlori de acces. În continuarea materialului vom utiliza conceptele în limba engleză.

care ocupă o poziție centrală), bridge border (se află în poziție periferică în clusterul său și este conectat în special cu alte noduri punte din clustere diferite), bridge between clusters (nu face parte din niciun cluster, dar face legătura dintre 2 clustere slab conectate) (Meghanathan, 2021). Potrivit lui Musial & Juszczyszyn (2009), entitățile tip punte (bridges) au rolul de a conecta periferia cu restul rețelei. Din punct de vedere a topologiei rețelei, importanța poziției unei entități tip punte în rețea se stabilește pornind de la coeficientul Bridging Centrality (Brandes, 2001; Hwang et al., 2006). Potrivit acestui coeficient, nodurile cu o valoare mai mare au o poziție privilegiată în rețea, adică se află între regiuni foarte bine conectate. În consecință, o valoare ridicată a acestui coeficient distinge actorii care au avantaj în asigurarea schimbului de informații din cadrul rețelei.

Entitățile de tip punte (bridges) au o valoare ridicată a BC. Pe lângă valoarea BC, în identificarea acestui tip de entități sunt utilizate următoarele măsuri: statistici propuse în identificarea golurilor structurale (constrângerea din cadrul rețelei, mărimea efectivă (înțeleasă ca numărul de conexiuni unice ale unui actor), eficiența, ierarhia, numărul de conexiuni unice din totalul conexiunilor, numărul de conexiuni către rețeaua externă, rolul de *tertius iungens* (strategie prin care un broker facilitează colaborarea între entități care sunt conectate), rolul de *tertius gaudens* (strategie prin care un broker asigură colaborarea între două entități care nu colaborează în mod direct), numărul de conexiuni cu entități din alte clustere, densitatea rețelei, analiza de echivalență structurală dintre grupuri, numărul de conexiuni de tip punte - în măsură să facă legătura între clustere (Long et al., 2013).

În rețelele de colaborare, identificarea entităților de tip punte (bridges, brokers) are potențialul de a conduce spre noi colaborări (Meghanathan, 2021).

Huburi și noduri cu autoritate

Hub-urile, sau centralele, sunt entități centrale care asigură coeziunea în interiorul rețelei (Huang et al., 2014). Acestea sunt conectate în mod direct cu mulți actori și au influență asupra lor. Hub-urile sunt actori care au valori mari în ceea ce privește degree centrality (DC) și eigenvector centrality (EC). Astfel, hub-urile sunt acele entități din rețea care au o valoare mai mare a DC decât centralitatea medie a rețelei (Barabási, 2016).

Emergența hub-urilor urmează un atașament preferențial (preferential attachment), pornind de la principiul richer-get-richer, ceea ce înseamnă că atunci când un nou actor devine parte din rețea, probabilitatea cea mai mare este că acesta se conectează cu unul dintre actorii cu cele mai multe legături (Barabási, 2012; Barabási & Albert, 1999). Acest tip de rețele, numite *scale-free networks* au fost conceptualizate de Barabási și se observă într-o varietate de contexte (Barabási, 2009, 2016). Aceste rețele nu sunt guvernate de o distribuție de tip Poisson a numărului de conexiuni și permit includerea unor entități fie cu foarte puține conexiuni (o centralitate de

grad foarte mică), fie cu foarte multe conexiuni (o centralitate de grad foarte mare).

Într-o rețea de acest tip mărimea unui hub crește polinomial cu mărimea rețelei. În cadrul rețelelor, hub-urile au rolul de a conecta subcomunitățile într-o structură coezivă (Ravasz & Barabási, 2003), caracteristică numită și *bonding* (Huang et al., 2014). Prezența atașamentului preferențial (*preferential attachment*) și a hub-urilor a fost observată în rețele de coautorat din diverse domenii: fizică, biomedicină și informatică (Newman, 2001), matematică și neuroștiințe (Barabási et al., 2002), sociologie (Moody, 2004), informatică, fizică, sociologie, matematică și științe economice (Šubelj et al., 2019), științe (Wagner & Leydesdorff, 2005).

În studiul hub-urilor, este important de menționat algoritmul lui Kleinberg (1999), care distinge între hub-uri și figuri de autoritate (*authorities*). În contextul observat, hub-urile sunt acele entități care fac legătura dintre mai multe *authorities* (figuri de autoritate), în timp ce *authorities* constau în entitățile care sunt indicate ca fiind relevante pentru înțelegerea anumitor teme, care sunt indicate de mai multe hub-uri. Algoritmul lui Kleinberg (1999) este dezvoltat în urma studiului world wide web; astfel, conceptele de hubs și authorities se referă la pagini web. Această măsură a fost utilizată și în studiul rețelelor de coautorat pentru a identifica cei mai influenți cercetători și caracteristicile lor (Datta et al., 2017; Ding, 2011).

Caracteristici ale relațiilor. Relații multiplex

Relațiile de tip multiplex în parteneriatele de cercetare se referă la existența unor tipuri multiple de conexiune sau de interacțiune între actorii din interiorul unei rețele (Bergenholtz & Waldstrøm, 2011). Aceasta poate însemna, de exemplu, că instituțiile din România sunt în parteneriat în cadrul mai multor proiecte, în domenii diferite ale științei. Iar aceasta va fi și definiția operațională pentru a identifica astfel de relații dintre entitățile de cercetare incluse în studiul nostru. În general, abordarea multiplex acceptă tipuri variate de legături care pot coexista simultan și pot influența dinamica și rezultatele colaborărilor (Rojas et al., 2018). Studiile arată că rețelele multiplex au impact diferit asupra performanței inovative ale parteneriatelor (Bergenholtz & Waldstrøm, 2011). Luarea în considerare a mai multor tipuri de legături poate dezvălui cum și de ce acestea influențează performanța parteneriatelor. De exemplu, prezența atât a rețelelor public-privat cât și a rețelelor privat-privat poate avea efecte diferite asupra inovației unei firme (Rojas et al., 2018).

Factori determinanți ai poziției instituțiilor în rețelele de colaborare științifică

Introducere

Rețelele de colaborare științifică reprezintă infrastructuri sociale și organizaționale complexe, prin care cunoașterea este produsă, circulă și este valorificată în societate. Poziționarea actorilor în aceste rețele nu este întâmplătoare, ci depinde de caracteristici structurale și contextuale care le conferă capacitatea de a participa, iniția sau coordona parteneriate. Factorii geografici, tipologia instituțională, resursele disponibile și politicile de sprijin modelează atât modul în care se constituie parteneriatele, cât și rolurile pe care instituțiile le pot juca în cadrul lor. În consecință, analiza caracteristicilor nodurilor – universități, institute, ONG-uri, întreprinderi private, spitale sau instituții publice – devine esențială pentru a înțelege atât dinamica internă a rețelelor de cercetare, cât și impactul lor asupra performanței științifice și inovative.

Impactul proximității geografice asupra constituirii parteneriatelor de cercetare

Așa cum am menționat deja, proximitatea geografică este un factor semnificativ în constituirea conexiunilor din rețelele de cercetare, chiar dacă importanța acestui factor depinde de anumiți factori. Literatura arată că proximitatea geografică crește probabilitatea colaborării, facilitând schimbul de cunoștințe și interacțiunea directă (Fonseca et al., 2017; Roesler & Broekel, 2017; Smith et al., 2023). Studiile care s-au aplecat în ultimii ani asupra constituirii, structurii și dinamicii rețelelor de parteneriate de cercetare au făcut mai multe constatări în acest sens:

- Proximitatea geografică este deosebit de importantă pentru transferul de cunoștințe tacite, care este dificil de articular sau codificat și necesită adesea interacțiune față în față (Huggins et al., 2012; Smith et al., 2023).
- Proximitatea geografică este mai importantă pentru proiectele aplicate pe termen scurt, unde sunt necesare niveluri ridicate de încredere și cooperare, dar mai puțin importantă pentru proiectele pe termen lung în care este mai ușor să lucrezi la distanță (Smith et al., 2023).
- Colegiile tehnice pot fi mai concentrate pe regiune decât universitățile, ceea ce poate duce la faptul că proximitatea geografică este mai importantă pentru rețelele lor (Roesler & Broekel, 2017).
- În contextul rețelelor de cercetare și dezvoltare subvenționate, proximitatea geografică poate împiedica colaborarea, în special între universitățile care nu sunt de obicei situate în imediata

apropiere una de alta. Cu toate acestea, proximitatea geografică este benefică pentru colaborarea dintre universități și firme (Roesler & Broekel, 2017).

- Contează nu doar simpla proximitate geografică, dar și competitivitatea regională: Universitățile din regiunile mai competitive au mai multe șanse să aibă un număr mai mare de interacțiuni non-locale și să aparțină rețelelor de cunoaștere globalizate, în timp ce universitățile din regiunile mai puțin competitive tind să fie mai introvertite (Huggins et al., 2012).

Mai mult, așa cum subliniază mai multe materiale dedicate acestui subiect este necesar să se înțeleagă mai bine modul în care elementele structurale ale rețelelor de cunoaștere sunt asociate cu măsurile la nivel regional de inovare și performanță economică. De asemenea, este important să înțelegem modul în care centralitatea actorilor din cadrul acestor rețele este legată de inovarea regională. Mai precis, există un decalaj în înțelegerea modului în care „deschiderea” și „grosimea” legăturilor de rețea sunt asociate cu ratele de inovare regională (Huggins & Prokop, 2017).

Tabel 1. PIB/capita (PPP) ca procent din media UE în 2023, în România și pe regiuni de dezvoltare⁹

România	78
Nord-Vest	71
Centru	70
Nord-Est	47
Sud-Est	61
Sud - Muntenia	60
București - Ilfov	190
Sud-Vest Oltenia	62
Vest	78

Regionalizare și rolul factorilor de context

În timp ce politicile europene, precum rețeaua de alianțe universitare, vizează stabilirea unor rețele europene, transfrontaliere de cercetare, aceste structuri de colaborare în domeniul cercetării sunt deosebit de importante și la nivel național. Mai mult, la acest nivel se evidențiază o tendință de regionalizare în politicile privind inovația și tehnologia. Concentrarea resurselor în alianțe regionale riscă, pe de altă parte, să sporească deficitele de capacitate de inovare între regiuni și în interiorul regiunilor (Claeys-Kulik, 2019).

Conform literaturii investigate, este nevoie de cercetări suplimentare pentru a examina modul în care factorii contextuali, cum ar fi tipul de industrie, locația geografică, mecanismele de finanțare și diferențele culturale, afectează formarea, funcționarea și performanța rețelelor de

⁹ https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NAMA_10R_2GDP_custom_15492-534/default/table?lang=en

cercetare. Există un decalaj în înțelegerea modului în care acești factori interacționează pentru a influența dinamica și rezultatele rețelei (Dooly et al., 2022; Huggins & Prokop, 2017; Smith et al., 2023).

Categoriile de instituții și rețele de cercetare

Parteneriatele de cercetare constituie un mecanism fundamental pentru reducerea decalajului dintre știință și societate, consolidarea ecosistemelor de inovare și generarea de cunoaștere cu relevanță socială (Hagedoorn et al., 2000; Tereshchenko et al., 2024). Acestea includ multiple forme de colaborare – proiecte comune de cercetare-dezvoltare, transfer de cunoștințe, infrastructuri partajate sau inițiative de inovare deschisă (Kotiranta et al., 2020) – și reflectă tranziția către modele multi-actor precum Triple Helix și Quadruple Helix (Carayannis & Campbell, 2009; Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). În acest cadru, capacitatea de participare și rolul de coordonare variază în funcție de tipul instituției, de resursele disponibile și de poziționarea în rețele. Pe de altă parte, tipul de instituție, similaritatea cu celelalte din punctul de vedere al organizării sau al specializării, pot constitui forțe de stimulare a colaborării de tipul celor reunite sub titulatura de „proximitate cognitivă”. În paginile care urmează vom discuta, pe baza literaturii empirice disponibile, felul în care resursele și structura universităților, institutelor de cercetare publice și a altor categorii de entități cu activitate de cercetare le influențează participarea în parteneriate de cercetare.

Rolul universităților în rețelele de cercetare

Rolul universităților în rețelele de cercetare din Europa este esențial pentru stimularea inovației, încurajarea dezvoltării economice și abordarea provocărilor societale. Acest rol nu derivă doar din poziția tradițională a universităților, ca actori centrali în producerea și diseminarea cunoașterii, ci și din politicile europene și naționale în domeniul învățământului superior și al cercetării. Stabilirea unor cadre precum Spațiul European de Cercetare (ERA) subliniază importanța infrastructurilor de cercetare interconectate și a eforturilor de colaborare între universități, industrie și organisme guvernamentale pentru a spori avantajul competitiv al Europei în cercetarea și inovarea la nivel mondial (Karakas, 2019; Rüegg, 2006).

În esență, universitățile joacă un rol esențial în dezvoltarea regională și locală, funcționând ca motori esențiali ai inovației, educației și generării de cunoștințe. Prin participarea la aceste rețele universitățile obțin, la rândul lor, o vizibilitate mai bună, un spor de reputație dar și o îmbunătățire a angajabilității absolvenților.

În mod particular, universitățile contribuie la diferite tipuri de rețele de cercetare, inclusiv rețele naționale de cercetare și educație (NRENs), grupuri de colaborare și inițiative științifice mari, fiecare concepute pentru a optimiza utilizarea resurselor și a facilita transferul de cunoștințe între discipline (Comisia Europeană, 2023). S-a subliniat faptul că e nevoie de investigații extinse pentru a se înțelege deplin modul în care

universitățile contribuie la evoluția rețelelor de cunoaștere în diverse domenii (Huggins et al., 2020; Roesler & Broekel, 2017). Mai concret, este necesar să se înțeleagă mai bine factorii care determină poziția și centralitatea universităților în rețelele de cunoaștere (Huggins & Prokop, 2017; Huggins et al., 2020). Aceste investigații trebuie să țină cont și de dimensiunea spațială a acestor rețele, având în vedere modul în care relațiile locale și inter-regionale pot afecta centralitatea și structura de rețea (Huggins et al., 2020).

Rolul institutelor de cercetare din subordinea MEC

Institutele de cercetare, inclusiv Institutele Naționale de Cercetare-Dezvoltare (INCD), joacă un rol central prin expertiza specializată și infrastructurile avansate (Huang et al., 2016; Huian et al., 2022). Ele tind să ocupe poziții centrale în rețele, având o capacitate ridicată de participare și o probabilitate sporită de a coordona consorții, mai ales la nivel internațional (Al-Ajlani et al., 2023; Fabrizi et al., 2016). Evident că institutele de cercetare au o probabilitate ridicată de participare, inclusiv de coordonare, în special în consorții mari. În plus, faptul că tind să ocupe poziții centrale în rețele datorită **expertizei specializate și infrastructurilor avansate**, sugerează că specializarea lor (proximitatea cognitivă) este un factor cheie în poziționarea lor.

Rolul ONG-urilor

ONG-urile contribuie la conectarea cercetării cu societatea și politicile publice, prin expertiză comunitară și cercetare participativă (Balestrini et al., 2021; Buys & Bursnall, 2007; Lokot & Wake, 2021). Ele sporesc densitatea și conectivitatea rețelelor inter-sectoriale, dar capacitatea lor de coordonare este limitată, fiind posibilă doar pentru organizațiile cu rețele transnaționale consolidate (Čada & Ptáčková, 2013). În România, aceste colaborări se bazează mai ales pe rețele informale și proiecte punctuale (Balogh & Negrea, 2006; Voicu et al., 2024). Am arătat că regulamentul de organizare a competiției a restrâns eligibilitatea la structuri dedicate explicit, oficial, cercetării și diseminării cercetării, astfel că anticipăm că ONG-urile au o probabilitate scăzută de participare și coordonare în aceste consorții.

Rolul întreprinderilor private (SRL/IMM)

Întreprinderile private facilitează transferul tehnologic și inovarea aplicată, contribuind la diversificarea output-urilor prin brevete și prototipuri (Sandu, 2016; Tereshchenko et al., 2024). În general, firmele mari au capacitate de coordonare, în timp ce IMM-urile participă activ, dar coordonează rar (Parlamentul European: Direcția Generală Politici Interne ale Uniunii Europene, 2013; Comisia Europeană: Direcția Generală pentru Cercetare și Inovație, 2024). Colaborările dintre universități și mediul de afaceri se concentrează, în general, pe cercetare sponsorizată, licențiere tehnologică și proiecte de dezvoltare comună (Kneller et al., 2014), iar succesul acestora depinde de alinierea strategică, încrederea reciprocă și

claritatea acordurilor privind proprietatea intelectuală (O'Dwyer et al., 2023). În România, colaborările universitate-companii sunt concentrate geografic - peste 80% dintre companii cooperează cu mai puțin de patru universități, majoritar din proximitatea lor, ceea ce limitează diversitatea rețelelor (Miricescu et al., 2021). Având în vedere restricția de eligibilitate la entități care au obiect principal de activitate cercetare sau diseminarea rezultatelor cercetării, ipoteza noastră este că IMM-urile au o probabilitate scăzută de participare și de coordonare în această competiție.

Rolul Academiei Române și institutelor sale

Academia Română și institutele afiliate reprezintă actori strategici, asigurând continuitate și influență epistemică (Huian et al., 2022; Tocan, 2023). Ele participă frecvent la proiecte CDI și exercită roluri de coordonare, comparabile cu INCD-urile, condiționate de suportul administrativ și infrastructura disponibilă.

În consecință, anticipăm că institutele Academiei au o probabilitate ridicată de participare și de coordonare a proiectelor depuse în cadrul competiției pentru finanțarea Centrelor de Excelență.

Rolul spitalelor și institutelor clinice

Spitalele și institutele clinice au o capacitate ridicată de participare în proiecte biomedicale și multicentrice, facilitând translatarea rezultatelor în practici clinice și politici de sănătate (Suarez-Balcazar et al., 2005). Această concentrare pe proiecte biomedicale (în domeniul *Sănătate*) este o dovadă directă a proximității cognitive bazate pe specializare.

Coordonarea este mai frecventă în cazul spitalelor universitare cu infrastructuri dedicate managementului studiilor clinice. În consecință, ipoteza noastră este că spitalele și institutele clinice au o probabilitate ridicată de participare în special în proiecte biomedicale. În același timp, anticipăm faptul că poziția de coordonator de proiect în programul centrelor de excelență este limitată la spitalele universitare cu infrastructuri avansate.

Rolul instituțiilor publice și muzeelor

Instituțiile publice și muzeele sprijină circulația și valorizarea patrimoniului științific și cultural, fiind relevante în proiecte de digitizare și infrastructuri culturale (De Carli et al., 2021; Laurenson et al., 2022; Pierroux et al., 2021). Acestea au o capacitate moderată de participare și o probabilitate mai mare de coordonare în proiectele tematice și de infrastructuri.

Credem că instituțiile publice și muzeele din România au o probabilitate moderată de participare iar coordonarea este mai ridicată în cazul unor proiecte culturale și de infrastructură, mai ales de gestiune a patrimoniului.

Focus pe România

În România, ecosistemul CDI este dominat de institutele de cercetare publice și de Academia Română, care dețin resurse pentru a coordona proiecte complexe, în timp ce universitățile contribuie în special prin capital uman (Tocan, 2023). ONG-urile și IMM-urile participă mai ales în proiecte regionale sau sociale, dar rareori coordonează. Spitalele universitare din București, Cluj și Iași au devenit actori-cheie în cercetarea biomedicală, în timp ce muzeele și instituțiile culturale participă activ la proiecte de digitizare și știință deschisă. Totuși, rețelele CDI rămân fragmentate și puternic concentrate geografic (Amarioarei & Paun, 2016; Biholar et al., 2024).

Mărimea instituțiilor

Dimensiunea instituției — măsurată operațional în studiul nostru prin nivelul veniturilor — este recunoscută ca factor structural esențial ce influențează participarea și coordonarea în rețelele de cercetare. Instituțiile mari, dispunând de resurse financiare, umane și reputaționale semnificative, au o probabilitate mai ridicată să inițieze, să coordoneze și să susțină proiecte de cercetare complexe (Hoekstra et al., 2018; Josefy et al., 2015; Luo et al., 2014).

Ele dezvoltă mecanisme formale de coordonare eficiente, precum structuri administrative dedicate și sisteme integrate de gestionare (Brosius et al., 2017). În schimb, structurile mici valorifică agilitatea, relațiile informale și nișele specializate pentru a compensa resursele limitate (Fagan et al., 2018; Johnston, 2020; Kienast, 2023; Link & Rees, 1990; Vonortas & Spivack, 2006). Dar veniturile oferă acces la infrastructură, capital uman și capacități administrative, facilitând roluri de coordonare (Aldieri et al., 2018; Hoekstra et al., 2018; Jeong et al., 2014; Josefy et al., 2015; Luo et al., 2014).

Cercetări bibliometrice recente confirmă relații supraliniare între dimensiunea instituției și numărul de colaborări în rețele de co-autorat (Burghardt et al., 2021a; Burghardt et al., 2021b) sugerând existența unor economii de scară în construirea poziției centrale în rețea (Purnell, 2025). Instituțiile cu resurse substanțiale participă mai activ în rețele complexe, sugerând o relație pozitivă robustă. Modelele de scalare supra-liniară (Burghardt et al., 2021a) arată că instituțiile mari își amplifică avantajul în mod disproporționat. Totuși, literatura din domeniul managementului indică impactul creșterilor marginale de venit în instituțiile mici (Hashmi et al., 2020). Astfel, acestea pot avea impact relativ mai mare asupra conectării.

La nivel metodologic, proxy-ul „venituri” este frecvent utilizat în cercetarea organizațională drept indicator al dimensiunii instituționale, având validitate acceptată în științele sociale (Hashmi et al., 2020), comparabil cu variabile precum total active sau numărul de angajați, în funcție de disponibilitate. Este evident, pe de altă parte, că opțiunea pentru

un indicator sau altul al mărimii este dependentă și de disponibilitatea datelor, în România informațiile despre mărimea personalului fiind mai greu de găsit decât cele despre bilanțul contabil.

În România, instituțiile mari, situate în centre universitare majore, dețin resurse financiare și structurale care le conferă o poziție dominantă în rețelele de colaborare naționale și internaționale (Amarioarei & Paun, 2016; Cernat, 2024; De Carli et al., 2021). Mecanismele instituționale formale de coordonare (birouri de cercetare, proceduri guvernamentale și aliniere strategică pe proiecte) sunt bine dezvoltate în aceste medii, facilitând parteneriate complexe și asigurând acces la fonduri naționale și europene. În contrast, instituțiile mici și medii întâmpină dificultăți în accesarea și gestionarea resurselor, fiind deseori limitate la colaborări regionale sau pe teme specifice, cu un grad redus de coordonare formală (Amarioarei & Paun, 2016; Cernat, 2024).

Aceste instituții sunt mai susceptibile să se poziționeze central, comparativ cu cele mici și mijlocii, adesea periferice în rețea. Prin instituirea unor criterii de performanță orientate spre producția științifică, reformele recente au accentuat aceste diferențe structurale (De Carli et al., 2021) Strategiile naționale pentru inovare și dezvoltare regională, alături de inițiativele finanțate din fonduri europene, încearcă să remedieze aceste disproporții, însă impactul este încă incremental (Cernat, 2024).

Concluzii

Conform literaturii de specialitate, rețelele de colaborare prezintă fragmentare structurală (Amarioarei & Paun, 2016), colaborări influențate de productivitatea științifică (Biholar et al., 2024) și o tendință de homofilie academică (Hâncean et al., 2014). Totuși, se observă emergența unor colaborări interregionale și trans-sectoriale susținute de clustere de inovare și programe europene (Biholar et al., 2024; De Carli et al., 2021; Eurostat, 2023; Sandu, 2016).

Analiza literaturii de specialitate și a contextului românesc evidențiază faptul că poziția instituțiilor în rețelele de colaborare științifică este determinată de o combinație de factori structurali (dimensiune, resurse, infrastructuri), contextuali (proximitate geografică, competitivitate regională, politici publice) și instituționali (tip de actor, profil organizațional, experiență de colaborare). Universitățile și institutele de cercetare ocupă în general poziții centrale, beneficiind de resurse și legitimitate, în timp ce ONG-urile, IMM-urile sau instituțiile culturale contribuie prin diversificarea conexiunilor și apropierea de comunități, dar rareori dețin capacitatea de coordonare. În plus, prin regulamentul competiției, participarea ONG-urilor și a SRL-urilor a fost restricționată la cele care au obiect principal de activitate cercetarea sau/și diseminarea rezultatelor cercetării.

Proximitatea geografică și resursele financiare se dovedesc a fi factori importanți, însă efectele lor nu sunt uniforme: în timp ce instituțiile

mari din centre universitare majore își consolidează pozițiile dominante și generează economii de scară, organizațiile mai mici compensează prin agilitate, specializare și parteneriate regionale. Totodată, rolul specific al fiecărui tip de instituție se suprapune cu politicile naționale și europene, care pot favoriza cooperarea regională sau integrarea în rețele globale. Sinteza noastră de literatură din paginile anterioare ne va ghida ipotezele din acest raport.

În ansamblu, concluzia principală este că rețelele de colaborare științifică funcționează ca ecologii organizaționale stratificate, unde succesul depinde nu doar de volumul resurselor, ci și de abilitatea actorilor de a valorifica oportunitățile de parteneriat, de a ocupa poziții strategice și de a integra diversitatea sectorială și regională într-o arhitectură comună a cunoașterii.

Metodologia cercetării

Obiectiv

Această investigație urmărește descrierea ecosistemului de cercetare-dezvoltare din România ca o rețea de actori aflați în interacțiune în care se dezvoltă fenomene, stări și structuri specifice de comunicare, ierarhie și influență. Mai concret, dorim să descriem acest ecosistem din punctul de vedere al analizei de rețea, abordând caracteristici ale structurii rețelei precum densitatea, centralizarea, structuri de tip nucleu și periferie, sau goluri structurale precum și caracteristici ale nodurilor precum centralitatea sau calitatea de a fi punți (bridge) sau centrale (hub) de comunicare. De asemenea, dorim să explorăm modul în care structura și rolurile din rețea corelează cu intensitatea și felul participării în rețele de cercetare, inclusiv cu succesul în obținerea finanțării, pe baza datelor publice ale competiției pentru Centre de Excelență.

Unități de analiză și unități de măsurare

Studiul investighează, pe baza proiectelor depuse în cadrul competiției de finanțare a Centrelor de Excelență din 2024, populația de entități de cercetare participante în această competiție, fie ca rețea în întregime, în momentul în care se descriu caracteristicile rețelei, sau ca subrețele definite pe domenii științifice ale competiției, care sunt componente ale întregii rețele. Măsurarea variabilelor specifice rețelelor și nodurilor (entităților de cercetare) s-a făcut pe baza celor 109 proiecte depuse inițial în competiție și în cadrul cărora toate entitățile se consideră a fi conectate. Altfel spus, entitățile din fiecare proiect sunt considerate a constitui o clică în cadrul rețelei generale sau a sub-rețelei definită de proiectele depuse în cadrul unui domeniu.

Aceasta este, în mod clar doar o aproximare a intensității legăturilor dintre entități, fiind evident că, chiar și în cadrul aceluiași proiect, relațiile reale dintre instituțiile de cercetare participante pot să varieze ca intensitate, până la absența lor efectivă. Aceasta este, de asemenea, una dintre cele mai importante limitări ale acestei investigații.

O populație secundară, mai puțin abordată în cercetarea noastră, a fost cea relațiilor dintre entități, în al cărui caz am investigat situațiile de multiplicitate.

Astfel, putem enumera universurile investigate în studiul nostru:

- Rețeaua generală, care cuprinde toate entitățile și legăturile extrase pe baza tuturor proiectelor depuse în program
- Rețelele pe domenii, care cuprind toate entitățile și legăturile extrase pe baza tuturor proiectelor depuse într-unul din cele 6 subprograme:

- o Climă, energie și mobilitate
 - o Cultură, creativitate și societate incluzivă
 - o Digitalizare, industrie și spațiu
 - o Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu
 - o Sănătate
 - o Securitate civilă pentru societate
- Entitățile de cercetare care au participat la program (196)

Variabile la nivel de entități

Pentru descrierea entităților juridice cu activitate de cercetare participante la programul Centrelor de Excelență am înregistrat mai multe caracteristici conform tabelului de mai jos:

Tabel 2. Caracteristici ale entităților participante utilizate în analize

Variabilă	Descrierea	Valori, număr de cazuri
Tipul entității	Categoria de persoană juridică participantă, după proprietate și după domeniul de activitate	<ul style="list-style-type: none"> - Universitate publică (44) - Universitate privată (4) - Spitale și institute clinice, inclusiv baze de tratament private (27) - Institut de cercetare INCD MEN (35) - Alte Institute de cercetare (17) - Cercetare și învățământ militar (10) - Academia Română (31) - Muzee și instituții publice (11) - ONG (8) - SRL(9)
Regiunea în care funcționează în principal entitatea	Care este regiunea de dezvoltare în care își desfășoară entitatea activitatea în primul rând	<ol style="list-style-type: none"> 1. Regiunea Nord-Vest (19) 2. Regiunea Centru (11) 3. Regiunea Nord-Est (21) 4. Regiunea Sud-Est (11) 5. Regiunea Sud-Muntenia (8) 6. Regiunea București-Ilfov (103) 7. Regiunea Sud-Vest Oltenia (8) 8. Regiunea Vest (15)
Veniturile raportate în trimestrul ¾ din 2024	Un proxy al mărimii entității, conform ultimului bilanț găsit pe internet	N=193 Minim: 0 Maxim: 1644256511 lei Medie: 156726079,7 lei Abatere standard: 274635675,9 lei

Este important de reținut că în analizele în care a intervenit și variabila „venit” am folosit 193 de cazuri din cele 196 datorită indisponibilității datelor în cazul a 3 instituții din domeniul militar.

Așa cum vom mai sublinia în analize, numărul total de participări, incluzând și coordonările, în cele 109 proiecte depuse a fost de 740.

Proceduri de lucru

În vederea analizei ecosistemului de cercetare, a fost construită o rețea bipartită (bigraf - cu două tipuri de actori, respectiv entități și proiecte de cercetare), care a fost transformată prin intermediul plugin-ului Node Color Multimode disponibil în programul de analiză de rețea Gephi într-o rețea monopartită (monograf), în care actorii din același proiect de cercetare au fost considerați ca fiind conectați. În vederea verificării corectitudinii prelucrării statistice, paralel a fost realizată manual o rețea în care au fost stabilite conexiuni între toți actorii din același proiect. Rezultatele au fost comparate între ele și nu s-au observat diferențe. Următoarea etapă a fost construirea unor rețele secundare monopartite în funcție de domeniul proiectelor de cercetare. În total, au fost construite șapte rețele (rețea generală și 6 rețele echivalente domeniilor de cercetare. Pentru aceste rețele au fost calculate statisticile de centralitate în Gephi și Ucinet (după ce rețelele din Gephi au fost exportate în Ucinet). De asemenea, în Ucinet au fost calculate și statisticile privind structural holes. Pentru ilustrarea grafică a caracteristicilor nodurilor din rețelele analizate a fost folosit Gephi și clasele de modularitate semnalate prin intermediul algoritmului disponibil în acest program. Suplimentar au fost calculate scoruri specifice, de exemplu scorul de punte, scorul de multiplexitate etc.

Descrierea proiectelor și a entităților participante

În această secțiune vom explora pe larg structura proiectelor depuse și profilul entităților implicate în competiție. Ne vom concentra mai întâi asupra celor 109 propuneri înscrise, evidențiind distribuția prin cele șase domenii tematice și influența așteptărilor de finanțare asupra acestora. Apoi vom trece în revistă compoziția participanților – de la universitățile publice și institutele naționale de cercetare, până la sectorul privat, ONG-uri și muzee – pentru a surprinde atât predominanța actorilor academici, cât și nivelul redus de implicare al organizațiilor non-publice. În final, vom reliefa principalele valori medii de colaborare (numărul de instituții per proiect și de proiecte per instituție), punând astfel în context dinamica parteneriatelor de cercetare din cadrul competiției.

Proiectele depuse

Cele 196 de instituții participante în competiție sunt implicate în 109 de proiecte depuse¹⁰. Cele mai multe proiecte au fost depuse în domeniul „Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu”, iar cele mai puține în domeniul „Securitate civilă pentru societate”. Numărul de proiecte depuse pe domenii a fost probabil influențat de anunțurile privind numărul de proiecte care va fi finanțat în fiecare domeniu.

Dintre organizațiile participante, mai mult de un sfert sunt universitățile publice (44), alte participări consistente fiind din partea institutelor naționale de cercetare publice (INCD-uri), ale Academiei Române și ale entităților subordonate precum și al spitalelor și al institutelor clinice. Semnificativ este și numărul foarte mic al ONG-urilor și mai ales al SRL-urilor participante în competiție, care atestă cvasiabsența structurilor antreprenoriale private din universul românesc al cercetării, inovării și dezvoltării: în timp ce de abia 10,7% din entitățile participante sunt private (incluzând aici și cele 4 universități private), acestea reprezintă, conform statisticilor colectate de noi, de abia 0,2% din veniturile anuale ale tuturor instituțiilor participante. E adevărat că această statistică este masiv disproporționată în favoarea universităților publice, ale căror venituri din 2024 reprezintă 86% din total.

¹⁰ Inclusiv cele 20 declarate neeligibile și cele 4 retrase ulterior de propunători pentru a nu pune în pericol eligibilitatea altor proiecte.

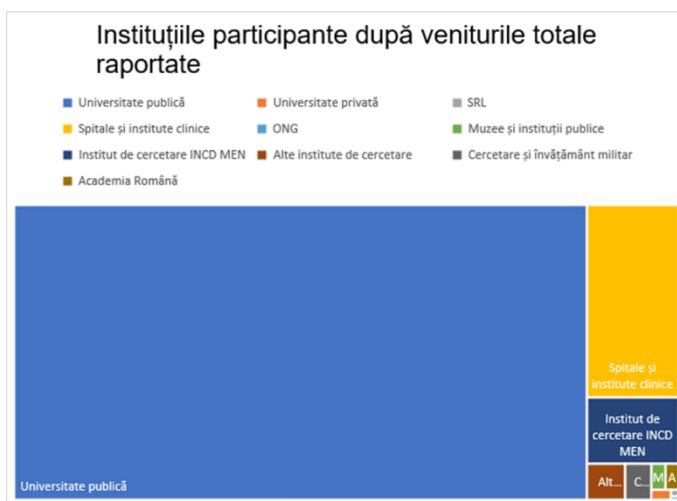


Figura 1. Veniturile totale pe tipuri de institute participante la competiție

Tabel 3. Număr de proiecte depuse pe domenii

Domenii	Nr. proiecte
Climă, energie și mobilitate	18
Cultură, creativitate și societate incluzivă	13
Digitalizare, industrie și spațiu	19
Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu	28
Sănătate	21
Securitate civilă pentru societate	10
Total	109

Număr de instituții participante pe categorii

Tabel 4. Număr de instituții participante pe categorii

Categorii instituție	Nr. instituții participante
Universitate publică	44
Universitate privată	4
Spitale și institute clinice	27
Institut de cercetare INCD MEN	35
Alte Institute de cercetare	17
Cercetare și învățământ militar	10
Academia Română	31
Muzee și instituții publice	11
ONG	8
SRL	9
Total	196

Descrierea generală a proiectelor depuse

Proiectele depuse au în componență în medie 6,8 instituții iar o instituție participă, în medie, la 3,8 proiecte.

Tabel 5. Număr mediu de instituții pe proiect

Categoriile de instituții	Rețea generală	Climă, energie & mobilitate	Cultură, creativitate & societate incluzivă	Digitalizare, industrie & spațiu	Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură & mediu	Sănătate	Securitate civilă pentru societate
Universitate publică	3,42	3,39	4,23	3,26	3,28	2,95	4,10
Universitate privată	0,05	0,05	0	0,05	0,11	0	0
Spitale și institute clinice	0,31	0	0,08	0,10	0,04	1,38	0,10
Institut de cercetare INCD MEN	1,34	1,50	0,38	2,26	1,71	0,57	1,10
Alte Institute de cercetare	0,45	0,39	0,38	0,47	0,64	0,43	0,10
Cercetare și învățământ militar	0,17	0,05	0	0,16	0,14	0,05	1
Academia Română	0,75	0,61	1,54	0,63	0,61	1	0,10
Muzee și instituții publice	0,11	0,05	0,69	0	0,07	0	0
ONG	0,09	0,05	0	0,26	0,07	0,09	0
SRL	0,09	0,05	0,08	0,10	0,11	0,09	0,10
Total	6,78	6,17	7,38	7,32	6,78	6,57	6,60

Număr mediu de instituții pe proiect pe domenii

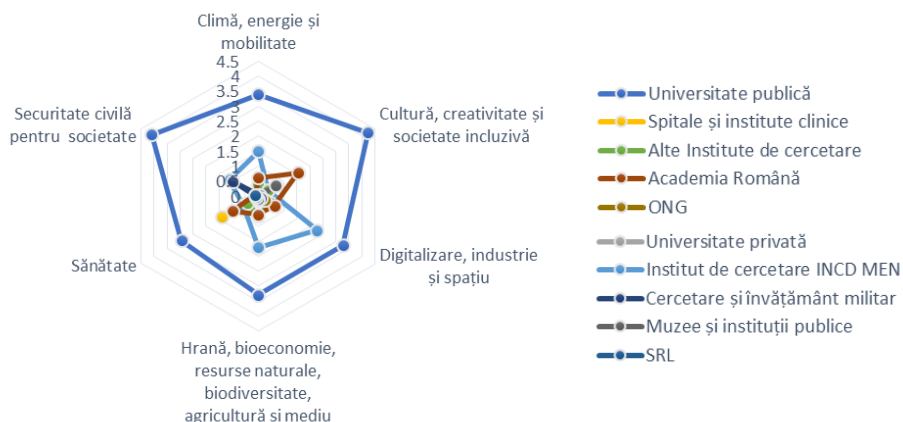


Figura 2. Profiluri de proiecte pe categorii de entități participante pe domeniu

Tabel 6. Număr de participări pe domeniu

Tip instituție	Climă, energie și mobilitate	Cultură, creativitate și societate incluzivă	Digitalizare, industrie și spațiu	Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu	Sănătate	Securitate civilă pentru societate	Rețea generală
Universitate publică	61	55	62	92	62	41	373
Universitate privată	1	0	1	3	0	0	5
SRL	1	1	2	3	2	1	10
Spitale și institute clinice	0	1	2	1	29	1	34
ONG	1	0	5	2	2	0	10
Muzee și instituții publice	1	9	0	2	0	0	12
Institut de cercetare INCD MEN	27	5	43	48	12	11	146
Alte institute de cercetare	7	5	9	18	9	1	49
Cercetare și învățământ militar	1	0	3	4	1	10	19
Academia Română	11	20	12	17	21	1	82
Total	111	96	139	190	138	66	740

Din totalul de proiecte depuse (109), cele mai multe au fost în domeniile Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu (28) și Sănătate (21). La celălalt pol sunt Securitate civilă pentru societate (10 proiecte) și Cultură, creativitate și societate incluzivă (13 proiecte). Numărul de proiecte depuse pe domeniu a fost determinat cu siguranță atât de factori de tip push – populația de cercetători și de instituții cu activitate în domeniu, cât și de principalul factor de tip pull: numărul de proiecte anunțat a fi finanțat pentru fiecare domeniu.

Așa cum am mai arătat, la aceste proiecte au participat 196 de instituții distribuite astfel: universități publice (44), universități private (4), spitale și institute clinice (27), Institute de cercetare INCD MEN - Institutele naționale de cercetare-dezvoltare în coordonarea Autorității Naționale pentru Cercetare (35), Alte Institute de cercetare (17), instituții din domeniul cercetării și învățământului militar (10), filiale și institute ale Academiei Române (31), muzee și instituții publice (11), ONG-uri (8) și SRL-uri (9). Per total proiecte, cea mai mare pondere (nr. mediu pe proiect - 3,4) o au universitățile publice, urmate de Institute de cercetare INCD MEN (nr. mediu pe proiect - 1,34) și Academia Română (nr. mediu pe proiect - 0,75). Cel mai slab reprezentate sunt universitățile private (nr. mediu pe proiect - 0,05).

Așadar, **numărul mediu de instituții pe proiect** este 6,78, ceea ce înseamnă că în cadrul unui proiect echipele de cercetare au în medie peste

6 parteneri. Raportat la instituții, acestea participă în medie la aproape 4 proiecte, luând în considerare că numărul mediu de proiecte pe instituție este de 3,78. Referitor la numărul mediu de instituții pe proiect se observă că universitățile publice ocupă prima poziție în toate domeniile (nr. mediu pe proiect rețea generală: 3,42), valoarea fiind mai mică în domeniul Sănătății (2,95). Per total, universitățile publice sunt urmate de institutele de cercetare aflate în coordonarea Autorității Naționale pentru Cercetare Științifică (ANCS). Acestea înregistrează cea mai mare valoare în domeniile Digitalizare, industrie și spațiu (2,26) și Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu (1,71). Institutele și filialele Academiei Române au cea mai mare participare în domeniul Cultură, creativitate și societate incluzivă (nr. mediu pe proiect - 1,54), iar Spitalele și institutele clinice sunt prezente în principal în proiectele din domeniul Sănătății (nr. mediu pe proiect - 1,38). După cum era de așteptat, instituțiile din domeniul Cercetare și învățământ militar fac parte în principal din echipele de cercetare din domeniul Securitate civilă pentru societate (nr. mediu pe proiect - 1). Totodată, se observă prezența scăzută în proiecte a universităților private, SRL-urilor, ONG-urilor și muzeelor.

Universitățile publice sunt cel mai bine reprezentate în parteneriatele din „Cultură, creativitate și societate incluzivă” (nr. mediu pe proiect – 4,23) și „Securitate civilă pentru societate” (nr. mediu pe proiect – 4,1). Cel mai scăzut număr de universități publice se regăsește în proiectele din domeniul Sănătății (nr. mediu pe proiect – 2,95).

În ceea ce privește **universitățile private**, acestea ocupă o poziție marginală în toate rețelele de parteneriat. Totuși, se observă o prezență ușor mai ridicată în domeniul „Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu” (nr. mediu pe proiect - 0,11, corespondent a trei participări). Se observă lipsa totală în proiectele din domeniile Cultură, creativitate și societate incluzivă, Sănătate și Securitate civilă pentru societate și prezența cu câte o participare în domeniile Climă, energie și mobilitate și Digitalizare, industrie și spațiu.

Spitalele și institutele clinice participă frecvent în proiecte de cercetare din domeniul Sănătății (nr. mediu pe proiect 1,38), unde ocupă al doilea loc ca prezență după universitățile publice. În schimb, ele au o prezență foarte redusă în celelalte categorii (o entitate din categorie în celelalte domenii, cu excepția domeniului Digitalizării, industriei și spațiului unde se regăsesc două entități).

Institutele de cercetare INCD MEN, sunt cele mai vizibile în proiectele din domeniul Digitalizare, industrie și spațiu (nr. mediu pe proiect – 2,26) și sunt slab reprezentate în domeniile Sănătate (nr. mediu pe proiect – 0,57) și Cultură, creativitate și societate incluzivă (nr. mediu pe proiect – 0,38).

Entitățile din categoria **Alte institute de cercetare** (centre de cercetare/ organizații de cercetare care nu sunt în subordinea ANCS sau a Academiei Române) se regăsesc destul de rar în echipele de cercetare.

Totuși, acestea sunt mai bine reprezentate în proiectele din domeniul Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu (nr. mediu pe proiect - 0,64). La celălalt pol, cea mai redusă prezență este în domeniul Securitate civilă pentru societate (nr. mediu pe proiect - 0,1).

Referitor la categoria **Cercetare și învățământ militar**, acestea este cel mai bine reprezentată în domeniul Securitate civilă pentru societate (nr. mediu pe proiect - 1). Se remarcă prezența doar a unei entități din această categorie în domeniile Sănătate și Climă, energie și mobilitate. Se poate sublinia faptul că **Spitalele și institutele clinice** sunt prezente în principal în proiectele din domeniul **Sănătății** (cu un număr mediu pe proiect de 1,38), iar instituțiile din **Cercetare și învățământ militar** fac parte în principal din echipele de cercetare din domeniul **Securitate civilă pentru societate** (nr. mediu pe proiect de 1). Aceste distribuții demonstrează o puternică predilecție de a colabora cu entități din același domeniu de specializare (proximitate cognitivă).

Filiarele și institutele Academiei Române sunt prezente în special în proiectele din domeniul Cultură, creativitate și societate incluzivă (nr. mediu pe proiect 1,54), unde ocupă a doua poziție (după universitățile publice). La celălalt pol, acestea se regăsesc foarte rar (nr. mediu pe proiect 0,1, corespondent unei singure entități) în domeniul Securitate civilă pentru societate.

Muzeele și instituțiile publice se regăsesc destul de rar în echipele de cercetare. Totuși, acestea sunt mai întâlnite în parteneriatele din domeniul Cultură, creativitate și societate incluzivă (nr. mediu pe proiect 0,69). Se remarcă lipsa totală a acestora în domeniile Digitalizare, industrie și spațiu, Sănătate, Securitate civilă pentru societate, în timp ce în domeniul Climă, energie și mobilitate este prezentă o singură entitate, iar în domeniul Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu entitățile din această categorie au două participări.

ONG-urile ocupă o poziție marginală în rețeaua de parteneriate și sunt reprezentate cel mai bine în domeniul Digitalizare, industrie și spațiu (nr. mediu pe proiect 0,26, corespondent a 5 participări din totalul de 10). Se observă lipsa totală a acestora în echipele de cercetare din domeniile Cultură, creativitate și societate incluzivă și Securitate civilă pentru societate, în timp ce în domeniul Climă, energie și mobilitate se regăsește o entitate.

În ceea ce privește prezența **SRL-urilor** în ecosistemul de cercetare, acestea sunt de asemenea marginale. Totuși, se remarcă prezența lor în toate domeniile, cu un nr. mediu pe proiect maxim de 0,11 (echivalent a 3 participări în domeniul Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu). SRL-urile au o singură participare și în domeniile Cultură, creativitate și societate incluzivă (nr. mediu pe proiect 0,08) și Securitate civilă pentru societate (nr. mediu pe proiect 0,1).

Descrierea coordonatorilor de proiecte

Un rol aparte îl au în cadrul consorțiilor de cercetare instituțiile coordonatoare, sau lider de proiect. Vom descrie în paginile următoare populația de entități de cercetare care și-a asumat, și a fost investită ca atare de parteneri, cu rolul de a coordona astfel de rețele de colaborare.

În rețeaua generală, instituțiile au coordonat în medie 0,56 proiecte, iar 56 de instituții din 196 au coordonat cel puțin un proiect. Astfel, în ecosistemul de cercetare investigat, principalele instituții care își asumă rolul de coordonator de proiect sunt universitățile publice, urmate la o distanță mare de institutele de cercetare în coordonarea Autorității Naționale pentru Cercetare Științifică. De asemenea, se constată prezența unor tipuri de instituții care nu coordonează niciun proiect, respectiv: universitățile private, SRL-urile, ONG-urile, muzeele și instituțiile publice.

Tabel 7. Tabel sintetic al coordonărilor de proiecte pe tipuri de entități

Tip instituție	Coordonator	Număr de participări (Coordonator +Partener)	Pr. Coordonate (Nr coordonări *100/Total proiecte)	Nr mediu pr coordonate (Nr coordonări/ Nr instituții)
Universitate publică	68	373	62,38	1,55
Universitate privată	0	5	0	0
SRL	0	10	0	0
Spitale și institute clinice	3	34	2,75	0,10
ONG	0	10	0	0
Muzee și instituții publice	0	12	0	0
Institut de cercetare INCD MEN	25	146	22,93	0,70
Alte institute de cercetare	3	49	2,75	0,18
Cercetare și învățământ militar	2	19	1,83	0,20
Academia Română	8	82	7,33	0,26
TOTAL	109	740	100	0,56

Tabel 8. Procentul de coordonări pe tip de instituție din numărul de proiecte pe domeniu

Tip instituție	Climă, energie și mobilitate	Cultură, creativitate și societate incluzivă	Digitalizare, industrie și spațiu	Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu	Sănătate	Securitate civilă pentru societate	Rețea generală
Universitate publică	61,11	69,23	42,11	64,29	71,43	70,00	62,39
Universitate privată	0	0	0	0	0	0	0
SRL	0	0	0	0	0	0	0
Spitale și institute clinice	0	0	0	0	14,29	0	2,75
ONG	0	0	0	0	0	0	0
Muzee și instituții publice	0	0	0	0	0	0	0
Institut de cercetare INCD MEN	27,78	7,69	31,58	32,14	9,52	20,00	22,94
Alte institute de cercetare	0	0	10,53	0	4,76	0	2,75
Cercetare și învățământ militar	0	0	5,26	0	0	1,00	1,83
Academia Română	11,11	23,08	10,53	3,57	0	0	7,34
Total	100	100	100	100	100	100	100
Nr proiecte	18	13	19	28	21	10	109

Specificități pe domenii precum cele subliniate mai sus se pot sesiza și dacă analizăm coordonarea proiectelor: 62% din proiecte sunt coordonate de universitățile publice, ponderea aceasta fiind sensibil mai mică (42%) doar în cazul proiectelor din domeniul „Digitalizare, industrie și spațiu”, domeniu în care 31,6% din proiecte sunt coordonate de INCD-uri. Institutele publice de cercetare din subordinea Autorității Naționale pentru Cercetare Științifică coordonează tot aproape o treime din proiecte în domeniul „Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu”. Academia Română și structurile din subordine coordonează, la rândul lor, aproape un sfert din proiectele din domeniul „Cultură, creativitate și societate incluzivă”. Este de asemenea important să remarcăm faptul că Universitățile private, SRL-urile, ONG-urile și Muzeele nu au coordonat nici un proiect.

Tabel 9. Nr. mediu de proiecte coordonate pe domenii (Nr. coordonări/Nr. instituții)

Tip instituție	Climă, energie și mobilitate	Cultură, creativitate și societate incluzivă	Digitalizare, industrie și spațiu	Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu	Sănătate	Securitate civilă pentru societate	Rețea generală
Universitate publică	0,46	0,31	0,30	0,62	0,63	0,39	1,55
Universitate privată	0	0	0	0	0	0	0
SRL	0	0	0	0	0	0	0
Spitale și institute clinice	0	0	0	0	0,12	0	0,11
ONG	0	0	0	0	0	0	0
Muzee și instituții publice	0	0	0	0	0	0	0
Institut de cercetare INCD MEN	0,28	0,20	0,26	0,39	0,25	0,18	0,71
Alte institute de cercetare	0	0	0,5	0	0,33	0	0,18
Cercetare și învățământ militar	0	0	0,33	0	0	0,13	0,2
Academia Română	0,22	0,21	0,17	0,08	0	0	0,26
Total	0,30	0,20	0,24	0,30	0,27	0,24	0,56

În sinteză, în populația de proiecte analizate, numărul mediu de proiecte coordonate este de 0,56. Cele mai multe proiecte sunt coordonate de universități, urmate de Institutele de cercetare în coordonarea Autorității Naționale pentru Cercetare Științifică și de instituțiile din Academia Română. Raportat la domenii, universitățile coordonează cele mai multe proiecte în domeniile Sănătate și Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu și cele mai puține în domeniile Digitalizare, industrie și spațiu și Cultură, creativitate și societate incluzivă. Institutele de cercetare INCD MEN coordonează cele mai multe proiecte în domeniile Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și Climă, energie și mobilitate și cele mai puține în domeniul Securitate civilă pentru societate. Academia Română coordonează proiecte în categoriile Climă, energie și mobilitate și Cultură, creativitate și societate incluzivă, în timp ce entitățile din categoriile Alte institute de cercetare și Cercetare și învățământ militar sunt mai degrabă coordonatoare în proiectele din domeniul Digitalizare, industrie și spațiu. De remarcat că filialele și institutele Academiei Române nu coordonează proiecte în domeniile Sănătate și Securitate civilă pentru societate.

Nr. mediu de proiecte coordonate pe domeniu

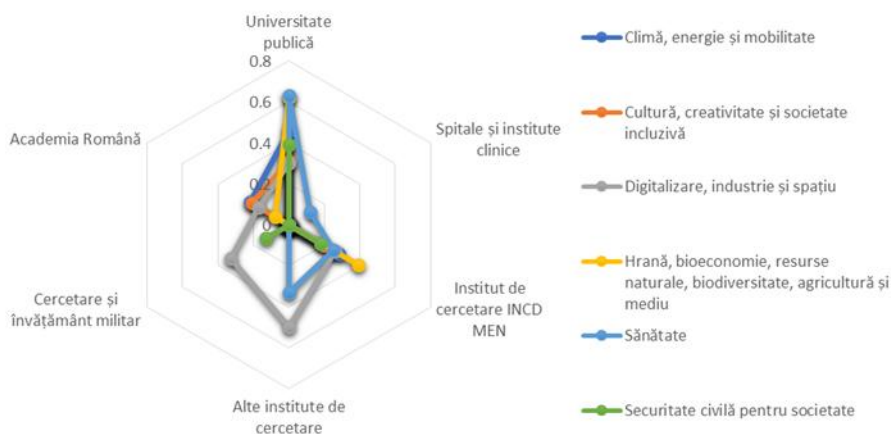


Figura 3. Nr. mediu de proiecte coordonate pe domeniu

Probabilitatea de a fi coordonator al unui proiect

În paginile care urmează vom descrie calitatea de a fi coordonator în proiectele analizate în termen de probabilități.

Tabel 10. Probabilitatea medie de a coordona proiecte în cazul participării

Tip instituție	Climă, energie și mobilitate	Cultură, creativitate și societate incluzivă	Digitalizare, industrie și spațiu	Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu	Sănătate	Securitate civilă pentru societate	Rețea generală
Universitate publică	0,18	0,16	0,13	0,20	0,24	0,17	0,18
Universitate privată	0	0	0	0	0	0	0
SRL	0	0	0	0	0	0	0
Spitale și institute clinice	0	0	0	0	0,10	0	0,09
ONG	0	0	0	0	0	0	0
Muzee și instituții publice	0	0	0	0	0	0	0
Institut de cercetare INCD MEN	0,18	0,20	0,14	0,19	0,17	0,18	0,17
Alte institute de cercetare	0	0	0,22	0	0,11	0	0,06
Cercetare și învățământ militar	0	0	0,33	0	0	0,10	0,10
Academia Română	0,18	0,15	0,17	0,06	0	0	0,10
TOTAL	0,16	0,13	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15

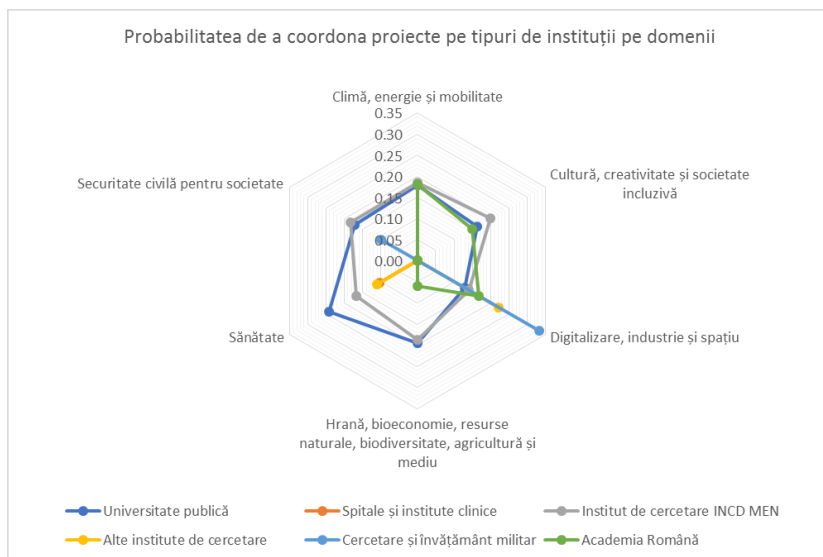


Figura 4. Probabilitatea de coordonare pe tipuri de entități și domenii

În rețeaua generală, universitățile publice și institutele publice de cercetare din subordinea ANCS ocupă primele poziții cu o probabilitate de a coordona proiecte de 0,18, respectiv 0,17. Un număr redus de proiecte coordonate se observă în cazul entităților din categoriile Alte institute de cercetare și Spitale și institute clinice (probabilitatea de a coordona proiecte - 0,06, respectiv 0,09). În ceea ce privește distribuția pe domenii a categoriilor de instituții, **universitățile publice** înregistrează cel mai mare număr mediu de proiecte coordonate în domeniile Sănătate (probabilitatea de a coordona proiecte 0,24) și Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu (probabilitatea de a coordona proiecte 0,2). Cel de-al treilea domeniu ca număr mediu de proiecte coordonate în cazul universităților publice este Climă, energie și mobilitate (probabilitatea medie de a coordona proiecte 0,18). Universitățile publice înregistrează cel mai mic număr mediu de proiecte coordonate în domeniul Digitalizare, industrie și spațiu (probabilitatea de a coordona proiecte 0,13).

Spitalele și institutele clinice coordonează proiecte doar în domeniul Sănătății, unde au probabilitatea de a coordona proiecte de 0,1.

Institutele de cercetare din subordinea ANCS înregistrează cel mai mare număr de proiecte coordonate în domeniile Cultură, creativitate și societate incluzivă și Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu și Climă, energie și mobilitate (probabilitatea de a coordona proiecte 0,2, respectiv 0,19). Cele mai scăzute valori în ceea ce privește numărul mediu de proiecte coordonate se înregistrează în domeniul Digitalizare, industrie și spațiu (probabilitatea de a coordona proiecte - 0,14)

Institutede din categoria **Alte institute de cercetare** coordonează proiecte în domeniile Digitalizare, industrie și spațiu și Sănătate. În domeniul Sănătate, acestea au probabilitatea de a coordona proiecte de 0,1, iar în domeniul Digitalizare, industrie și spațiu, institutele din categoria menționată au probabilitatea de a coordona proiecte de 0,2.

Entitățile din categoria **Cercetare și învățământ militar** coordonează 2 proiecte, unul în domeniul Digitalizare, industrie și spațiu și unul în domeniul Securitate civilă pentru societate.

Academia Română coordonează proiecte în 4 din cele 6 domenii. Cel mai mare număr mediu de proiecte coordonate îl înregistrează în domeniul Climă, energie și mobilitate (probabilitatea de a coordona proiecte - 0,18), urmat de Digitalizare, industrie și spațiu (probabilitatea de a coordona proiecte - 0,17). Cea mai scăzută valoare se înregistrează în domeniul Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu (probabilitatea de a coordona proiecte - 0,06)

Tabel 11. Distribuția probabilității medii de a fi instituție coordonatoare în funcție de numărul de participări

Variabila	Probabilitate medie (număr de coordonări/număr de participări)
Universitate publică	0,18
Spitale și institute clinice	0,09
INCD MEN	0,17
Alte Institute de cercetare	0,06
Cercetare și învățământ militar	0,10
Academia Română	0,10
Total	0,15 (109 coordonări/740 participări în total)

Concluzii

Au fost depuse în total 109 proiecte, cele mai multe în domeniul „Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu” (28), urmat de „Sănătate” (21). În schimb, „Securitate civilă pentru societate” a atras doar 10 propuneri, iar „Cultură, creativitate și societate incluzivă” – 13, semnalând dezechilibre tematice care pot fi corectate prin apeluri dedicate și finanțări suplimentare.

La nivelul parteneriatelor s-au implicat 196 de instituții, dintre care universitățile publice (44) și institutele de cercetare din subordinea ANCS (35) domină rețeaua. ONG-urile și întreprinderile mici și mijlocii sunt puternic subreprezentate, cu doar 10,7% din total și generând 0,2% din veniturile cumulate ale participanților, ceea ce indică o barieră persistentă în accesul sectorului privat la proiectele finanțate inclusiv prin solicitarea

expresă ca respectivele entități să fie acreditate ca instituții care realizează cercetare sau promovează rezultatele cercetării sau inovării.

Fiecare proiect reunește în medie 6,8 instituții, iar fiecare instituție participă la 3,8 proiecte. Universitățile publice conduc clasamentul activității în „Sănătate” și „Hrană & Mediu”, în timp ce institutele ANCS sunt cele mai numeroase în „Digitalizare & Industrie”. La polul opus, universitățile private, ONG-urile, SRL-urile și muzeele abia își fac simțită prezența, în special în „Sănătate” și „Securitate civilă”.

Rolul de coordonator revine aproape exclusiv universităților publice (62% din proiecte). Nicio universitate privată, ONG, SRL sau muzeu nu deține acest statut, în timp ce institutele de cercetare ANCS au preluat aproape o treime din rolurile de coordonare în „Hrană & Mediu”. Academia Română rămâne principalul actor de gestionare în „Cultură & Creativitate”. Media proiectelor coordonate per instituție este 0,56, ceea ce semnalează o concentrare a leadership-ului într-un număr restrâns de entități.

Direcții strategice

- **Diversificarea ecosistemului de parteneriate, a potențialului de transfer tehnologic și de inovare:** lansarea de apeluri tematice și instrumente de stimulare care să încurajeze participarea ONG-urilor, SRL-urilor și muzeelor, fie prin granturi combinate, fie prin scheme de mentorat cu hub-uri universitare.
- **Întărirea clusterelor subreprezentate:** alocarea unor fonduri prioritare pentru proiecte în „Securitate civilă” și „Cultură & Creativitate”, însoțite de programe de formare și networking, pentru a echilibra portofoliul național de cercetare.
- **Consolidarea rolului de coordonator al INCD-urilor și al Academiei Române:** recunoașterea formală a capacității acestor entități de a facilita proiecte interdisciplinare, prin parteneriate public-private dedicate și crearea unor platforme de matchmaking între institute și mediul socio-economic.
- **Stimularea colaborărilor public-private:** introducerea, în cadrul unor competiții viitoare, de bonusuri de evaluare pentru proiectele care includ în consorțiu SRL-uri sau ONG-uri, precum și pentru cele care demonstrează transfer de tehnologie și impact economic local.
- **Monitorizare și mentoring continuu:** înființarea unui observator al performanței rețelei de cercetare care să urmărească periodic indicatorii de coeziune, aparte de simpla raportare financiară, și să ofere feedback structurilor subreprezentate pentru creșterea capacității de cooperare.

Descrierea rețelelor de parteneriat de cercetare

Introducere

În acest capitol ne propunem să conturăm o imagine mai clară asupra **topologiei și dinamicii rețelelor de colaborare** care se formează în cadrul proiectelor de cercetare analizate. Nu vom privi aceste rețele doar ca simple structuri matematice, ci ca pe niște organisme sociale, în care legăturile, nodurile și gradul de coeziune reflectă procesele de colaborare, schimbul de informații și poziționarea strategică a actorilor implicați.

Mai întâi, vom urmări **tiparele de densitate** și prezența fenomenului de „lume mică” (*small-world*), care ne arată cât de interconectată este comunitatea și în ce măsură informația circulă rapid între diferiți participanți.

În continuare, ne vom opri asupra **gradului de centralizare** pentru a identifica actorii-cheie și a înțelege felul în care influența și resursele sunt distribuite sau concentrate în rețea. Aici, accentul cade pe comparația dintre structurile reale și modelele teoretice de tip „stea”, pentru a evidenția nivelul de polarizare sau de distribuție echitabilă a puterii.

Demersul nostru se desfășoară în trei pași. În primul rând, vom examina **măsurile de densitate și incluziune**, comparând rețelele din diferite domenii și observând eventualele componente izolate. În al doilea rând, vom analiza **centralizarea**, folosind o serie de indici (eigenvector, degree, betweenness și closeness) care ne permit să înțelegem cine ocupă poziții privilegiate și cum se configurează ierarhiile relaționale. În final, vom trece la o **interpretare strategică** a acestor constatări: vom discuta ce consecințe au aceste structuri de rețea asupra transferului de cunoaștere și vom formula recomandări pentru întărirea coeziunii și pentru diversificarea rolurilor actorilor implicați.

Densitatea și centralizarea în rețele

După cum arată statisticile de rețea pe care urmează să le detaliem, rețeaua analizată include entități bine conectate. Astfel, se constată prezența unui efect small-world (lume mică), iar entitățile urmează o distribuție asimetrică (power law distribution). În aceste condiții, rețeaua analizată face parte, din punctul de vedere al centralizării, din categoria rețelelor *scale-free*.

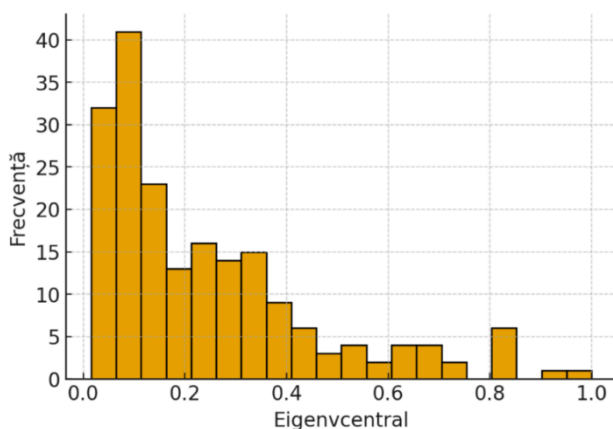


Figura 5. Histograma centralității eigenvector

Densitatea

Astfel, în rețeaua generală, gradul mediu de conexiuni este de 18,2, iar densitatea graficului este 0,09 (9%). Luând în considerare că acest coeficient înregistrează valori între 0 și 1 cu numărul maxim de conexiuni =1, se poate spune că o mare parte dintre entități sunt conectate între ele (se constată prezența a aproape 10% din legăturile maxim posibile, în contextul în care valoarea maximă a legăturilor într-o rețea reală este de 50%). Referitor la incluzivitate, se observă că o singură rețea conține două componente, aceasta fiind „Cultură, creativitate și societate incluzivă”. În calculul incluzivității acestei rețele, vom considera entitățile parte din cel de-al doilea component ca fiind izolate de componentul principal.

Tabel 12. Măsuri densitate rețele studiate

Rețea	Entități	Nr componente conectate	Incluzivitate	Suma gradelor de conectare	Număr conexiuni	Nr maxim conexiuni grafic complet	Densitate
Generală	196	1	1	3574	1787	19110	0,09
Climă, energie și mobilitate	61	1	1	522	261	1830	0,14
Cultură, creativitate și societate incluzivă	62	2	0,74	628	314	1891	0,16
Digitalizare, industrie și spațiu	79	1	1	888	444	3081	0,14
Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu	92	11	1	1042	521	4186	0,12
Sănătate	78	1	1	776	388	3003	0,13
Securitate civilă pentru societate	41	1	1	430	215	820	0,26

În vederea comparării rețelelor obținute, am aproximat numărul de legături corespondent densității obținute într-o rețea teoretică cu același număr de entități. Cea mai compactă rețea este Securitate civilă pentru societate (26, care reprezintă mai mult de jumătate din maximul de legături dintr-o rețea reală). Totodată, compararea rețelelor arată că rețeaua Cultură, creativitate și societate incluzivă are densitate mai mare decât rețeaua Climă, energie și mobilitate. Alte două rețele care pot fi comparate sunt Digitalizare, industrie și spațiu și Sănătate. Dintre acestea, rețeaua mai compactă este Digitalizare, industrie și spațiu (o rețea echivalentă cu 78 de entități ar avea 432 de legături).

În ceea ce privește diametrul rețelei, acesta este de 4, iar lungimea căii medii între entități este de 2,21 (entitățile sunt la aprox. 2 pași, ceea ce înseamnă că în cadrul rețelei se poate ajunge de la o entitate la alta prin 2 entități). Prezența unui număr ridicat de căi scurte (*shortest path* – o cale este compusă din legăturile necesare pentru a ajunge de la o entitate la alta în rețea (Scott, 2000)) constituie un indiciu al gradului ridicat de conectivitate al ecosistemului de cercetare. În literatura de specialitate, gradul ridicat de conectivitate este studiat sub numele de *small-world phenomenon* (fenomenul de lume mică) (Easley & Kleinberg, 2010). Acest gen de rețea facilitează schimbul de informații și inovația.

Pornind de la datele privind densitatea, incluzivitatea și lungimea căii medii, se poate constata că rețeaua Securitate civilă are densitatea cea mai mare în timp ce rețelele din domeniile Sănătății și Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu au densitatea cea mai mică.

Tabel 13. Statistici generale ale rețelelor incluse în analiză

Rețea	Entități	Conexiuni	Grad mediu de conexiune	Diametru	Radius	Lungimea căii medii
Generală	196	1787	18,2	4	2	2,21
Climă, energie și mobilitate	61	261	8,56	4	3	2,39
Cultură, creativitate și societate incluzivă	62	314	10,13	5	3	2,28
Digitalizare, industrie și spațiu	79	444	11,24	5	3	2,33
Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu	92	521	11,33	4	2	2,33
Sănătate	78	388	9,95	6	3	2,65
Securitate civilă pentru societate	41	215	10,49	4	2	2,02

Centralizarea

În acest paragraf vom introduce conceptul de centralizare și cum se calculează prin diverse centralități (eigenvector, degree, betweenness, closeness). Apoi prezentăm metodologia de construire a rețelelor „stea” și calculul indicatorilor în Gephi. Urmează analiza comparativă a indexului eigenvectorial, gradului de conectare, rolului de intermediere și proximității pentru fiecare rețea. În final, vom corela aceste măsuri pentru a evidenția tiparele de polarizare și coeziune ale ecosistemului de cercetare.

Centralizarea se referă la gradul în care o rețea este structurată în jurul unor actori influenți și se măsoară ca raportul dintre diferențele în termen de centralitate dintre actorul cel mai influent și ceilalți actori de o parte și diferența maximă în termen de centralitate, care se observă în rețelele de tip stea (Scott, 2000). Altfel spus, măsurarea centralizării unei rețele depinde de măsurarea centralității fiecărui nod. La fel cum există mai multe măsuri ale centralității, există și mai multe măsuri ale centralizării rețelelor.

Centralizare calculată pe baza centralității eigenvector

În vederea stabilirii centralizării Eigen a rețelei ecosistemului de cercetare investigat am creat câte o rețea stea echivalentă celor 6 rețele studiate, la care am calculat Eigenvector centrality folosind Gephi. Pe baza acestei măsuri am alcătuit un index al centralizării, pornind de la modelul creat de Sueur, Deneubourg & Petit (2012). Potrivit acestui index, o centralizare eigen de 0,77 corespunde unei rețele foarte centralizate, în timp ce o centralizare eigen de 0,65 arată o rețea intermediară din punct de vedere al centralizării, o centralizare eigen de 0,33 arată o rețea cu centralizare scăzută, iar o centralizare eigen de 0,05 arată o rețea puternic des-centralizată. Lipsa centralizării se observă la o rețea în care toate entitățile sunt egale.

Tabel 14. Centralizare după Eigenvector centrality – centralitatea maximă corespunde entității care are cel mai mare impact în rețea (colaborează cu alți actori influenți)

Rețea	Centralitate Maximă	Centralitate Minimă	Valoare Maximă Posibilă	Index de centralizare Eigenvector
Generală	1	0,01	1	0,76
Climă, energie și mobilitate	1	0,15	1	0,68
Cultură, creativitate și societate incluzivă	1	0,02	1	0,77
Digitalizare, industrie și spațiu	1	0,03	1	0,73
Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu	1	0,01	1	0,81
Sănătate	1	0,01	1	0,75
Securitate civilă pentru societate	1	0,03	1	0,67

Din punct de vedere al centralizării valorii eigen (eigenvector centrality), cea mai mare parte a rețelelor sunt puternic centralizate (index de centralizare cu valori mai mari de 0,77 - Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu, Cultură, creativitate și societate incluzivă) sau au o centralizare moderată spre ridicată (valori între 0,65 și 0,77 – în ordine descrescătoare: rețea generală, Sănătate, Digitalizare, industrie și spațiu, Climă, energie și mobilitate și Securitate civilă pentru societate. O rețea centralizată din punct de vedere a valorii eigen are în componență o entitate centrală/entități centrale, care are/au semnificativ mai multă influență în rețea decât celelalte entități (diferențe mari între entitatea centrală și celelalte entități). La rețeaua analizată indică polarizarea echipelor de cercetare în jurul unor instituții cheie. Cea mai polarizată dintre rețelele studiate este Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu.

Centralizare calculată pe baza degree centrality

Având în vedere că diverse tipuri de centralitate măsoară aspecte distincte în cadrul unei rețele, am adăugat acestui index de centralizare și măsurile privind degree centrality, betweenness centrality și closeness centrality pornind de la formula recomandată de Freeman (Freeman, 1978):

$$C_X = \frac{\sum_{i=1}^n [C_X(p^*) - C_X(p_i)]}{\max \sum_{i=1}^n [C_X(p^*) - C_X(p_i)]}$$

Source: (Freeman, 1978, p. 228)

Din punctul de vedere al gradului de conectare (degree), care măsoară legăturile directe între entități, cea mai centralizată rețea este cea generală, urmată de cea din domeniul Securității civile pentru societate. Acest fapt arată prezența unor actori care sunt interconectați cu majoritatea entităților din rețea. În prezentul studiu acest lucru se traduce prin includerea unor actori cheie într-o mare parte din echipele de proiect. Astfel, în rețeaua Securitate civilă pentru societate cel mai conectat actor colaborează în jumătate din proiecte. La celălalt pol, cel mai puțin conectate (din punct de vedere al apartenenței la echipa de proiect) sunt entitățile din domeniul Climă, energie și mobilitate. În această rețea, entitatea cea mai conectată colaborează într-o treime dintre proiecte.

Tabel 15. Centralizare după centralitatea de grad (Degree Centrality) care participă în mai multe echipe de cercetare

Rețea	Centralitate Maximă	Centralitate Minimă	Valoare Maximă Posibilă (n-1)	Index de centralizare DC
Generală	83	3	195	0,34
Climă, energie și mobilitate	20	4	60	0,20
Cultură, creativitate și societate incluzivă	24	3	61	0,23
Digitalizare, industrie și spațiu	32	3	78	0,27
Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu	39	3	91	0,31
Sănătate	26	3	77	0,21
Securitate civilă pentru societate	22	3	40	0,33

Centralizare calculată pe baza betweenness centrality (BC)

Referitor la BC (care reflectă conectivitatea în interiorul rețelei), se observă valori mai ridicate în rețeaua Sănătate. Astfel, în această rețea sunt prezenți actori versatili (care colaborează în echipe de proiect mai variate – cu diverse entități, având astfel rolul de punte între micro-comunitățile din rețea). La celălalt pol se află rețeaua generală, urmată de rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu. În aceste rețele aceiași actori tind să colaboreze în mod tradițional în mai multe proiecte, ceea ce diminuează conectivitatea dintre echipe).

Tabel 16. Centralizare după centralitatea de intermediere (Betweenness Centrality) care entități cresc gradul de colaborare dintre echipele de cercetare

Rețea	Centralitate Maximă	Centralitate Minimă	Valoare Maximă Posibilă	Index de centralizare Betweenness
Generală	1593,74	0	18915	0,04
Climă, energie și mobilitate	277,76	0	1770	0,07
Cultură, creativitate și societate incluzivă	263,61	0	1830	0,06
Digitalizare, industrie și spațiu	622,29	0	3003	0,10
Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu	525,69	0	4095	0,06
Sănătate	981,96	0	2926	0,16
Securitate civilă pentru societate	174,85	0	780	0,10

Centralizare calculată pe baza closeness centrality

Măsura Closeness Centrality indică distanța dintre entitățile din rețea raportată la nucleu. Cea mai centralizată rețea din punct de vedere a closeness centrality este Digitalizare, industrie și spațiu (0,35), urmată îndeaproape de Hrană, bioeconomie, resurse naturale, bio-diversitate, agricultură și mediu (0,35), Securitate civilă pentru societate (0,35) și rețeaua generală (0,34). Pentru rețeaua Cultură, creativitate și societate incluzivă această măsură nu se poate calcula, întrucât o parte dintre entități sunt incluse într-un alt component distinct (aceste entități participă la un singur proiect).

Tabel 17. Centralizare după centralitatea de proximitate (Closeness Centrality - cele mai conectate entități din rețea din punct de vedere al rețelelor de colaborare din care fac parte)

Rețea	Centralitate Maximă	Centralitate Minimă	Valoare Maximă Posibilă	Index de centralizare Closeness Centrality	Nr. Componente
Generală	0,63	0,35	1	0,34	1
Climă, energie și mobilitate	0,56	0,35	1	0,26	1
Cultură, creativitate și societate incluzivă	1	0,31	1		2
Digitalizare, industrie și spațiu	0,61	0,33	1	0,35	1
Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu	0,61	0,29	1	0,35	1
Sănătate	0,54	0,22	1	0,31	1
Securitate civilă pentru societate	0,68	0,34	1	0,35	1

Tabel 18. Corelații Index de centralizare (7 rețele)

Index de Centralizare	Closeness centrality	Degree centrality	Betweenness centrality	Eigenvector centrality
Closeness Centrality		0.87	-0.15	0.41
Degree Centrality			-0.39	0.15
Betweenness centrality				-0.26
Eigenvector centrality				

Tabelul în care am prezentat coeficienții de corelație între măsurile centralizării calculate pe cele 7 rețele (6 domenii și rețea generală) indică faptul că rețelele care sunt mai centralizate din punct de vedere al gradului de conectare (Securitate civilă pentru societate și Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu) tind să aibă o centralizare mai scăzută din punct de vedere al interdependenței actorilor

în cadrul echipelor de proiect (conectivității măsurată prin BC). Totodată, rețele în care BC este mai mare (Sănătate și Securitate civilă pentru societate) sunt corelate negativ și cu rețele care au centralizare mai ridicată din punct de vedere al influenței entităților (eigenvector centrality - Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu și rețeaua generală) și din punct de vedere al potențialului de colaborare indirectă între entități (closeness centrality – Digitalizare, industrie și spațiu, Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu, Securitate civilă pentru societate și rețeaua generală). Potențialul de colaborare indirectă este corelat pozitiv cu DC (centralitatea de grad) și influența actorilor, aceleași rețele care sunt centralizate din punct de vedere a closeness centrality sunt centralizate din punct de vedere al gradului de legătură (degree centralization) și influenței actorilor (eigenvector centralization). Fiind vorba de corelații între 7 entități, este evident că aceste interpretări au o valoare foarte limitată.

Concluzii

Rețeaua națională de proiecte se caracterizează printr-un efect „lume mică”, în care instituțiile cheie sunt interconectate printr-o densă rețea de colaborări, ceea ce accelerează schimbul de cunoștințe și inovația. În ansamblu, densitatea globală de 9,3% reflectă un grad moderat de coeziune, cu cel mai strâns „nod” în domeniul Securitate civilă pentru societate, în timp ce rețelele din Sănătate și Hrană & Mediu prezintă o structură mai fragmentată.

Din perspectiva centralizării, universitățile publice și institutele de cercetare ocupă pozițiile cele mai influente, coordonând majoritatea proiectelor și funcționând drept hub-uri. În particular, Securitatea civilă se remarcă printr-o focalizare puternică pe câteva instituții, pe când domeniul Climă & Energie prezintă o dispersie mai mare a parteneriatelor.

Sectorul privat (ONG-uri, SRL-uri) și muzeele au o participare marginală în toate domeniile, iar niciun actor non-public nu coordonează proiecte. Această subrepresentare limitează diversificarea surselor de expertiză și riscă să izoleze perspective inovative care provin din afara mediului academic tradițional.

Direcții strategice

- **Stimularea parteneriatelor public-private** prin scheme de cofinanțare dedicate proiectelor în care SRL-urile și ONG-urile preiau roluri de co-coordonare alături de universitățile publice.
- **Creșterea coeziunii în rețelele fragmentate** din Sănătate și Hrană & Mediu prin apeluri tematice care încurajează formarea de consorții extinse și recompense pentru echipe cu structuri multisectoriale.

- **Descentralizarea nodurilor hiper-concentrate** în Securitate civilă, prin introducerea mecanismelor de rotire a rolurilor de coordonare și încurajarea implicării institutelor medii ca parteneri principali.
- **Consolidarea capacității de punte** în Climă & Energie, sprijinind institutele de rang secundar să preia roluri de bridge-hubs între sub-comunități prin finanțări pentru proiecte pilot transdisciplinare.
- **Monitorizarea și evaluarea periodică** a diversității actorilor din rețea, cu indicatori clari de participare non-publică și impact asupra inovării, pentru a ajusta finanțările și măsurile de sprijin până la atingerea țintelor strategice.

Ierarhii de centralitate

Introducere

Obiectivul acestui demers este de a aduce în prim-plan actorii cei mai importanți din ecosistemul de cercetare și de a arăta cum poziția lor în rețea reflectă rolurile pe care le îndeplinesc. Nu ne limităm doar la o enumerare a instituțiilor sau organizațiilor vizibile, ci analizăm modul în care legăturile, intensitatea colaborărilor și pozițiile ocupate în cadrul rețelei conturează influența și funcțiile acestora.

Pentru a surprinde aceste nuanțe, **am calculat diferite tipuri de centralitate**, fiecare oferind o perspectivă proprie asupra structurii relaționale: unii indicatori arată gradul de conectare directă, alții evidențiază cât de „strategică” este poziția unui actor sau cât de mult contează pentru circulația informației în ansamblul rețelei.

Rezultate

După cum se poate observa din tabelul de mai jos, măsurile de centralitate disponibile în programele Gephi și Ucinet sunt puternic corelate. În aceste condiții, în continuare vom prezenta principalele instituții în ordine descrescătoare (top 5) din rețeaua generală și rețelele pe domenii în funcție de următoarele centralități: Eigenvector (Gephi), Degree, (Gephi), Weighted Degree (Gephi), Closeness (Gephi) și Betweenness .

Tabel 19. Corelația dintre principalele măsuri ale centralității calculate prin intermediul programelor Gephi și Ucinet

Corelații											
	Degree_G	Eigenvcentral_G	Closeness_G	Betweenness_G	Weighted degree_G	Hub_G	Degree_U	Beta Cent_U	Betweenness_U	Closeness_U	N
Degree_G	1	0,98**	0,94**	0,90**	0,97**	-0,91**	0,97**	0,91**	0,90**	-0,88**	
Eigenvcentral_G		1	0,97**	0,84**	0,94**	-0,91**	0,94**	0,91**	0,84**	-0,92**	
Closeness_G			1	0,76**	0,87**	-0,83**	0,87**	0,83**	0,76**	-0,99**	
Betweenness_G				1	0,90**	-0,84**	0,89**	0,84**	1**	-0,68**	
Weighted degree_G					1	-0,98**	1**	0,98**	0,89**	-0,79**	
Hub_G						1	-0,98**	-1**	-0,84**	0,76**	
Degree_U							1	0,98**	0,89**	-0,79**	
Beta Cent_U								1	0,84**	-0,76**	
Betweenness_U									1	-0,68**	
Closeness_U										1	
N	196	196	196	196	196	196	196	196	196	196	196

** Corelația este semnificativă statistic la $p < 0,01$ (test bilateral).

Așa cum am arătat deja, tipurile de centralitate oferă perspective complementare asupra rolurilor pe care instituțiile le joacă în rețeaua de cercetare. **Eigenvector centrality** (centralitatea de vector eigen) surprinde vizibilitatea unui actor, arătând cât de conectat este acesta la entități influente, adică la instituții implicate în mai multe proiecte. **Degree centrality (centralitatea de grad)** indică nivelul, sau intensitatea, participării și deschiderea spre colaborare, măsurând numărul de legături directe, în timp ce **weighted degree centrality (centralitatea de grad ponderată)** rafinează această măsură luând în calcul și intensitatea legăturilor, respectiv colaborările repetate dintre aceleași instituții. În plus, **betweenness centrality (centralitatea de intermediere)** evidențiază capacitatea de intermediere și de control al fluxului de informații, dezvăluind actorii care joacă rolul de punți strategice în transferul de cunoaștere. La acestea se adaugă **closeness centrality**, care reflectă proximitatea unui actor față de toți ceilalți din rețea, indicând viteza și eficiența cu care poate accesa sau disemina informații către întreaga comunitate.

Ierarhii bazate pe Eigenvector Centrality (EC)

În rețeaua generală, cele mai influente instituții din punct de vedere al EC (Eigenvector centrality) sunt: **Universitatea Națională de Științe și Tehnologie Politehnică București** (1), **Universitatea București** (0,94), **Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca** (0,85), **Universitatea din Craiova** (0.85), **Universitatea Babeș-Bolyai** (0,84).

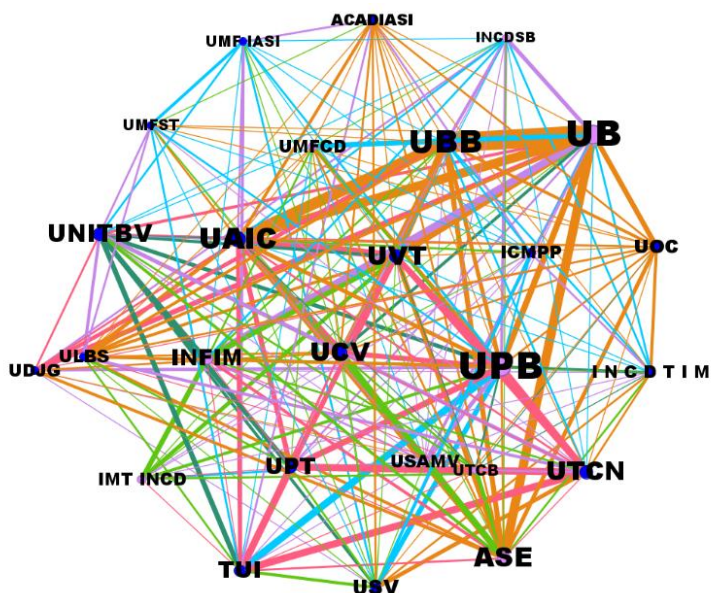


Figura 6. Cele mai influente entități din rețea (Eigenvector > 0.5), Gephi

În rețeaua generală, cea mai influentă instituție (colaborează într-un număr ridicat de proiecte cu alte instituții care sunt parte din numeroase proiecte) este **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București** (1,00). Din punct de vedere al distribuției pe domenii, influența sa rezidă în special din proiectele din domeniile Climă, energie și mobilitate și Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu unde ocupă locul 1 din punct de vedere al centralității valorilor eigen (este implicată în multe proiecte și face parte din echipe de cercetare cu alți actori importanți din punct de vedere a participării). Tot din punct de vedere al valorii eigen, **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București** ocupă locul al patrulea în domeniul Digitalizare, industrie și spațiu (eigenvector centrality 0,83). Cea de-a doua instituție ca influență în ecosistemul de cercetare este **Universitatea București** (0,94), care este în principal prezentă în proiectele din domeniul Sănătății (valoarea centralității eigen 1) și din domeniul Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu (ocupă locul al treilea cu o centralitate a valorilor eigen de 0,87). Cea de-a treia instituție în rețeaua generală este **Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca** (0,85), care ocupă locul 1 din punct de vedere al centralității valorilor eigen în rețeaua Securitate civilă pentru societate (1,00) și locul al cincilea în domeniul Digitalizare, industrie și spațiu (0,76).

În rețele pe domeniu, topul centralității EC este ocupat de următoarele instituții: domeniul Climă, energie și mobilitate: **Universitatea Națională De Știință și Tehnologie Politehnica București** (1,00), **Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași** (0,99), **Academia de Studii Economice** (0,98); domeniul Cultură, creativitate și societate incluzivă: **Universitatea Ovidius** (1,00), **Academia Română - Filiala Iași** (0,89), **Academia de Studii Economice** (0,79); domeniul Digitalizare, industrie și spațiu: **Academia de Studii Economice** (1,00), **Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași** (0,99), **Universitatea din Craiova** (0,83); domeniul Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu: **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București** (1,00), **Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară** (0,94), **Universitatea București** (0,88); domeniul Sănătate: **Universitatea București** (1,00), **Universitatea Babeș-Bolyai** (0,93), **Universitatea de Medicină și Farmacie „Grigore T. Popa” din Iași** (0,91); domeniul Securitate civilă pentru societate: **Universitatea Politehnică Timișoara** (1,00), **Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași** (1,00), **Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca** (1,00), **Universitatea Transilvania Brașov** (0,95), **Academia Tehnică Militară „Ferdinand I”** (0,93). Instituțiile menționate sunt incluse în proiecte alături de alte entități care fac parte dintr-un număr ridicat de proiecte.

La celălalt pol, în rețeaua generală cea mai scăzută valoare a EC (0,01) o au **Spitalul Clinic de Boli Infecțioase și Pneumoftiziologie „Dr. Victor**

Babeș” Timișoara și Spitalul Clinic de Boli Infecțioase „Sf. Parascheva” Iași (acestea sunt conectate cu puține instituții, care la rândul lor sunt conectate cu un număr redus de instituții; totodată, acestea fac parte dintr-un singur proiect de cercetare).

Analizând rețelele pe domenii, se observă prezența unor entități cu valoare mai scăzută a EC decât a entităților menționate în domeniul din care fac parte (în domeniul Sănătate, cele două entități au valoarea centralității eigen de 0,06). Acest fapt indică prezența cel puțin a unei entități din echipele de proiect (ale următoarelor instituții **Spitalul Clinic Județean de Urgență Constanța** – 0,01, **Institutul de Chimie Fizică - Ilie Murgulescu** – 0,01, **Spitalul Clinic Județean De Urgență „Sf. Spiridon” Iași** – 0,01) în minim două domenii distincte.

Din domeniile analizate, cea mai scăzută valoare a EC este în rețeaua Sănătate (0,01), urmată de rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu (0,01 - **Universitatea Tehnică de Construcții București, Complexul Național Muzeal „ASTRA” Sibiu, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pământului - INCDFP RA**). În domeniul Cultură, creativitate și societate incluzivă, cea mai scăzută valoare eigen (0,02) o au entitățile din cel de-al doilea component (distinct de componentul principal): **Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Optoelectronica INOE 2000 INC**, **Institutul de Biologie, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Chimie și Petrochimie - ICECHIM București, Universitatea Națională de Arte din București, Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Fizica Materialelor București RA, Universitatea de Artă și Design Cluj-Napoca**. Acestea fac parte din același proiect și nu colaborează cu nicio altă instituție în proiectele din domeniul Culturii. În domeniul Digitalizare, industrie și spațiu, **Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Electrochimie și Materie Condensată - INCEMC Timișoara, Spitalul Universitar de Urgență Elias, Institutul Regional de Gastroenterologie - Hepatologie Prof. Dr. Octavian Fodor Cluj-Napoca, Universitatea Aurel Vlaicu Arad** au cea mai scăzută valoare EC (0,03). În domeniul Securitate civilă pentru societate, cea mai scăzută valoare EC este de 0,03 (**Academia Națională de Informații „Mihai Viteazul”, Universitatea Națională De Apărare „Carol I” (UM 02545)**). În domeniul Climă, energie și mobilitate, **Institutul Național De Cercetare - Dezvoltare pentru Metale Neferoase și Rare – IMNR și Universitatea Româno-Americană** au cea mai scăzută valoare EC (0,15).

Tabel 20. Ierarhia privind Eigenvector Centrality în rețelele analizate (top 5)

Generală	Climă, energie și mobilitate	Cultură, creativitate și societate incluzivă	Digitalizare, industrie și spațiu	Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu	Sănătate	Securitate civilă pentru societate
1.UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI (1,00)	1.UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI (1,00)	1.UNIVERSITATEA OVIDIUS (1,00)	1.ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE (1,00)	1.UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI (1,00)	1.UNIVERSITATEA BUCUREȘTI (1,00)	1.UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA (1,00)
2.UNIVERSITATEA BUCUREȘTI (0,94)	2.UNIVERSITATEA "ALEXANDRU IOAN CUZA" IAȘI (0,99)	2.ACADEMIA ROMÂNĂ - FILIALA IAȘI (0,89)	2.UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" IAȘI (0,99)	2.UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRONOMICE ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ (0,94)	2.UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI (0,93)	1.UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" IAȘI (1,00)
3.UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ - NAPOCA (0,85)	3.ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE (0,98)	3.ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE (0,79)	3.UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA (0,83)	3.UNIVERSITATEA BUCUREȘTI (0,88)	3.UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE "GRIGORE T. POPA" DIN IAȘI (0,91)	1.UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ - NAPOCA (1,00)
4.UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA (0,85)	4.UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA (0,96)	4.UNIVERSITATEA "ALEXANDRU IOAN CUZA" IAȘI (0,78)	4.UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI (0,83)	4.UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA (0,83)	4.UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE "CAROL DAVILĂ" (0,91)	2.UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRAȘOV (0,95)
5.UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI (0,84)	5.UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE CONSTRUCȚII BUCUREȘTI (0,89)	4.UNIVERSITATEA BUCUREȘTI (0,78)	5.UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ - NAPOCA (0,76)	5.UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚELE VIEȚII " REGELE MIHAI I " DIN TIMIȘOARA (0,70)	5.INSTITUTUL DE BIOCHIMIE (0,89)	3.Academia Tehnică Militară „FERDINAND I” (0,93)
		5.UNIVERSITATEA LUCIAN BLAGA (0,76)				4.ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE (0,91)
						5.UNIVERSITATEA LUCIAN BLAGA (0,88)

Ierarhii bazate pe Degree Centrality (DC)

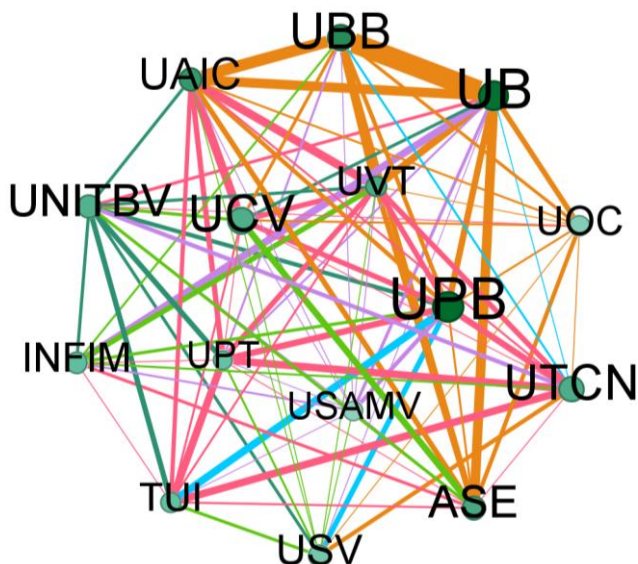


Figura 7. Ierarhia entităților după Degree Centrality (> 50) în rețeaua generală

În ceea ce privește colaborarea între instituțiile unice (DC), se observă că **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București** (83), **Universitatea București** (80) și **Universitatea din Craiova** (72) sunt prezente în cele mai multe proiecte per general. Astfel, **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București** este

principalul actor în domeniile Climă, energie și mobilitate (20) și Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu (39) și ocupă locul al doilea în domeniul Digitalizare, industrie și spațiu (27), în timp ce **Universitatea București** ocupă locul al doilea în domeniile Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu (35) și Sănătate (24), precum și locul al patrulea în domeniul Climă, energie și mobilitate (20), iar **Universitatea din Craiova** ocupă locul al patrulea în domeniile Digitalizare, industrie și spațiu (25) și Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu (28). Din punct de vedere al distribuției pe domeniu, cel mai mare DC este în domeniile Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu (39) și Digitalizare, industrie și spațiu (32), iar cel mai mic în Climă, energie și mobilitate (20).

Topul entităților prezente în cele mai multe echipe de cercetare (DC) este următorul: domeniul Climă, energie și mobilitate **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București** (20), **Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași** (20), **Academia de Studii Economice** (19); domeniul Cultură, creativitate și societate incluzivă: **Universitatea Ovidius** (24), **Academia Română - Filiala Iași** (21), **Academia de Studii Economice** (19), **Institutul de Cercetare a Calității Vieții** (19), **Academia Română Filiala Cluj** (19), **Institutul Național al Patrimoniului** (19); domeniul Digitalizare, industrie și spațiu: **Academia de Studii Economice** (32), **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București** (27), **Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași** (27), **Universitatea din Craiova** (25); domeniul Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București** (39), **Universitatea București** (35), **Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară** (34); domeniul Sănătate **Universitatea de Medicină și Farmacie „Carol Davila”** (26), **Universitatea București** (24), **Universitatea Babeș-Bolyai** (23), **Universitatea de Medicină și Farmacie „Grigore T. Popa” din Iași** (23); domeniul Securitate civilă pentru societate: **Academia Tehnică Militară „Ferdinand I”** (23), **Universitatea Politehnica Timișoara** (22), **Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași** (22), **Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca** (22).

În rețeaua generală, cel mai scăzut degree este 3, care înseamnă 3 participări în echipe de cercetare și este caracteristic următoarelor instituții: **Spitalul Clinic de Boli Infecțioase și Pneumoftiziologie „Dr. Victor Babeș” Timișoara**, **Spitalul Clinic de Boli Infecțioase „Sf. Parascheva” Iași**, **Spitalul Clinic Județean Mureș**, **Spitalul Clinic Județean de Urgență „Sf. Spiridon” Iași**, **Spitalul Clinic Județean de Urgență Constanța** (este instituție coordonatoare), **Academia Națională de Informații „Mihai**

Viteazul” (este instituție coordonatoare) și **Universitatea Națională de Apărare „Carol I” (UM 02545)**. Fiecare dintre aceste instituții participă într-un singur proiect cu încă doi parteneri.

În domeniul Climă, energie și mobilitate, entitățile cu cei mai puțini colaboratori (degree 4) sunt: **Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Metale Neferoase și Rare – IMNR, Universitatea Româno-Americană, Regia Autonomă Tehnologii pentru Energia Nucleară – RATEN, Universitatea „Constantin Brâncuși”, IPA SA**. În domeniul Cultură, creativitate și societate incluzivă, numărul minim de colaboratori este 3 și se observă la următorii actori: **Spitalul Clinic Județean Mureș, Școala Națională de Studii Politice și Administrative**, în timp ce în domeniul Digitalizare, industrie și spațiu, cel mai mic număr de participări îl deține **Universitatea din Oradea. Universitatea Tehnică de Construcții București, Complexul Național Muzeal „Astra” Sibiu, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pământului - INCDFP RA** sunt actorii cu cel mai redus număr de colaboratori (degree 3) din domeniul Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu, în timp ce **Spitalul Clinic Județean de Urgență Constanța, Institutul de Chimie Fizică - Ilie Murgulescu, Spitalul Clinic Județean de Urgență „Sf. Spiridon” Iași** au cel mai mic număr de participări (3) din domeniul Sănătate, iar în domeniul Securitate civilă pentru societate **Academia Națională De Informații „Mihai Viteazul” și Universitatea Națională de Apărare „Carol I” (UM 02545)** au cel mai mic număr de participări (3).

Tabel 21. Ierarhia privind Degree Centrality în rețelele analizate (top 5)

Generală	Climă, energie și mobilitate	Cultură, creativitate și societate incluzivă	Digitalizare, industrie și spațiu	Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu	Sănătate	Securitate civilă pentru societate
1.UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI (83)	1.UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI (20)	1.UNIVERSITATEA OVIDIUS (24)	1.ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE (32)	1.UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI (39)	1.UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE "CAROL DAVILĂ" (26)	1.Academia Tehnică Militară „FERDINAND I” (23)
2.UNIVERSITATEA BUCUREȘTI (80)	1.UNIVERSITATEA "ALEXANDRU IOAN CUZA" IAȘI (20)	2.ACADEMIA ROMÂNĂ - FILIALA IAȘI (21)	2.UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI (27)	2.UNIVERSITATEA BUCUREȘTI (35)	2.UNIVERSITATEA BUCUREȘTI (24)	2.UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA (22)
3.UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA (72)	2.ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE (19)	3.ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE (19)	2.UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" IAȘI (27)	3.UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRONOMICE ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ (34)	3.UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI (23)	2.UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" IAȘI (22)
4.UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI (70)	2.UNIVERSITATEA BUCUREȘTI (19)	3.ACADEMIA ROMÂNĂ FILIALA CLUJ (19)	3.UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA (25)	4.UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA (28)	3.UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE "GRIGORE T. POPA" DIN IAȘI (23)	2.UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ – NAPOCA (22)
5.UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ – NAPOCA (68)	3.UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA (16)	3.INSTITUTUL NAȚIONAL AL PATRIMONIULUI (19)	4.UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ – NAPOCA (24)	5.UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚELE VIEȚII " REGELE MIHAI I " DIN TIMIȘOARA (27)		3.UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRAȘOV (21)
			4.UNIVERSITATEA "ALEXANDRU IOAN CUZA" IAȘI (22)			

Ierarhii bazate pe Weighted Degree Centrality (WDC)

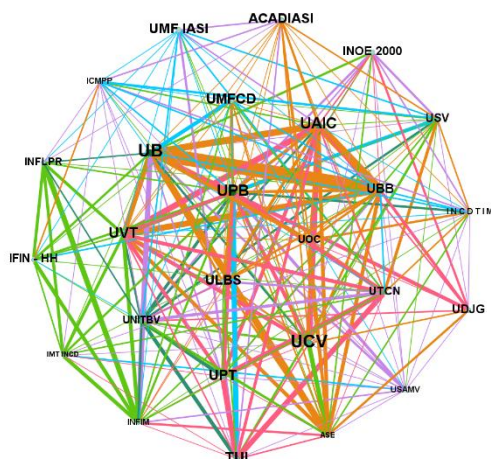


Figura 8. Ierarhia entităților după gradul de conectare ponderat (> 50) în rețeaua generală

Weighted Degree Centrality (WDC) este o variantă a măsurii Degree Centrality (DC) care ia în considerare numărul de legături (în această rețea participări) între două entități. Ca atare, WDC este mai mare pentru două entități care colaborează în mai multe proiecte decât pentru două entități care participă împreună într-un singur proiect. Deși ierarhia este similară, se observă ușoare diferențe care reflectă nivelul de colaborare între entități. În rețeaua generală, deși **Universitatea din Craiova** are mai mulți colaboratori unici decât **Universitatea Babeș-Bolyai**, **Universitatea Babeș-Bolyai** are un WDC mai mare (147) ca urmare a colaborărilor repetate cu diverși actori.

Odată ce se ia în considerare numărul de colaborări cu aceiași actori, în rețeaua Climă, energie și mobilitate, **Universitatea București** este devansată de **Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Inginerie Electrica ICPE - CA București** (23) – ocupă poziția a patra. În rețeaua Cultură, creativitate și societate incluzivă, cel mai mare WDC îl au **Universitatea Babeș-Bolyai** (31), **Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași** (31), **Universitatea București** (31), fapt ce sugerează prezența celor 3 entități în mai multe proiecte din domeniu. În rețeaua Digitalizare, industrie și spațiu topul colaboratorilor este următorul: **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București** (39), **Academia de Studii Economice** (36), **Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Fizica Materialelor București RA** (35), **Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca** (32); se observă că **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București** este prezentă în mai multe proiecte decât **Academia de Studii Economice**, iar instituții precum **Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași** (27) și **Universitatea din Craiova** (25) au un număr mai scăzut de colaborări cu aceiași actori decât **Institutul National De**

Cercetare - Dezvoltare pentru Fizica Materialelor BUCUREȘTI RA (35) și Universitatea Tehnică din Cluj -Napoca (32). În domeniul Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu, **Universitatea Babeș-Bolyai (38) devansează Universitatea din Craiova (32)** – ocupă poziția a patra. În domeniul Sănătate, **Universitatea Babeș-Bolyai (33) ocupă locul al doilea, iar Universitatea București locul al treilea (32).** În domeniul Securitate civilă pentru societate, topul colaboratorilor odată ce se iau în considerare participările repetate se prezintă astfel: **Universitatea Politehnică Timișoara (26), Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași (26), Universitatea Tehnică din Cluj - Napoca (26) și Academia Tehnică Militară „Ferdinand I” (24)** – acest top sugerează multiple colaborări între **Universitatea Politehnică Timișoara (26), Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași (26), Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca (26).**

Tabel 22. Ierarhia privind Weighted Degree Centrality în rețelele analizate (top 5)

Generală	Climă, energie și mobilitate	Cultură, creativitate și societate incluzivă	Digitalizare, industrie și spațiu	Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu	Sănătate	Securitate civilă pentru societate
1.UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICĂ BUCUREȘTI (181)	1.UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICĂ BUCUREȘTI (29)	1.UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI (31) 1.UNIVERSITATEA "ALEXANDRU IOAN CUZA" IASI (31)	1.UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICĂ BUCUREȘTI (39)	1.UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICĂ BUCUREȘTI (59)	1.UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE "CAROL DAVILA" (34)	1.UNIVERSITATEA POLITEHNICĂ TIMIȘOARA (26)
2.UNIVERSITATEA BUCUREȘTI (176)	2.UNIVERSITATEA "ALEXANDRU IOAN CUZA" IASI (27)	1.UNIVERSITATEA BUCUREȘTI (31)	2.ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE (36)	2.UNIVERSITATEA BUCUREȘTI (50)	2.UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI (33)	1.UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" IASI (26)
3.UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI (147)	3.ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE (23)	2.UNIVERSITATEA OVIDIUS (29)	3.INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU FIZICA MATERIALELOR BUCUREȘTI RA (35)	3.UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRONOME ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ (42)	3.UNIVERSITATEA BUCUREȘTI (32)	1.UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ – NAPOCA (26)
4.UNIVERSITATEA "ALEXANDRU IOAN CUZA" IASI (134)	3.INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU INGINERIE ELECTRICĂ ICPE - CA BUCUREȘTI (23)	3.ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE (26)	4.UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ – NAPOCA (32)	4.UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI (38)	4.UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE "GRIGORE T. POPA" DIN IASI (26)	2.Academia Tehnică Militară „FERDINAND I” (24)
5.ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE (118)	4.UNIVERSITATEA POLITEHNICĂ TIMIȘOARA (22)	4.UNIVERSITATEA LUCIAN BLAGA (24)				3.ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE (23)
	4.UNIVERSITATEA BUCUREȘTI (22)					3.UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRAȘOV (23)

Ierarhii bazate pe Closeness Centrality (CC)

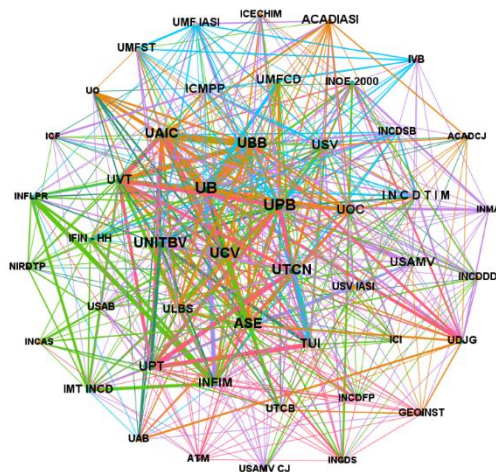


Figura 9. Ierarhia entităților după Closeness Centrality (> 0.50) în rețeaua generală

Măsura de closeness centrality (CC) permite investigarea nodurilor care sunt cele mai apropiate de celelalte noduri din rețea (Hâncean, 2014). Această măsură constituie o extindere a DC întrucât arată gradul de conectare indirectă între actori (care reprezintă suma celor mai scurte distanțe către toate celelalte puncte din rețea (Scott, 2017)). În analiza ecosistemului de cercetare, entitățile care au un scor de apropiere ridicat sunt mai versatile în ceea ce privește echipele de cercetare din care fac parte (colaborează cu actori care la rândul lor participă în proiecte cu actori cu specific divers, ocupând astfel o poziție centrală în rețea). Potrivit lui Freeman (1978), acești actorii au un grad de independență ridicat, întrucât echipele de cercetare se organizează în jurul lor.

În rețeaua generală, cel mai mare scor CC îl au următoarele instituții: **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București** (0,63), **Universitatea București** (0,63), **Universitatea din Craiova** (0,61), **Universitatea Babeș-Bolyai** (0,61); se observă aceeași ierarhie ca în funcție de DC. O privire asupra distribuției pe domenii relevă că valoarea cea mai mare a CC este în rețeaua Securitate civilă pentru societate (0,68), urmată de rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu (0,61).

În rețeaua Climă, energie și mobilitate, topul instituțiilor în funcție de CC este următorul: **Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași** (0,56 – care ocupă locul al doilea în funcție de DC), **Universitatea Politehnica Timișoara** (0,55), **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București** (0,54 – care ocupă primul loc în funcție de grad de DC), **Universitatea Transilvania Brașov** (0,54), în timp ce în rețeaua Cultură, creativitate și societate incluzivă **Universitatea Ovidius** (0,58 – locul unu și în funcție de DC), **Institutul de Cercetare a Calității Vieții** (0,58 – locul 3 în funcție de DC), **Academia Română Filiala Cluj** (0,56 – locul 4 în funcție de DC) sunt actorii din cadrul componentei principale cu cele mai mari scoruri de CC. În rețeaua Digitalizare, industrie și spațiu, topul instituțiilor cuprinde: **Academia de Studii Economice** (0,61 – locul 1 în funcție de DC), **Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași** (0,57 – locul 2 în funcție de DC), **Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Fizica Materialelor București RA** (0,56 – locul 6 în funcție de DC). În domeniul Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu, entitățile cu cel mai mare scor de CC sunt următoarele: **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București** (0,61 – ocupă locul 1 în funcție de DC), **Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară** (0,60 – ocupă locul 3 în funcție de DC), **Universitatea București** (0,59 – ocupă locul 2 în funcție de DC). În rețeaua Sănătate, **Universitatea de Medicină și Farmacie „Carol Davila”** (0,54 – primul loc în funcție de DC), **Universitatea București** (0,535 – al doilea loc în funcție de DC), **Universitatea de Medicină și Farmacie „Iuliu Hațieganu”** (0,52 – ocupă poziția a cincea în funcție de DC) sunt entitățile cu cele mai mari scoruri de CC. În rețeaua Securitate civilă pentru

societate, ierarhia în ceea ce privește CC se prezintă astfel: **Universitatea Transilvania Brașov** (0,68 – poziția a treia în funcție de gradul de DC), **Universitatea Politehnică Timișoara** (0,67 – poziția a doua în funcție de DC), **Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași** (0,67 – poziția a doua în funcție de DC), **Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca** (0,67 – poziția a doua în funcție de DC), **Academia de Studii Economice** (0,67 – poziția a patra în funcție de DC), **Academia Tehnică Militară „Ferdinand I”** (0,66 – ocupă prima poziție în funcție de DC).

Tabel 23. Ierarhia privind centralitatea în funcție de apropiere (Closeness Centrality) în rețelele analizate (top 5)

Generală	Climă, energie și mobilitate	Cultură, creativitate și societate incluzivă	Digitalizare, industrie și spațiu	Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu	Sănătate	Securitate civilă pentru societate
1.UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI (0,63)	1.UNIVERSITATEA "ALEXANDRU IOAN CUZA" IAȘI (0,56) 2.UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA (0,55)	1.UNIVERSITATEA OVIDIUS (0,58) 2.INSTITUTUL DE CERCETARE A CALITĂȚII VIETII (0,58) 3.ACADEMIA ROMÂNĂ FILIALA CLUJ (0,56) 4.ACADEMIA ROMÂNĂ - FILIALA IAȘI (0,56)	1.ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE (0,61) 2.UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" IAȘI (0,57) 3.INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU FIZICA MATERIALELOR BUCUREȘTI RA (0,56) 4.UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI (0,55)	1.UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI (0,61) 2.UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRONOMICE ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ (0,60) 3.UNIVERSITATEA BUCUREȘTI (0,59) 4.UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRAȘOV (0,58) 5.UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA (0,58)	1.UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE "CAROL DAVILA" (0,54) 2.UNIVERSITATEA BUCUREȘTI (0,53) 3.UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE "IULIU HAȚEGANU" (0,52) 4.UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE CRAIOVA (0,51)	1.UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRASOV (0,68) 2.UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA (0,67) 2.UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" IAȘI (0,67) 2.UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ – NAPOCA (0,67) 2.ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE (0,67) 3.Academia Tehnică Militară „FERDINAND I” (0,66)
2.UNIVERSITATEA BUCUREȘTI (0,63)	3.UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI (0,54)	4.INSTITUTUL DE GEOGRAFIE (0,56) 5.INSTITUTUL NAȚIONAL AL PATRIMONIULUI (0,54)	4.UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI (0,55)			
3.UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA (0,61)	3.UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRAȘOV (0,54)					
4.UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ – NAPOCA (0,61)	4.ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE (0,54)				4.INSTITUTUL DE CHIMIE MACROMOLECULARĂ "PETRU PONI" (0,51)	

Ierarhii bazate pe Betweenness Centrality (BC)

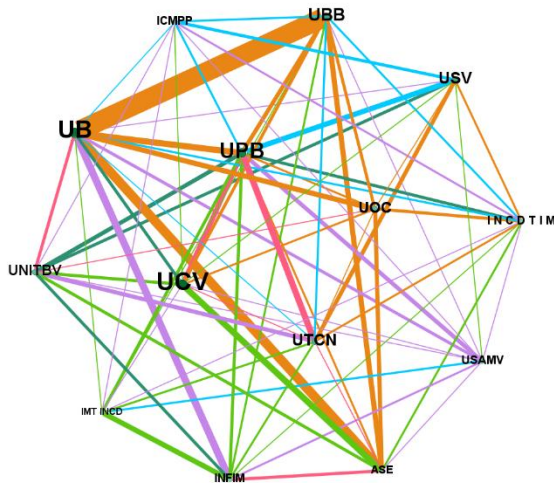


Figura 10. Ierarhia entităților după Betweenness Centrality (> 500) în rețeaua generală

Valoarea betweenness centrality (BC) arată importanța unor entități în ceea ce privește capacitatea de a conecta alte entități dintr-o rețea (măsoară de câte ori o entitate se află pe calea cea mai scurtă a altor entități). În rețeaua analizată, entitățile care au cea mai mare BC sunt actori care participă în proiecte cu o multitudine de colaboratori diferiți; în acest sens, ei realizează coeziunea între diverse echipe de cercetare.

În rețeaua generală, acestea sunt, în ordine descrescătoare: **Universitatea din Craiova** (1593,74), **Universitatea București** (1544,21), **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București** (1403,99), **Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca** (1069,48), **Universitatea Ștefan Cel Mare din Suceava** (993,44), **Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca** (944,87), **Universitatea Ovidius** (881,20), **Universitatea Transilvania Brașov** (849,96), **Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară București** (690,70), **Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Materialelor București RA** (661,00), **Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii Moleculare și Izotopice INCDTIM** (645,61), **Institutul de Chimie Macromoleculară Petru Poni** (632,84), **Academia de Studii Economice** (590,76).

Totodată, în rețeaua generală se remarcă 87 de entități care au betweenness centrality 0 (aceste entități nu se află pe calea cea mai scurtă a niciunei alte entități, ceea ce înseamnă că fac parte din puține echipe de cercetare și tind să colaboreze cu aceiași actori în proiecte cu puțini membri – Anexa 2). Dintre acestea, 36 fac parte din periferie (au o poziție marginală în ecosistemul de cercetare pentru că au puțini colaboratori care, la rândul lor, au puține participări).

În rețeaua Climă, energie și mobilitate, cea mai mare capacitate de a face legătura în interiorul rețelei o au următoarele 5 entități (toate universități): **Universitatea București** (277,76), **Universitatea Alexandru Ioan Cuza Iași** (234,13), **Universitatea Națională Politehnica București** (232,01), **Academia de Studii Economice** (200,25), **Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava** (196,52). Totodată, se remarcă 35 de entități care au betweenness centrality egal cu 0 (Anexa 2), din totalul celor 61 de entități (57%). Dintre acestea, 28 fac parte din periferie.

Rețeaua Cultură, creativitate și societate incluzivă are ca specific diversitatea tipurilor de instituții care asigură legătura din interiorul rețelei. Cele mai mari valori de betweenness centrality le au următoarele entități: **Institutul de Geografie** (263,60 – face parte din Academia Română), **Institutul Național al Patrimoniului** (251,91 - Instituție publică), **Institutul Național de Cercetare – Dezvoltare în Informatică – ICI București** (204 – INCD), **Academia Română Filiala Timișoara** (201,31 – Academia Română), **Universitatea Ovidius** (187,85 – Universitate publică). Totodată, se remarcă 41 de entități care au valoarea de betweenness centrality 0 (Anexa 2), din totalul celor 62 de entități (66%). Dintre acestea, 6 fac parte din periferie.

În rețeaua Digitalizare, industrie și spațiu, cea mai mare capacitate de legătură (betweenness centrality = 622,29) o are cea mai importantă entitate (cu eigenvalue = 1), respectiv **Academia de Studii Economice** (universitate publică). Aceasta este urmată de: **Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Tehnologii Izotopice și Moleculare INCDTIM** (506,05 – INCD), **Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava** (402,86 – universitate publică), **Universitatea Tehnică Gheorghe Asachi Iași** (274,54 – universitate publică), **Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Informatică ICI București** (230,99 – INCD) și **Universitatea Babeș-Bolyai** (217,63 – universitate publică). Totodată, se remarcă 49 de entități care au valoarea de betweenness centrality egală cu 0 (Anexa 2) din totalul celor 79 (62%). Dintre acestea, 8 fac parte din periferie.

Rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu cuprinde pe primele 5 poziții în ceea ce privește betweenness centrality universități publice (**Universitatea Transilvania din Brașov** – 525,69, **Universitatea București** – 508,83, **Universitatea Națională Politehnică București** – 423,42, **Universitatea de Științe Vieții Regele Mihai I din Timișoara** (362,82) și un institut al Academiei Române **Institutul de Chimie Macromoleculară Petru Poni** (325,49). Totodată, se remarcă 51 de entități care au valoarea de betweenness centrality egală cu 0 (Anexa 2), din totalul celor 92 (55,4%). Dintre acestea, 40 fac parte din periferie.

În rețeaua proiectelor din domeniul Sănătății, cea mai mare capacitate de legătură o au universitățile publice, în timp ce spitalele și institutele clinice ocupă mai degrabă un loc marginal (fac parte din rețea, dar au capacitate scăzută de a asigura conexiunea din interiorul rețelei). Cea mai mare valoare a betweenness centrality este înregistrată de următoarele universități: **Universitatea de Medicină și Farmacie Craiova** (981,96), **Universitatea din Craiova** (552), **Universitatea de Medicină și Farmacie Carol Davila** (409,04), **Universitatea de Medicină, Farmacie, Științe și Tehnologie George Emil Palade din Târgu Mureș** (249,77) și **Universitatea București** (231,54). Totodată, se remarcă 47 de entități care au valoarea de betweenness centrality egală cu 0 (Anexa 2), din totalul celor 78 (60,3%). Dintre acestea, 15 fac parte din periferie.

Cea mai dispartă dintre rețele (cu cele mai scăzute valori de betweenness centrality) este cea a proiectelor din domeniul Securitate civilă pentru societate. În această rețea, cea mai mare valoare de betweenness centrality o are **Academia Tehnică Militară Ferdinand I** – 174,85 (care face parte din sfera Cercetării și învățământului militar), urmată de: **Academia de Studii Economice** (109,93), **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnică București** (92,04), **Universitatea Transilvania Brașov** (89,78) și **Universitatea Alexandru Ioan Cuza Iași** (85,56). Totodată, se remarcă 27 de entități care au valoarea de betweenness centrality egală cu 0 (Anexa 2), din totalul celor 41 (65,9%). Dintre acestea, 14 fac parte din periferie.

Tabel 24. Statistici Betweenness centrality Top 5 în rețelele analizate

Generală	Climă, energie și mobilitate	Cultură, creativitate și societate incluzivă	Digitalizare, industrie și spațiu	Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu	Sănătate	Securitate civilă pentru societate
1.UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA (1593,74)	1.UNIVERSITATEA BUCUREȘTI (277,76)	1.INSTITUTUL DE GEOGRAFIE (263,61)	1.ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE (622,29)	1.UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRAȘOV (525,69)	1.UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE CRAIOVA (981,96)	1.Academia Tehnică Militară „FERDINAND I” (174,85)
2.UNIVERSITATEA BUCUREȘTI (1544,21)	2.UNIVERSITATEA “ALEXANDRU IOAN CUZA” IASI (234,13)	2.INSTITUTUL NATIONAL AL PATRIMONIULUI (251,91)	2.INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE DEZVOLTARE PENTRU TEHNOLOGII IZOTOPICE ȘI MOLECULARE I N C D T I M (506,05)	2.UNIVERSITATEA BUCUREȘTI (508,83)	2.UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA (552,00)	2.ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE (109,93)
3.UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI (1403,99)	3.UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI (232,01)	3.INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE ÎN INFORMATICA - ICI BUCUREȘTI (204,00)	3.UNIVERSITATEA “ȘTEFAN CEL MARE” DIN SUCEAVA (402,86)	3.UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI (423,42)	3.UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE “CAROL DAVILĂ” (409,04)	3.UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI (92,04)
4.UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI (1069,48)	4.ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE (200,25)	4.ACADEMIA ROMÂNĂ FILIALA TIMIȘOARA (201,31)	4.UNIVERSITATEA TEHNICĂ “GHEORGHE ASACHI” IAȘI (274,54)	4.UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚELE VIETII “ REGELE MIHAI I ” DIN TIMIȘOARA (362,83)	4.UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ, FARMACIE, ȘTIINȚE ȘI TEHNOLOGIE “GEORGE EMIL PALADE” DIN TÂRGU MUREȘ (249,77)	4.UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRAȘOV (89,78)
5.UNIVERSITATEA “ȘTEFAN CEL MARE” DIN SUCEAVA (993,44)	5.UNIVERSITATEA “ȘTEFAN CEL MARE” DIN SUCEAVA (196,52)	5.UNIVERSITATEA OVIDIUS (187,85)	5.INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE ÎN INFORMATICA - ICI BUCUREȘTI (231,00)	5.INSTITUTUL DE CHIMIE MACROMOLECULARĂ “PETRU PONI” (325,49)	5.UNIVERSITATEA BUCUREȘTI (231,54)	5.UNIVERSITATEA “ALEXANDRU IOAN CUZA” IASI (85,56)

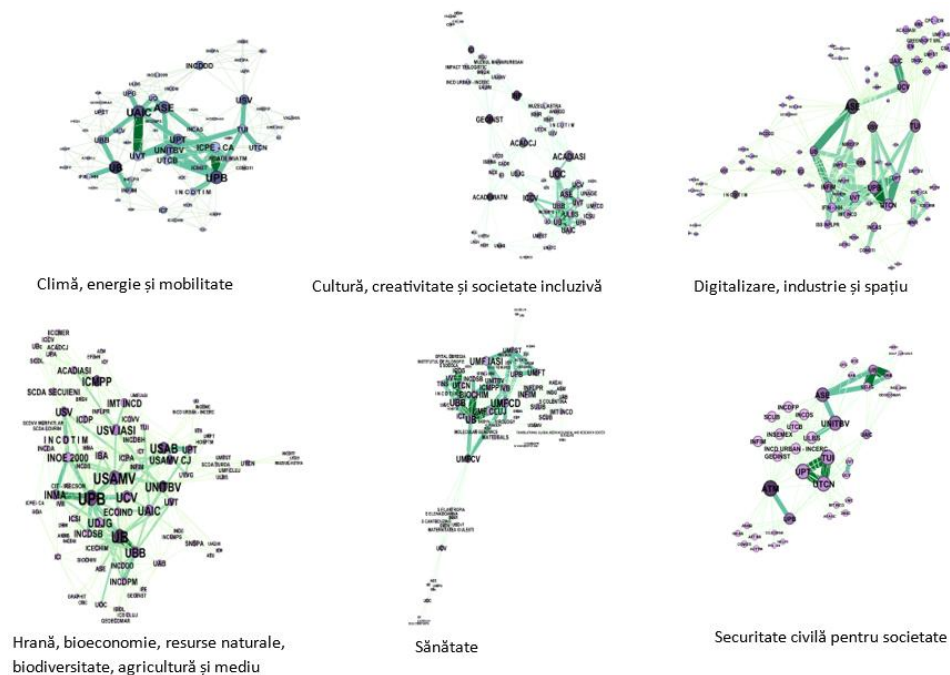


Figura 11. Diagrame de rețea după Degree & Betweenness Centrality

Ierarhii de centralitate pe tipuri de instituții

Analiza ierarhiilor de centralitate pe tipuri de instituții permite înțelegerea modului în care diferitele categorii de actori contribuie la funcționarea și structura ecosistemului de cercetare. Nu toate instituțiile joacă același rol: unele se disting prin vizibilitate și influență, altele prin capacitatea de a intermedia legături sau prin poziții care le permit să

accelereze transferul de cunoaștere. Universitățile publice, institutele de cercetare din rețeaua INCD, Academia Română și alte institute de cercetare apar constant ca actori centrali, în timp ce alte categorii – precum ONG-uri, SRL-uri sau muzee – tind să ocupe poziții marginale, dar nu lipsite de relevanță în anumite domenii.

Prin prezentarea valorilor medii ale centralităților, atât la nivelul rețelei generale, cât și pe domenii tematice, se conturează o imagine complexă asupra modului în care tipurile de instituții se diferențiază între ele și asupra felului în care resursele și influența sunt distribuite în sistemul național de cercetare. Această abordare nu doar descrie ierarhiile existente, ci scoate la lumină și dinamica relațiilor de colaborare, punând în evidență potențialele avantaje competitive ale fiecărei categorii instituționale.

Ierarhii de centralitate pe tip de instituții în rețeaua generală

Ierarhiile de centralitate pe tipuri de instituții arată că universitățile, institutele de cercetare INCD MEN, Academia Română și Alte Institute de cercetare sunt principalii vectori în ecosistemul de cercetare (în ordinea amintită), fie că este vorba de influență (EC), colaborare (DC, WDC), independență (apropierea) sau statutul de punte între instituții (conectivitatea).

Tabel 25. Valoarea medie a măsurilor centralității pe tip de instituții în rețeaua generală, (nr. total 196 instituții)

Tip instituție	Eigenvector centrality	Degree	Weighted Degree	Closeness centrality	Betweenness	Nr total instituții
Universitate publică	0,45	34	54	0,51	345,61	44
Institut de cercetare INCD MEN	0,30	21	27	0,48	94,72	35
Academia Română	0,22	16	18	0,45	75,74	31
Alte Institute de cercetare	0,19	15	18	0,45	75,07	17
Cercetare & învățământ militar	0,16	11	12	0,43	30,88	10
ONG	0,15	10	10	0,43	1,98	8
Universitate privată	0,13	9	10	0,43	2,80	4
SRL	0,11	7	8	0,42	0,49	9
Muzee și instituții publice	0,11	9	9	0,42	7,24	11
Spitale și institute clinice	0,08	8	8	0,40	21,15	27
Total	0,25	18	25	0,46	118,05	196

Tabelul de corelație de mai jos dintre tipurile de centralitate ale entităților din rețeaua generală prezentate și veniturile instituțiilor în anul 2024 indică asocierea între venituri și toate tipurile de centralitate, cu

precădere BC și WDC (Weighted Degree Centrality), unde valoarea coeficientului de corelație este mai mare. Astfel, se observă o corelație moderată între venituri și BC, în timp ce pentru celelalte centralități se observă o corelație de intensitate scăzută. Așa cum arată tabelul alăturat, datele sunt semnificative statistic la un prag de 0,001.

Tabel 26. Corelații Ierarhii de centralitate rețea generală și tipuri de instituții

		Between ness	Closeness Centrality	Eigenvector Centrality	Weighted Degree	Degree
Venituri tr 3/2024	Pearson Correlation	0,40**	0,21**	0,29**	0,40**	0,33**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000
	N	193	193	193	193	193

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Ierarhii de centralitate pe tip de instituții pe domenii

În prezentarea ierarhiilor de centralitate pe tip de instituții pe domenii se observă poziția privilegiată a universităților publice, care au valori mari ale centralității în toate domeniile studiate. De asemenea, se remarcă rolul entităților din categoria Alte institute de cercetare în intermedierea colaborărilor în special în domeniile Cultură, creativitate și societate incluzivă, Digitalizare, industrie și spațiu și Sănătate. Categoriile precum ONG, SRL, universitate private, Cercetare & învățământ militar, Muzeu & instituții publice și Spitale & institute clinic înregistrează în majoritatea domeniilor valori ale centralității scăzute. În cele ce urmează prezentăm statisticile privind centralitatea pentru fiecare dintre domeniile studiate.

Tabel 27. Valoarea centralității medii pe tip de instituții, Rețeaua Climă, energie și mobilitate ordonată după Eigenvector centrality

Tip instituții	Eigenvector Centrality	Degree Centrality	Weighted Degree Centrality	Closeness Centrality	Between ness Centrality	Nr instituții
Universitate publică	0,57	11,46	13,63	0,46	85,22	24
Institut de cercetare INCD	0,36	7,28	8,11	0,41	18,28	18
Academia Română	0,28	6,56	6,89	0,40	11,80	9
Alte institute de cercetare	0,27	6,4	6,8	0,39	11,32	5
ONG	0,4	7	7	0,43	0	1
Cercetare & învățământ militar	0,27	4	4	0,41	0	1
Muzeu & instituții publice	0,17	6	6	0,37	0	1
SRL	0,16	4	4	0,37	0	1

Tip instituții	Eigenvector Centrality	Degree Centrality	Weighted Degree Centrality	Closeness Centrality	Betweenness Centrality	Nr instituții
Universitate privată	0,15	4	4	0,38	0	1
Total	0,41	8,56	9,74	0,43	41,59	61

După cum arată tabelul de mai sus, în rețeaua corespondentă domeniului Climă, energie și mobilitate, universitățile publice ocupă prima poziție în topul principalelor măsuri de centralitate. În acest sens, universitățile publice sunt principalii actori în termen de număr de legături (DC, WDC), conectivitate (BC), control al fluxului de informații (CC) și coeziune a rețelei (EC). Cea de-a doua poziție în termen de influență/coeziune a rețelei (EC), conectivitate (BC) și a numărului de legături cu alte entități (DC) o au institutele de cercetare din subordinea ANCS, În ceea ce privește proximitatea și controlul asupra fluxului de informații (CC), un rol semnificativ îl are ONG-ul IRCEM (Institutul pentru Cercetări în Economie Circulară și Mediu „Ernest Lupan”), care ocupă a doua poziție. În această rețea, „Muzeu & instituții publice”, „SRL”, „universitate private” sunt categoriile marginale (au cele mai scăzute valori medii a EC, CC, BC).

Tabel 28. Valoarea centralității medii pe tip de instituții în rețeaua Culturală, creativitate și societate incluzivă, ordonată după Eigenvector Centrality

Tip instituții	Eigenvector Centrality	Degree Centrality	Weighted Degree Centrality	Closeness centrality*	Betweenness Centrality	Nr instituții
Universitate publică	0,42	10,86	13,59	0,45	22,05	29
Academia Română	0,34	11,29	11,64	0,48	64,11	14
Muzee & instituții publice	0,29	10,00	10,00	0,45	31,49	8
SRL	0,19	9,00	9,00	0,43	0,00	1
Alte institute de cercetare	0,15	7,50	7,50	0,41	51,00	4
Institut de cercetare INCD	0,13	6,60	6,60	0,41	0,00	5
Spitale & instituții clinice	0,06	3,00	3,00	0,33	0,00	1
Total	0,34	10,13	11,48	0,45	32,15	65

*s-au luat în considerare entitățile care aparțin componentei principale (main component)

Așa cum arată tabelul de mai sus, în rețeaua Culturală, creativitate și societate incluzivă, Academia Română, muzeele și instituții publice au un impact major, alături de universitățile publice, În funcție de EC, primele clasate sunt universitățile publice și Academia Română. Prin raportare la

numărul de legături unice (DC), controlul asupra fluxului de informații (CC) și conectivitate (BC), Academia Română surclasează universitățile publice. De observat și importanța ridicată a entităților din categoria Alte institute de cercetare în intermedierea legăturilor (a doua valoare a BC, după Academia Română). În această rețea este prezent un singur spital, *Spitalul Clinic Județean Mureș* și acesta ocupă o poziție marginală în termen de centralitate. Pe de altă parte, SRL-ul prezent (*Impact Trilogistic SRL*) are valori ale EC, DC și CC destul de mari.

Tabel 29. Valoarea centralității medii pe tip de instituții în rețeaua Digitalizare, industrie și spațiu

Tip instituții	Eigenvector Centrality	Degree Centrality	Weighted Degree Centrality	Closeness centrality	Betweenness Centrality	Nr. instituții
Universitate privată	0,60	14,00	14,00	0,46	0,00	1
Universitate publică	0,44	14,04	16,19	0,46	95,98	27
Cercetare & învățământ militar	0,41	11,00	11,00	0,42	0,00	3
SRL	0,37	9,50	9,50	0,42	0,00	2
Institut de cercetare INCD	0,33	10,91	12,57	0,44	47,63	23
ONG	0,32	9,20	9,20	0,41	0,00	5
Alte institute de cercetare	0,30	10,75	14,25	0,44	103,22	4
Academia Română	0,25	7,92	7,92	0,41	0,00	12
Spitale & institute clinice	0,03	4,00	4,00	0,33	0,00	2
Total	0,36	11,24	12,63	0,44	51,90	79

În rețeaua Digitalizare, industrie și spațiu se remarcă rolul universității private *Universitatea Danubius*, care are valori ale EC mai mari decât universitățile publice și valori apropiate ale DC și CC de universitățile publice. Totodată, este important de remarcat rolul entităților din categoria Alte institute de cercetare în asigurarea conectivității rețelei (cea mai mare valoare a BC), alături de universitățile publice (a doua valoare a BC). În această rețea, spitalele și institutele clinice ocupă o poziție marginală. În plus, rolul ridicat al Institutului Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Fizica Materialelor București RA (INFIM) sau al INCD-urilor în general în acest domeniu, demonstrează forța specializării (proximității cognitive) în atragerea de parteneriate, chiar dacă aceste instituții nu sunt universități mari.

Tabel 30. Valoarea centralității medii pe tip de instituții în rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu ordonate după Eigenvector Centrality

Tip instituții	Eigenvector Centrality	Degree Centrality	Weighted Degree Centrality	Closeness centrality	Betweenness Centrality	Nr instituții
Universitate publică	0,39	16,17	19,79	0,47	147,61	29
Institut de cercetare INCD	0,33	11,48	13,48	0,45	28,98	23
Alte institute de cercetare	0,24	9,00	9,00	0,43	13,31	14
Universitate privată	0,18	9,00	10,00	0,42	13,33	2
Academia Română	0,18	8,75	9,00	0,42	32,56	12
SRL	0,17	6,00	6,00	0,42	0,00	3
Cercetare & învățământ militar	0,12	5,00	5,00	0,40	0,00	4
Spitale & institute clinice	0,09	5,00	5,00	0,38	0,00	1
ONG	0,07	4,50	4,50	0,37	0,00	2
Muzee & instituții publice	0,05	4,00	4,00	0,34	0,00	2
Total	0,28	11,33	13,02	0,44	60,34	92

În rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu, universități publice și institutele de cercetare din subordinea ANCS ocupă primele două poziții în termen de EC, DC, WDC și CC. Din punct de vedere al BC, universitățile publice sunt urmate de Academia Română, iar institutele de cercetare din subordinea ANCS ocupă a treia poziție. Categoriile marginale în ceea ce privește măsurile centralității sunt Muzee & instituții publice, ONG-uri, Spitale & institute clinice. Constatăm și prezența unor categorii de instituții a căror BC este egală cu 0, respectiv: SRL, Cercetare & învățământ militar, Spitale & institute clinice, ONG, Muzee & instituții publice. Dintre acestea, categoriile Spitale & institute clinice (reprezentată de *Spitalul Clinic Județean de Urgență Timișoara*), ONG (cuprinde *Asociația pentru Tranziția Urbană – ATU*, *Asociația Solar Decathlon București*), Muzee & instituții publice (include *Centrul Național de Cartografie*, *Complexul Muzeal „Astra” Sibiu*) sunt marginale în termen de centralitate.

Tabel 31. Valoarea centralității medii pe tip de instituții în rețeaua Sănătate, ordonate după Eigenvector Centrality

Tip instituții	Eigenvector Centrality	Degree Centrality	Weighted Degree Centrality	Closeness centrality	Betweenness Centrality	Nr. instituții
ONG	0,61	14,00	17,00	0,41	7,46	1
Alte institute de cercetare	0,60	14,67	16,67	0,47	104,80	3
Universitate publică	0,45	13,38	15,63	0,42	158,82	24
Academia Română	0,38	10,00	10,92	0,39	30,47	12
Institut de cercetare INCD	0,34	9,13	9,38	0,38	22,81	8
Muzee & instituții publice	0,31	10,00	10,00	0,36	0,00	1
SRL	0,24	6,00	6,00	0,38	0,00	2
Spitale & institute clinice	0,20	6,85	6,85	0,37	11,09	26
Cercetare & învățământ militar	0,06	4,00	4,00	0,32	0,00	1
Total	0,34	9,95	10,92	0,39	63,72	78

În domeniul Sănătate, se remarcă cantralitatea ridicată din punct de vedere a EC (prima poziție), DC (a doua poziție), WDC (prima poziție) și CC (poziția a treia) a ONG-ului *Asociația Transylvanian Institute of Neuroscience*, precum și a entităților din categoria Alte institute de cercetare, care surclasează universitățile publice în topurile centralităților menționate. Această poziționare a ONG-ului *Asociația Transylvanian Institute of Neuroscience* este o manifestare a proximității cognitive strict specializate. În această rețea, universitățile manifestă un potențial ridicat de conectivitate, fapt demonstrat de valoarea ridicată a BC (158,82 – prima poziție). Cea de-a doua categorie în ierarhia BC este Alte institute de cercetare, urmată la o distanță mare de Academia Română. Și în această rețea anumite categorii de instituții au BC egal cu 0: Muzee & instituții publice, SRL, Cercetare & învățământ militar. O poziție marginală din punct de vedere a centralității o are categoria Cercetare & învățământ militar, reprezentată de o instituție (*Directoratul Național de Securitate Cibernetică*).

Tabel 32. Valoarea centralității medii pe tip de instituții în rețeaua Securitate civilă pentru societate, ordonată după Eigenvector Centrality

Tip instituții	Eigenvector Centrality	Degree Centrality	Weighted Degree Centrality	Closeness centrality	Betweenness Centrality	Nr instituții
Academia Română	0,83	14,00	14,00	0,57	0,00	1
Spitale & institute clinice	0,83	14,00	14,00	0,57	0,00	1
Alte institute de cercetare	0,83	14,00	14,00	0,57	0,00	1
Universitate publică	0,53	12,94	14,78	0,56	36,73	18
Institut de cercetare INCD	0,38	8,36	8,36	0,48	0,00	11
Cercetare & învățământ militar	0,24	7,13	7,25	0,44	21,86	8
SRL	0,14	6,00	6,00	0,44	0,00	1
Total	0,45	10,49	11,32	0,51	20,39	41

În rețeaua Securitate civilă pentru societate se observă prezența a trei instituții din trei categorii diferite care au valori ale centralității ridicate din punct de vedere a EC, DC și CC, dar au valoare a BC egală cu 0: Academia Română (*Institutul de Geografie*), Spitale & institute clinice (*Spitalul Clinic de Urgență*), Alte institute de cercetare (*Institutul Național De Cercetare – Dezvoltare Pentru Fizica Materialelor București RA*). În această rețea, universitățile publice au cea mai mare capacitate de conectivitate (BC – 36,73) și ocupă prima poziție în termen de WDC. De asemenea, universitățile publice, urmează primele 3 categorii ca valoare a EC, DC și CC. Pe lângă categoriile menționate, Institutele de cercetare din subordinea Autorității Naționale pentru Cercetare Științifică și SRL-uri au BC egal cu 0. Cea mai scăzută valoare a centralității o are categoria SRL, reprezentată de *Autonomous Flight Technology R&D SRL*.

Ierarhii de centralitate pe regiuni de dezvoltare

Distribuția centralităților pe regiuni de dezvoltare evidențiază diferențe subtile în modul în care instituțiile sunt conectate în ecosistemul național de cercetare. Analiza arată că unele regiuni, precum Nord-Est sau Sud-Vest Oltenia, concentrează valori mai ridicate ale influenței și conectivității, în timp ce altele, cum este Sud-Muntenia, se află la marginea rețelei prin nivelurile reduse ale tuturor indicatorilor.

Tabel 33. Valoarea centralității medii pe regiuni de dezvoltare în rețeaua generală

Regiune de dezvoltare	Eigenvector Centrality	Degree Centrality	Weighted Degree Centrality	Closeness Centrality	Betweenness Centrality	Nr instituții
Nord-Est	0,30	22,14	30,95	0,47	155,88	21
Sud-Vest Oltenia	0,28	19,63	26,00	0,48	222,09	8
Centru	0,27	19,91	27,82	0,46	141,23	11
Nord-Vest	0,27	20,26	29,05	0,47	165,40	19
Sud-Est	0,26	19,09	24,00	0,46	131,93	11
Vest	0,25	18,13	26,40	0,46	96,38	15
București-Ilfov	0,23	17,15	22,67	0,46	100,62	103
Sud-Muntenia	0,17	12,50	13,38	0,45	16,28	8
Total	0,25	18,23	24,58	0,46	118,05	196

Potrivit tabelului de mai sus, regiunea Nord-Est are cele mai mari valori ale EC și DC, în timp ce regiunea Sud-Vest Oltenia ocupă poziția a doua în termen de EC și prima poziție în termen de CC și BC. De asemenea, se observă valori foarte apropiate ale măsurilor de centralitate pe regiuni de dezvoltare, cu excepția zonei Sud-Muntenia, care înregistrează cele mai scăzute valori la toate centralitățile.

Concluzii

Analiza centralității nodurilor în rețelele de parteneriate de cercetare evidențiază cinci dimensiuni cheie pentru înțelegerea rolului instituțiilor în rețelele de cercetare:

- **Eigenvector Centrality (EC)** măsoară influența globală a unui actor prin legături cu parteneri la rândul lor influenți. Liderii naționali sunt: *Politehnica București* (1,00), *Universitatea din București* (0,94), „*Universitatea Tehnică*” din Cluj-Napoca (0,85), *Universitatea din Craiova* (0,85) și *Universitatea Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca* (0,84).
- **Degree Centrality (DC)** cuantifică numărul de colaborări directe: *Politehnica București* (83), *Universitatea din București* (80) și *Universitatea din Craiova* (72) domină topul.
- **Weighted Degree Centrality (WDC)** reflectă intensitatea colaborărilor repetate; *Politehnica București* excelează în Digitalizare & Industrie, iar *Babeș-Bolyai* în Cultură & Creativitate.

- **Betweenness Centrality (BC)** identifică actorii care mediază fluxul de informație între grupuri: **Universitatea din Craiova** (1 593,7), **Universitatea București** (1 544,2), **Politehnica** (1 404,0) și **Babeș-Bolyai** (1 069,5).
- **Closeness Centrality (CC)** evaluează eficiența diseminării informației: **Politehnica București** (0,631), **Universitatea din București** (0,629) și **Universitatea din Craiova** (0,607) conduc clasamentul.

În fiecare domeniu tematic se confirmă roluri de hub sau punte pentru aceleași universități publice, iar peste 40% din instituții au BC=0, semnalând periferii accidentate (ex.: **Spitalul „Dr. Victor Babeș” Timișoara**).

Direcții strategice

Pe baza rezultatelor din acest capitol putem formula câteva direcții și strategii de urmat în gestiunea ecosistemului de cercetare din România:

1. **Consolidarea punților de la periferie** prin identificarea și sprijinirea instituțiilor cu BC=0 prin granturi tematice și parteneriate mentor-mentorat pentru a crește coeziunea rețelei.
2. **Stimularea colaborărilor repetate** prin implementarea unor scheme de finanțare care prioritizează parteneriatele cu WDC ridicat, pentru a încuraja relații durabile.
3. **Extinderea participării private și non-profit** prin lansarea de apeluri dedicate ONG-urilor și SRL-urilor, cu pachete de suport managerial și acces facilitat la centrele de excelență universitare.
4. **Întărirea rolului punților strategice** prin susținerea INCD-urilor și filialelor Academiei Române pentru programe de tranziție între subcomunități și crearea de platforme de schimb de bune practici.
5. **Monitorizare continuă** prin stabilirea unui sistem anual de raportare SNA (Social Network Analysis) pentru a urmări evoluția indicatorilor de centralitate și eficacitatea direcțiilor strategice.

Identificarea unor structuri de tip nucleu-periferie

Introducere

În această secțiune vom descrie abordarea metodologică utilizată pentru identificarea rolurilor structurate ale actorilor în rețeaua de colaborare științifică. Pe lângă măsurile globale de densitate și centralizare, ne concentrăm pe distincția dintre nucleu și periferie, evidențiind cum poziția unei instituții – fie în centrul rețelei, fie la margini – reflectă profilul său de conectivitate. Vom compara trei algoritmi complementari:

1. **Core-Periphery Discrete** (Ucinet), care partajează nodurile în două categorii (nucleu vs. periferie) pe baza unei potriviri statistice;
2. **Core-Periphery Continuous** (Ucinet), care alocă fiecărui nod un „scor de coreness” și extinde progresiv nucleul, evaluând calitatea modelului prin corelație;
3. **Bounding Diameters** (Gephi), care folosește excentricitatea fiecărui nod pentru a delimita, în funcție de diametru și rază, structura nucleu-periferie.

Prin aplicarea comparativă a acestor metode, vom surprinde consistența și diferențele în compoziția nucleului, oferind astfel o imagine detaliată a dinamicii de colaborare și a ierarhiilor emergente în rețeaua de cercetare. De menționat că în prezentarea rezultatelor vom folosi atât acronimele (compoziția nucleului conform metodelor utilizate), cât și numele entităților (prezentarea comparativă).

Metodă

Alături de densitate și centralizare, studiul unei rețele presupune identificarea rolurilor unor anumiți actori în interiorul rețelei. Astfel, se explorează părți componente ale rețelei. Nucleul reprezintă cel mai mic grafic din interiorul rețelei (Hell & Nešetřil, 1992). O caracteristică a entităților parte din nucleu este numărul mai ridicat de legături cu ceilalți actori. La celălalt pol, actorii care au puține legături între ei sau sunt izolați fac parte din periferie (Borgatti & Everett, 2000).

În funcție de reprezentarea teoretică a ce presupune nucleu, au fost formulați diverși algoritmi care diferențiază nucleul de periferie (Borgatti & Everett, 2000; Krnc et al., 2020; Malliaros et al., 2020; Yanchenko & Sengupta, 2023). În cele ce urmează prezentăm trei algoritmi care au fost utilizați comparativ în cadrul acestui studiu, respectiv Algoritmul Core-Periphery Discrete (Ucinet), Algoritmul Core-Periphery Continuous (Ucinet), Algoritmul Bounding Diameters (Gephi).

O distincție majoră este între identificarea unei structuri predefinite nucleu-periferie (*discrete*) și asignarea unui scor privind apropierea de nucleu fiecărei entități (*continuous*) (Borgatti & Everett, 2000). Variabila categorică nucleu-periferie (prin intermediul algoritmului Discrete) include toate entitățile care nu fac parte din nucleu în periferie, în timp ce variabila continuă identifică doar nucleul fără a se pronunța asupra

periferiei. Metoda care presupune crearea variabilei continue vizează extinderea pas cu pas a nucleului, pornind de la un nod central și calculul unui scor de apropiere de nucleu pentru fiecare entitate (crearea unei variabile continue numite Coreness). Apartenența de nucleu este determinată printr-un set de măsuri specifice (nDiff, Diff, Corr, Ident, CoreDen, PerDen, DenDiff). Algoritmul simulează nuclee până rămâne un singur nod în periferie. Calculul celui mai potrivit model se face prin corelație. Cele două abordări sunt utilizate de Ucinet în analiza rețelelor, fundamentat în studiul realizat de Borgatti și Everett (2000).

O reprezentare a partiției nucleu-periferie pornește de la stabilirea diametrului și razei rețelei și identificarea actorilor care sunt cei mai apropiați de centrul rețelei. Astfel, prin intermediul algoritmului *Bounding Diameters* în Gephi, componența nucleu-periferie se realizează pornind de la scorul de eccentricity, care măsoară cea mai îndepărtată distanță din rețea a fiecărei entități. Cea mai scăzută valoare, egală cu raza rețelei corespunde centrului, iar cea mai ridicată valoare, egală cu diametrul, corespunde periferiei (Hage & Harary, 1995; Krnc et al., 2020).

Identificarea unor structuri de tip nucleu-periferie în rețeaua generală

Potrivit algoritmului *BoundingDiameters*, în rețeaua generală se identifică 4 entități care fac parte din **nucleu**, respectiv: **ASE**, **UNITBV**, **UTCN**, **UB**.

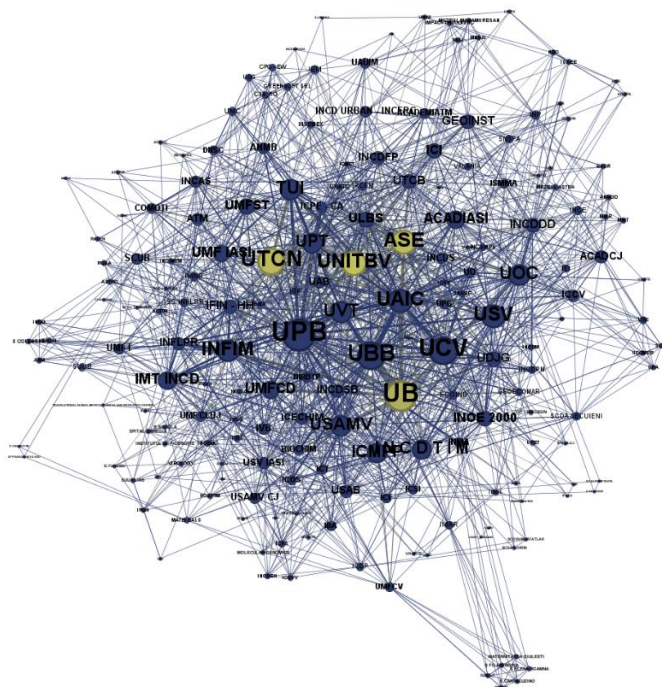


Figura 12. Rețea generală cu nucleu semnalat

În rețeaua generală, algoritmul care presupune crearea Variabilei continue Scor de apropiere¹¹ recomandă includerea în nucleu a 13 entități (concentration = 0,85), respectiv: **UB**¹², UBB, UPB, UAIC, UVT, **ASE**, UCV, **UTCN**, UPT, **UNITBV**, TUI, INFIM, ULBS.

În cazul metodei numărul 3, care constă în potrivirea automată a unui model nucleu - periferie, algoritmul¹³ indică o demarcație vagă între nucleu și periferie. Totuși, un model cu o potrivire mai bună (conform valorii corelației nucleu-periferie 0,72) include în nucleu următoarele entități: **ASE** INFIM INFLPR TUI UAIC **UB** UCV UDJG **UNITBV** UPB UPT **UTCN** UVT. Acest model nu ia în considerare legăturile existente între nucleu și periferie.

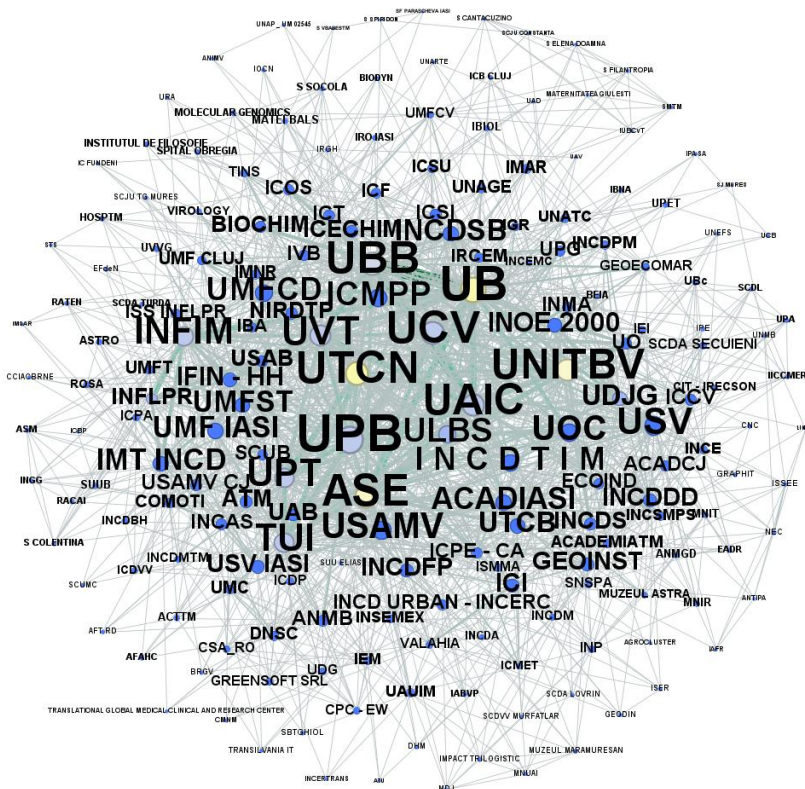


Figura 13. Identificarea entităților din nucleu potrivit celor 3 valori în rețeaua generală

¹¹ <http://www.analytictech.com/ucinet/help/1gl1dj.htm>

¹² Pentru a obține o reprezentare precisă a structurii nucleului, entitățile identificate simultan de cei trei algoritmi au fost evidențiate cu caractere aldine (bold)

¹³ <http://www.analytictech.com/ucinet/help/a8lapo.htm>

Tabel 34. Componenta nucleului în rețeaua generală conform celor 3 algoritmi

Nucleu	Gephi	Variabila continuă. Scor de Apropiere	Discrete Ucinet
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE BUCUREȘTI	x	x	x
UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRAȘOV	x	x	x
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA	x	x	x
UNIVERSITATEA BUCUREȘTI	x	x	x
UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI		x	
UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI		x	x
UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA” IAȘI		x	x
UNIVERSITATEA DE VEST TIMIȘOARA		x	x
UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA		x	x
UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA		x	x
UNIVERSITATEA TEHNICĂ „GHEORGHE ASACHI” IAȘI		x	x
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU FIZICA MATERIALELOR BUCUREȘTI RA		x	x
UNIVERSITATEA LUCIAN BLAGA		x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE DEZVOLTARE PENTRU FIZICA LASERILOR, PLASMEI SI RADIAȚIEI - INFLPR RA			x
UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS”			x

Componenta periferiei conform algoritmului Gephi în rețeaua generală

Asociația Transilvania IT

Institutul de Antropologie „Francisc I .Rainer”

Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Biologie și Nutriție Animală - Ibna Balotești

Institutul de Biologie și Patologie Celulară „Nicolae Simionescu”

Stațiunea de Cercetare Dezvoltare pentru Viticultură și Vinificație Murfatlar

Muzeul Național de Istorie Naturală „Grigore Antipa”

Stațiunea de Cercetare- Dezvoltare Agricolă Lovrin

Universitatea Aurel Vlaicu Arad

Spitalul Clinic Județean de Urgență Constanța

Spitalul Clinic Județean de Urgență „Sf. Spiridon” Iași

Unitatea Militară 02133 - Direcția Hidrografică Maritimă
Spitalul Clinic Municipal de Urgență Timișoara
Institutul de Urgență pentru Boli Cardiovasculare și Transplant Târgu-
Mureș
Spitalul Clinic Obstretică-Ginecologie „Prof. Dr. Panait Sîrbu”
Spitalul Clinic Filantropia
Spitalul Clinic Dr. I. Cantacuzino
Spitalul Clinic de Obstetrică și Ginecologie „Elena Doamna”
Universitatea Națională de Educație Fizică și Sport din București
Spitalul Clinic Județean Mureș
Universitatea Națională de Arte din București
Universitatea de Artă și Design Cluj-Napoca
Institutul de Investigare a Crimelor Comunismului și Memoria Exilului
Românesc
Stațiunea de Cercetare Dezvoltare Pentru Legumicultură
Universitatea „Petre Andrei” din Iași
Asociația Clusterul Agro - Food - Ind Napoca
Muzeul Național al Unirii Alba Iulia
Impact Trilogistic SRL
Muzeul Maramureșan
Muzeul Dunării de Jos Călărași
Institutul de Mecanica Solidelor
Institutul de Geodinamică
Institutul de Speologie „Emil Racoviță”
Serviciul de Telecomunicații Speciale
Asociația pentru Tranziția Urbană - ATU
Spitalul Clinic de Boli Infecțioase și Pneumoftiziologie „Dr. Victor Babeș”
Timișoara
Spitalul Clinic de Boli Infecțioase „Sf. Parascheva” Iași

În conformitate cu rezultatele obținute, este important de semnalat poziția entităților **ASE**, **UNITBV**, **UB** și **UTCN** în rețea. Acești actori ocupă o poziție privilegiată în ecosistemul de cercetare (au mulți colaboratori și fac parte din proiecte importante).

Identificarea unor structuri de tip nucleu-periferie pe domenii

Rețeaua Climă, energie și mobilitate

Pornind de la statisticile puse la dispoziție de Gephi prin intermediul algoritmului BoundingDiameters, rețeaua Climă, energie și mobilitate cuprinde 29 de entități centrale și 32 de entități periferice. În nucleu se află următoarele entități: **ICPE – CA**, **ICMET**, **INCDTIM**, **UPB**, **UTCB**, **ASE**, **UPG**, **INCDDD**, **ULB**, **UAIC**, **INOE 2000**, **UO**, **IRCEM**, **INFLPR**, **INFIM**, **UB**, **UBB**, **UPT**, **ACADEMIATM**, **INCAS**, **UTCN**, **UAIC**, **UNITBV**, **COMOTI**, **ICF**, **UVT**, **IMAR**, **UAB**, **INCEMC**.

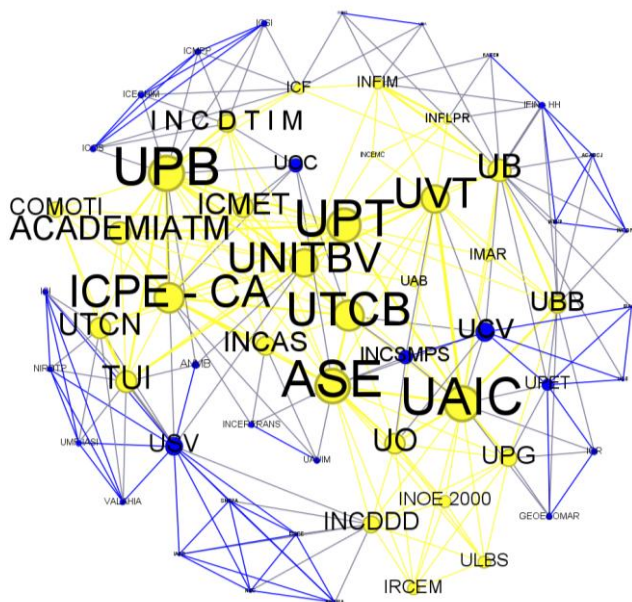


Figura 14. Rețeaua Climă, energie & mobilitate cu nucleu semnalat, ordonat după EC

Algoritmul Ucinet include de calcul a unui scor de apropiere a fiecărei entități în relație cu nucleul identifică o structură diferită, respectiv un nucleu format din 11 entități (concentration = 0,87): **UPB**, **ICPE-CA**, **UPT**, **UAIC**, **ASE**, **UTCB**, **UNITBV**, **UVT**, **ACADEMIATM**, **TUI**, **ICMET**.

Prin a doua metodă pusă la dispoziție de Ucinet, în rețeaua Climă, energie și mobilitate se identifică următoarea structură a nucleului (Core-periphery fit, correlation 0,74): **ACADEMIATM**, **ASE**, **ICPE-CA**, **INFIM**, **INFLPR**, **UAIC**, **UO**, **UPB**, **UPT**. Această structură este obținută în situația în care nu se iau în considerare legăturile nucleu-periferie.

Tabel 35. Componența nucleului în rețeaua Climă, energie și mobilitate conform celor trei algoritmi

Nucleu	Gephi	Variabila continuă. Scor de Apropiere	Discrete Ucinet
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU INGINERIE ELECTRICĂ ICPE - CA BUCUREȘTI	x	x	x
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE ȘI ÎNCERCĂRI PENTRU ELECTROTEHNICĂ-ICMET CRAIOVA	x	x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE DEZVOLTARE PENTRU TEHNOLOGII IZOTOPICE ȘI MOLECULARE I N C D T I M	x		
UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI	x	x	x
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE CONSTRUCȚII BUCUREȘTI	x	x	
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE	x	x	x
UNIVERSITATEA PETROL GAZE PLOIEȘTI	x		
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE „DELTA DUNĂRII”-I.N.C.D.D.D. TULCEA	x		
UNIVERSITATEA LUCIAN BLAGA	x		
UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA” IAȘI	x	x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU OPTOELECTRONICĂ INOE 2000 INCD	x		
UNIVERSITATEA DIN ORADEA	x		x
ASOCIAȚIA INSTITUTUL PENTRU CERCETARE ȚN ECONOMIE CIRCULARĂ ȘI MEDIU „ERNEST LUPAN” (IRCEM)	x		
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE DEZVOLTARE PENTRU FIZICA LASERILOR, PLASMEI ȘI RADIAȚIEI - INFLPRA	x		x
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE -DEZVOLTARE PENTRU FIZICA MATERIALELOR BUCUREȘTI RA	x		x
UNIVERSITATEA BUCUREȘTI	x		
UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI	x		
UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA	x	x	x
ACADEMIA ROMÂNĂ FILIALA TIMIȘOARA	x	x	x
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE AEROSPAȚIALĂ „ELIE CARAFOLI” - I.N.C.A.S. BUCUREȘTI	x		

Nucleu	Gephi	Variabila continuă. Scor de Apropiere	Discrete Ucinet
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ - NAPOCA	x		
UNIVERSITATEA TEHNICĂ „GHEORGHE ASACHI” IAȘI	x	x	
UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRAȘOV	x	x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE- DEZVOLTARE TURBOMOTOARE - COMOTI	x		
INSTITUTUL DE CHIMIE FIZICĂ - ILIE MURGULESCU	x		
UNIVERSITATEA DE VEST TIMIȘOARA	x	x	
INSTITUTUL DE MATEMATICĂ „SIMION STOILOW” AL ACADEMIEI ROMÂNE	x		
UNIVERSITATEA 1 DECEMBRIE 1918 ALBA IULIA	x		
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE- DEZVOLTARE PENTRU ELECTROCHIMIE ȘI MATERIE CONDENSATĂ - INCEMC TIMIȘOARA	x		

Cele trei modele analizate au în comun în structura nucleului următoarele entități: **UPB, ICPE-CA, UPT, UAIC, ASE, ACADEMIATM**. În același timp, nucleul obținut prin algoritmul utilizat de Gephi include următoarele entități: INCDTIM, UPG, INCDDD, ULBS, INOE 2000, IRCEM, UB, UBB, INCAS, UTCN, COMOTI, ICF, IMAR, UAB, INCEMC.

Rețeaua Cultură, creativitate și societate incluzivă

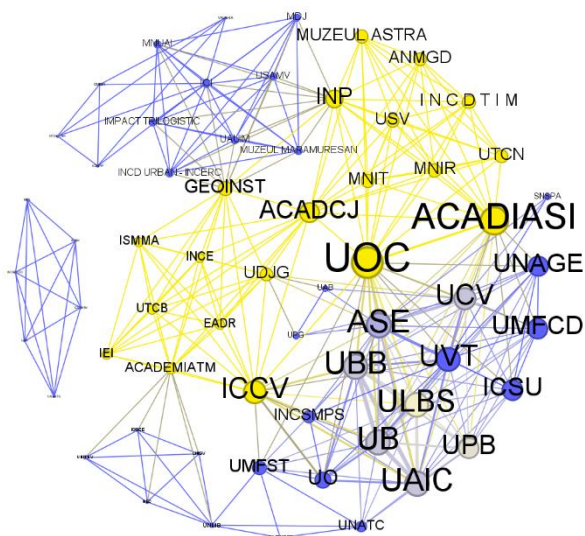


Figura 15. Rețeaua Cultura, creativitate cu nucleu semnalat pentru cele 3 valori, elemente ordonate după EC

Potrivit datelor obținute prin rularea algoritmului Bounding Diameters în Gephi, centrul rețelei Cultură, creativitate și societate incluzivă cuprinde 20 de entități (ACADEMIATM, ICCV, INP, GEOINST, INCE, ACADCJ, IEI, EADR, ISMMA, UDJG, UTCB, UO, ACADIAȘI, UTCN, USV, ANMGD, INCDTIM, MNIR, MNIT, MUZEUL ASTRA), iar periferia 7. (Anexa)

Conform rezultatelor obținute prin calcularea unui scor de apropiere de nucleu (variabila continuă Coreness) pentru rețeaua Cultură, creativitate și societate incluzivă, nucleul este alcătuit din 12 entități (concentration = 0,89), respectiv: **UAIC, UB, UBB, ULBS, UOC, ASE, UVT, ICCV, UPB, ACADIAȘI, UCV, UO.**

Cel de-al doilea algoritm pus la dispoziție de Ucinet semnaleză prezența unui **nucleu** compact, alcătuit din patru entități, respectiv: **UAIC, UB, UBB, ULBS.** Acest model are un scor de potrivire de 0,86 (obținut prin corelație); acesta nu ia în considerare legăturile nucleu-periferie.

Tabel 36. Componenta nucleului în rețeaua Cultură, creativitate și societate incluzivă conform celor trei algoritmi

Nucleu	Gephi	Variabila continuă Scor de Aproximare	Discrete Ucinet
ACADEMIA ROMÂNĂ FILIALA TIMIȘOARA	x		
INSTITUTUL DE CERCETARE A CALITĂȚII VIEȚII	x	x	
INSTITUTUL NAȚIONAL AL PATRIMONIULUI	x		
INSTITUTUL DE GEOGRAFIE	x		
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETĂRI ECONOMICE „COSTIN C. KIRIȚESCU”	x		
CENTRUL DE ECONOMIA INDUSTRIEI ȘI SERVICIILOR	x		
ACADEMIA ROMÂNĂ FILIALA CLUJ	x		
INSTITUTUL DE ECONOMIE AGRARĂ - INCE	x		
INSTITUTUL DE STATISTICĂ MATEMATICĂ ȘI MATEMATICĂ APLICATĂ AL ACADEMIEI ROMÂNE „GHEORGHE MIHOC - CAIUS IACOB”	x		
UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS”	x		
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE CONSTRUCȚII BUCUREȘTI	x		
UNIVERSITATEA OVIDIUS	x	x	
ACADEMIA ROMÂNĂ - FILIALA IAȘI	x	x	

Nucleu	Gephi	Variabila continuă Scor de Apropiere	Discrete Ucinet
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ - NAPOCA	x		
UNIVERSITATEA „ȘTEFAN CEL MARE” DIN SUCEAVA	x		
ACADEMIA NAȚIONALĂ DE MUZICĂ „GHEORGHE DIMA” DIN CLUJ - NAPOCA	x		
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE DEZVOLTARE PENTRU TEHNOLOGII IZOTOPICE ȘI MOLECULARE I N C D T I M	x		
MUZEUL NAȚIONAL DE ISTORIE A ROMÂNIEI	x		
MUZEUL NAȚIONAL DE ISTORIE AL TRANSILVANIEI	x		
COMPLEXUL NAȚIONAL MUZEAL „ASTRA” SIBIU	x		
UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA” IAȘI		x	x
UNIVERSITATEA BUCUREȘTI		x	x
UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI		x	x
UNIVERSITATEA LUCIAN BLAGA		x	x
UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI		x	
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE		x	
UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA		x	
UNIVERSITATEA DIN ORADEA		x	

Analiza celor 3 modele prezentate scoate în prim plan demarcația vagă între nucleu și periferie, având în vedere că nu există nicio entitate care să fie identificată aparținând nucleului în toate cele 3 modele. Astfel, cele două modele obținute de Ucinet au în comun **UAIC**, **UB**, **UBB**, **ULBS**, în timp ce **UOC**, **ICCV** și **ACADIAȘI** apar în modelul Ucinet de creare a variabilei continue Coreness și în statistica Gephi. Un aspect particular al rețelei Cultură, creativitate și societate incluzivă este includerea în periferie de către algoritmul Ucinet a unor entități identificate de Gephi ca parte din nucleu. ACADEMIATM, INP, GEOINST, INCE, IEI, ACADCJ, EADR, ISMMA, UDJG, UTCB, UTCN, USV, ANMGD, I N C D T I M, MNIR, MNIT și MUZEUL ASTRA sunt instituțiile aflate în această situație.

Rețeaua Digitalizare, industrie și spațiu

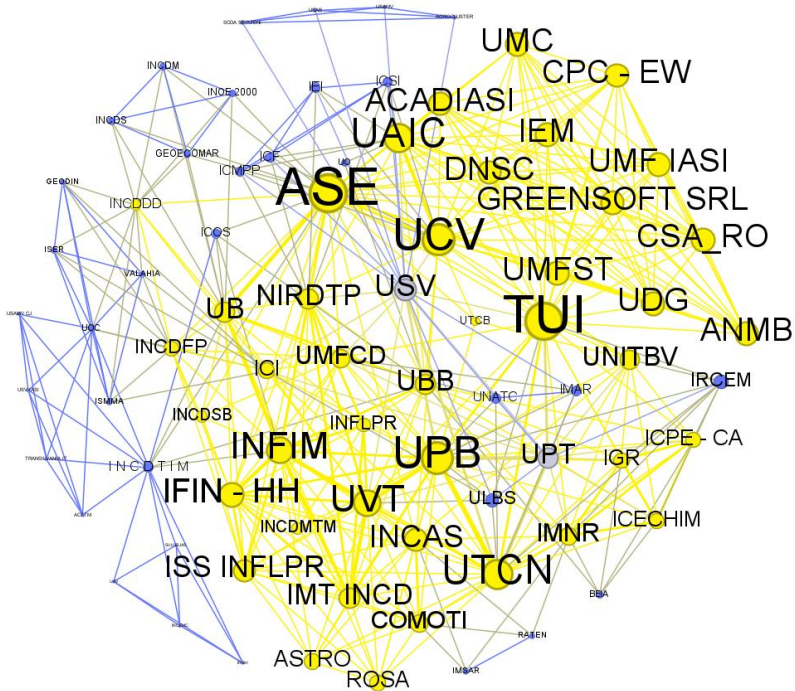


Figura 16. Rețeaua Digitalizare, industrie & spațiu cu nucleu semnalat pentru cele 3 valori, elemente ordonate după EC

Potrivit rezultatelor obținute de Gephi prin intermediul algoritmului BoundingDiameters, nucleul rețelei Digitalizare, industrie și spațiu cuprinde 42 de entități, iar periferia 8 (Anexa).

Datele furnizate de Ucinet cu privire la variabila Coreness creată pornind de la scorul de potrivire în structura nucleului recomandă apartenența de nucleu a 18 entități (Concentration 0,83), respectiv: ASE, **IFIN – HH**, **IMT INCD**, INCAS, **INFIM**, INFLPR, ISS_INFLPR, NIRDTP, TUI, **UAIC**, UB, UBB, **UCV**, **UPB**, UPT, USV, UTCN, **UVT**.

Diferențierea nucleu periferie realizată de Ucinet (fit 0,75) semnalează prezența unui **nucleu** compact alcătuit din 8 entități. **Nucleul** include: **IFIN - HH**, **IMT INCD**, **INFIM**, **UAIC**, **UCV**, **UPB**, UPT, **UVT**.

Tabel 37. Componenta nucleului în rețeaua Digitalizare, industrie și spațiu conform celor 3 algoritmi

Nucleu	Gephi	Variabila continuă. Scor de Apropiere	Discrete Ucinet
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU INGINERIE ELECTRICĂ ICPE - CA BUCUREȘTI	x		
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU METALE NEFEROASE ȘI RARE - IMNR	x		
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU CHIMIE ȘI PETROCHIMIE - ICECHIM BUCUREȘTI	x		
INSTITUTUL GEOLOGIC AL ROMÂNIEI	x		
UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI	x	x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE AEROSPAȚIALĂ „ELIE CARAFOLI” - I.N.C.A.S. BUCUREȘTI	x	x	
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE	x	x	
UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRAȘOV	x		
UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA	x	x	x
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE CONSTRUCȚII BUCUREȘTI	x		
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU FIZICA MATERIALELOR BUCUREȘTI RA	x	x	x
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE DEZVOLTARE PENTRU FIZICA LASERILOR, PLASMEI ȘI RADIAȚIEI - INFLPR RA	x	x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU MICROTEHNOLOGIE - IMT BUCUREȘTI INCD	x	x	x
UNIVERSITATEA BUCUREȘTI	x	x	
UNIVERSITATEA DE VEST TIMIȘOARA	x	x	x
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU FIZICĂ TEHNICĂ-IFT IAȘI	x	x	
DIRECTORATUL NAȚIONAL DE SECURITATE CIBERNETICA	x		
UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE „GRIGORE T. POPA” DIN IAȘI	x		
UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA” IAȘI	x	x	x
UNIVERSITATEA MARITIMĂ DIN CONSTANȚA	x		
UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ, FARMACIE, ȘTIINȚE ȘI TEHNOLOGIE „GEORGE EMIL PALADE” DIN TÂRGU MUREȘ	x		

Identificarea unor structuri de tip nucleu-periferie

Nucleu	Gephi	Variabila continuă. Scor de Apropiere	Discrete Ucinet
UNIVERSITATEA TEHNICĂ „GHEORGHE ASACHI” IAȘI	x	x	
UNIVERSITATEA „DANUBIUS”	x		
ACADEMIA ROMÂNĂ - FILIALA IAȘI	x		
INSTITUTUL DE ECONOMIE MONDIALĂ	x		
ASOCIAȚIA „CENTRUL DE PREVENIRE A CONFLICTELOR & EARLY WARNING”	x		
ASOCIAȚIA DE SECURITATE CIBERNETICĂ PENTRU CLOUD	x		
GREENSOFT SRL	x		
ACADEMIA NAVALĂ „MIRCEA CEL BĂTRÂN”	x		
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU FIZICĂ ȘI INGINERIE NUCLEARĂ „HORIA HULUBEI” - IFIN - HH	x	x	x
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE DEZVOLTARE PENTRU ȘTIINȚE BIOLOGICE	x		
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU FIZICA PĂMÂNTULUI - INCDFP RA	x		
INSTITUTUL DE ȘTIINȚE SPAȚIALE-FILIALA INFLPR	x	x	
UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE „CAROL DAVILA”	x		
UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI	x	x	x
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ - NAPOCA	x	x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE TURBOMOTOARE - COMOTI	x		
INSTITUTUL ASTRONOMIC	x		
AGENȚIA SPAȚIALĂ ROMÂNĂ	x		
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE „DELTA DUNĂRII”-I.N.C.D.D.D. TULCEA	x		
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE ÎN INFORMATICĂ - ICI BUCUREȘTI	x		
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE DEZVOLTARE PENTRU MECATRONICĂ ȘI TEHNICA MĂSURĂRII	x		
UNIVERSITATEA POLITEHNICĂ TIMIȘOARA		x	x
UNIVERSITATEA „ȘTEFAN CEL MARE” DIN SUCEAVA		x	

Cele trei modele au în comun apartenența de nucleu a următoarelor instituții: **IFIN - HH, IMT INCD, INFIM, UAIC, UCV, UPB, UVT**. În același timp, entitățile UBB, INCAS, ASE, INFLPR, UB, NIRDP, TUI, ISS INFLPR și

UTCN sunt incluse în nucleu atât de Ucinet (variabila continuă Coreness), cât și de Gephi. Celelalte 26 de entități cuprinse în nucleu de Gephi sunt considerate ca parte din periferie de Ucinet în modelul de diferențiere nucleu-periferie (variabila categorică).

Rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu

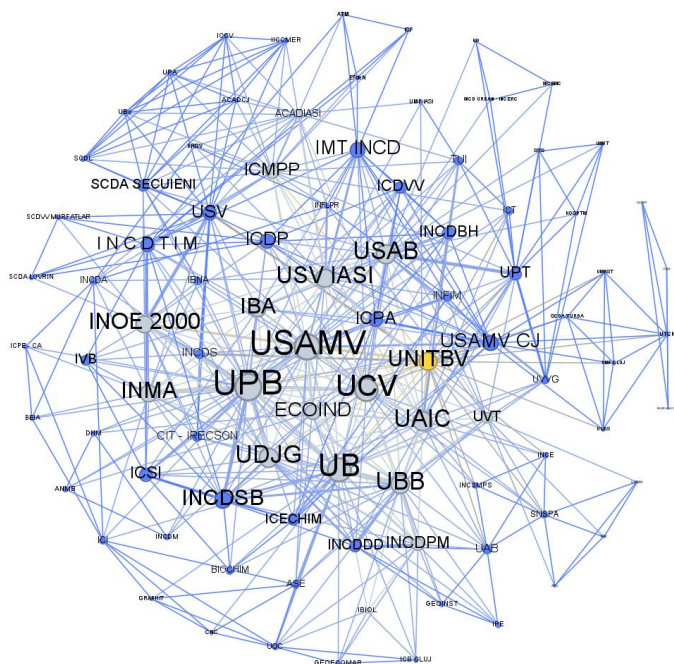


Figura 17. Rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu cu nucleu semnalat pentru cele 3 valori, elemente ordonate după EC

Algoritmul BoundingDiameters utilizat de Gephi pentru identificarea structurilor de tip nucleu-periferie semnalează prezența unei singure entități centrale în rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu, aceasta fiind **UNITBV** (Universitatea Transilvania Brașov). La celălalt pol, periferia este alcătuită din 55 de entități. (Anexa)

O structură diferită nucleu-periferie este evidențiată de Ucinet prin crearea variabilei continue Coreness (scor de apropiere de nucleu). Astfel, pe baza scorului Concentration de 0,84, programul recomandă includerea în **nucleu** a 16 entități, respectiv: **UPB, UB, USAMV, UBB, UDJG, UCV, INOE 2000, INMA, INCDSB, UAIC, USAB, UNITBV, USV IAȘI, ECOIND, IBA, INCDDP**.

Cel de-al treilea model de separare nucleu-periferie (Discrete Ucinet) prezintă următoarele rezultate:

Core/Periphery fit (corelație) = 0,65; Nucleu: **ACADIAȘI, ICMPP, INCDDP, INMA, INOE_2000, UB, UBB, UDJG, UPB, UVT**; legături nucleu-

periferie NA (nu se iau în considerare relațiile dintre entitățile din nucleu cu periferia).

Tabel 38. Componenta nucleului în rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu conform celor trei algoritmi

Nucleu	Gephi	Variabila continuuă Scor de Apropiere	Discrete Ucinet
UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRAȘOV	x	x	
UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI		x	x
UNIVERSITATEA BUCUREȘTI		x	x
UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRONOMICE ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ		x	
UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI		x	x
UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS”		x	x
UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA		x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE- DEZVOLTARE PENTRU OPTOELECTRONICĂ INOE 2000 INCD		x	x
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE- DEZVOLTARE PENTRU MAȘINI ȘI INSTALAȚII DESTINATE AGRICULTURII ȘI INDUSTRIEI ALIMENTARE - INMA		x	x
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE DEZVOLTARE PENTRU ȘTIINȚE BIOLOGICE		x	
UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA” IAȘI		x	
UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚELE VIEȚII „REGELE MIHAI I” DIN TIMIȘOARA		x	
UNIVERSITATEA PENTRU ȘTIINȚELE VIEȚII „ION IONESCU DE LA BRAD” DIN IAȘI		x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU ECOLOGIE INDUSTRIALĂ - ECOIND		x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE- DEZVOLTARE PENTRU BIORESURSE ALIMENTARE - IBA BUCUREȘTI		x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE- DEZVOLTARE PENTRU PROTECȚIA MEDIULUI BUCUREȘTI		x	x
ACADEMIA ROMÂNĂ - FILIALA IAȘI			x
INSTITUTUL DE CHIMIE MACROMOLECULARĂ „PETRU PONI”			x
UNIVERSITATEA DE VEST TIMIȘOARA			x

Un model diferit este identificat în Ucinet prin intermediul variabilei continue Coreness. Astfel, algoritmul recomandă includerea în **nucleu** a 20 de entități (scor concentration 0,87): UB, UBB, UMFC, BIOCHIM, UMF IAȘI, UMF CLUJ, IVB, UTCN, ICT, **UMFCV**, IMCPP, UNITBV, TINS, UVT, UPB, INFIM, ICOS, INCDSB, UMFST, UMFT.

Prin rularea algoritmului *Categorical Discrete*, programul Ucinet prezintă o partiție nucleu-periferie a rețelei. Astfel, nucleul propus este alcătuit din 11 entități: BIOCHIM, IVB, TINS, UBB, UMFC, UMFST, UMFT, UNITBV, UPB, UTCN, UVT. La acest model, scorul care arată potrivirea modelului este 0,66 și este obținut prin corelație.

Tabel 39. Componența nucleului în rețeaua Sănătate conform celor trei algoritmi

Nucleu	Gephi	Variabila continuă Scor de Aproximare	Discrete Ucinet
UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE CRAIOVA	x	x	
UNIVERSITATEA BUCUREȘTI		x	
UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI		x	x
UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE „CAROL DAVILA”			x
INSTITUTUL DE BIOCHIMIE		x	x
UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE „GRIGORE T. POPA” DIN IAȘI		x	
UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE „JULIU HAȚIEGANU”		x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE ÎN DOMENIUL PATOLOGIEI ȘI ȘTIINȚELOR BIOMEDICALE „VICTOR BABEȘ”		x	x
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ - NAPOCA		x	x
INSTITUTUL DE CHIMIE „CORIOLAN DRĂGULESCU”		x	
INSTITUTUL DE CHIMIE MACROMOLECULARĂ „PETRU PONI”		x	
UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRAȘOV		x	x
ASOCIAȚIA TRANSYLVANIAN INSTITUTE OF NEUROSCIENCE		x	x
UNIVERSITATEA DE VEST TIMIȘOARA		x	x
UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI		x	x
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU FIZICA MATERIALELOR BUCUREȘTI RA		x	

Nucleu	Gephi	Variabila continuă Scor de Aproximare	Discrete Ucinet
INSTITUTUL DE CHIMIE ORGANICĂ ȘI SUPRAMOLECULARĂ „COSTIN D.NENIȚESCU”		x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE DEZVOLTARE PENTRU ȘTIINȚE BIOLOGICE		x	
UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ, FARMACIE, ȘTIINȚE ȘI TEHNOLOGIE „GEORGE EMIL PALADE” DIN TÂRGU MUREȘ		x	x
UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE „VICTOR BABEȘ” TIMIȘOARA		x	x

Compararea celor trei modele arată diferențe în ceea ce privește structura nucleului și asemănări în identificarea periferiei. Astfel, **UMFCV** este inclusă în nucleu în 2 din 3 modele (variabila continuă Coreness și algoritmul Gephi și identificată în periferie conform partiției Ucinet). Alte entități identificate în nucleu în 2 din cele 3 modele (variabila continuă Coreness și partiția Ucinet) sunt: **UBB**, **UMFCD**, **BIOCHIM**, **IVB**, **UTCN**, **UNITBV**, **TINS**, **UVT**, **UPB**, **UMFST**, **UMFT**. În același timp, se constată prezența unor entități identificate ca parte din nucleu potrivit variabilei continue Coreness în periferie (potrivit partiției Ucinet): ICMPP, ICOS, ICT, INCDSB, INFIM, UB, UMF CLUJ, UMF IAȘI. În ceea ce privește periferia, periferia partiției Ucinet cuprinde entitățile identificate în Gephi (cu excepția UPG).

Rețeaua Securitate civilă pentru societate

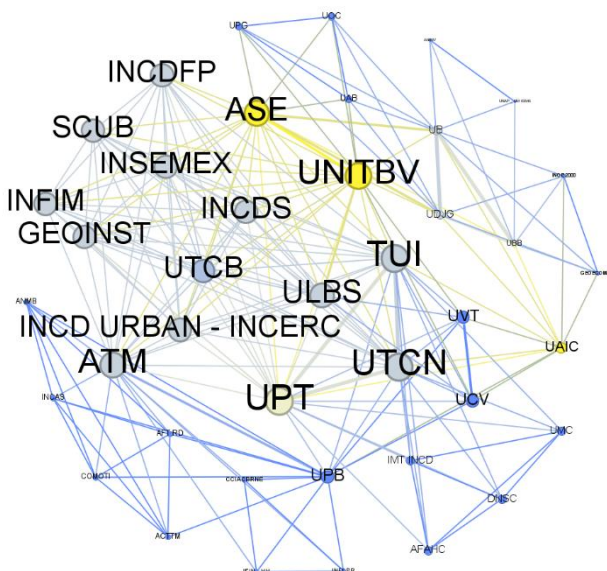


Figura 19. Rețeaua Securitate civilă pentru societate cu nucleu semnalat, elemente ordonate după EC

Algoritmul BoundingDiameters din Gephi relevă existența unui nucleu compact alcătuit din trei entități și a unei periferii din 14 instituții. Componenta **nucleului**: UAIC, ASE, UNITBV. Componenta periferiei: ACTTM, ANMB, COMOTI, INCAS, AFT RD, IMT INCD, DNSC, UMC, AFAHC, IFIN – HH, CCIACBRNE, INFLPR RA, ANIMV, UNAP _ UM 02545.

O structură diferită nucleu-periferie este identificată de Ucinet. Potrivit scorului de apropiere de nucleu (Variabila continuă Coreness), **nucleul** include 15 entități (Concentration 0,90), respectiv: TUI, UPT, UTCN, **UNITBV**, **ASE**, ATM, ULBS, GEOINST, INCDFP, INCDS, INCN_URBAN_-_INCERC, INFIM, INSEMEX, SCUB, UTCB.

Variabila categorică Nucleu-periferie, care arată partiția nucleu-periferie în Ucinet relevă o structură diferită, cu un nucleu alcătuit din 6 instituții, respectiv: TUI, UB, UBB, UDJG, UPT, UTCN. La acest model scorul de potrivire este de 0,89 și este obținut prin corelație. Algoritmul nu ia în considerare legăturile dintre nucleu și periferie.

Tabel 40. Componenta nucleului în rețeaua Securitate civilă pentru societate

Nucleu	Gephi	Variabila continuă Scor de Aproximare	Discrete Ucinet
UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA” IAȘI	x		
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE	x		
UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRASOV	x		
UNIVERSITATEA TEHNICĂ „GHEORGHE ASACHI” IAȘI		x	x
UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI		x	
UNIVERSITATEA TEHNICA DIN CLUJ - NAPOCA		x	x
UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA		x	x
Academia Tehnică Militară „FERDINAND I”		x	
UNIVERSITATEA LUCIAN BLAGA		x	
INSTITUTUL DE GEOGRAFIE		x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU FIZICA PĂMÂNTULUI - INCDFP RA		x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE ÎN SILVICULTURĂ „MARIN DRĂCEA”		x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE ÎN CONSTRUCȚII, URBANISM ȘI DEZVOLTARE TERITORIALĂ DURABILĂ „URBAN-ÎNCERC”		x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU FIZICA MATERIALELOR BUCUREȘTI RA		x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU SECURITATE MINIERĂ ȘI PROTECȚIE ANTIEXPLOZIVĂ - INSEMEX PETROȘANI		x	

Nucleu	Gephi	Variabila continuă Scor de Aproximare	Discrete Ucinet
SPITALUL CLINIC DE URGENȚĂ		x	
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE CONSTRUCȚII BUCUREȘTI		x	
UNIVERSITATEA BUCUREȘTI			x
UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI			x
UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS”			x

Analiza celor 3 modele prezentate relevă un nucleu vag definit și o periferie clară. Astfel, se identifică entități care aparțin de centru în 2 din 3 modele: **ASE**, **UNITBV** (Algoritmul folosit de Gephi și variabila continuă Coreness creată de Ucinet); **TUI**, **UPT**, **UTCN** (Variabila continuă Coreness și partiția Ucinet). În același timp, o serie de entități sunt identificate ca parte din nucleu de un model și periferie de alt model. Astfel, UNITBV, ASE, UAIC constituie nucleul rețelei în Gephi, în vreme ce partiția Ucinet le cataloghează în zona periferică a rețelei. De asemenea, ATM, GEOINST, INCDFP, INCD URBAN – INCERC, INFIM, INSEMEX, SCUB și UTCB sunt percepute ca parte din structura nucleului de variabila continuă Coreness și incluse în periferie de partiția Ucinet. Cu privire la periferie, entitățile identificate de Gephi fac parte din cele identificate de partiția Ucinet.

Tabel 41. Statistici descriptive comparative variabila continuă Coreness

	Rețea Generală	Climă, energie și mobilitate	Cultură, creativitate și societate incluzivă	Digitalizare, industrie și spațiu	Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și	Sanatate	Securitate civilă pentru societate
Fit	0,32	0,54	0,36	0,51	0,44	0,51	0,39
Concentrație	0,85	0,87	0,89	0,83	0,84	0,87	0,90
Media	0,04	0,10	0,08	0,08	0,07	0,08	0,13
Abaterea standard	0,06	0,08	0,09	0,07	0,07	0,08	0,09
Varianța	0,003	0,01	0,01	0,005	0,005	0,01	0,01
Minimum	0,001	0,03	0,01	0,01	0,003	0,004	0,02
Maximum	0,35	0,33	0,35	0,32	0,37	0,32	0,32
Corelație	0,66	0,46	0,64	0,49	0,56	0,49	0,61
Coeficient GINI	0,61	0,41	0,55	0,45	0,50	0,48	0,40
Indez GINI Nucleu-periferie	0,40	0,19	0,35	0,22	0,28	0,23	0,24
Heterogenitate	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01

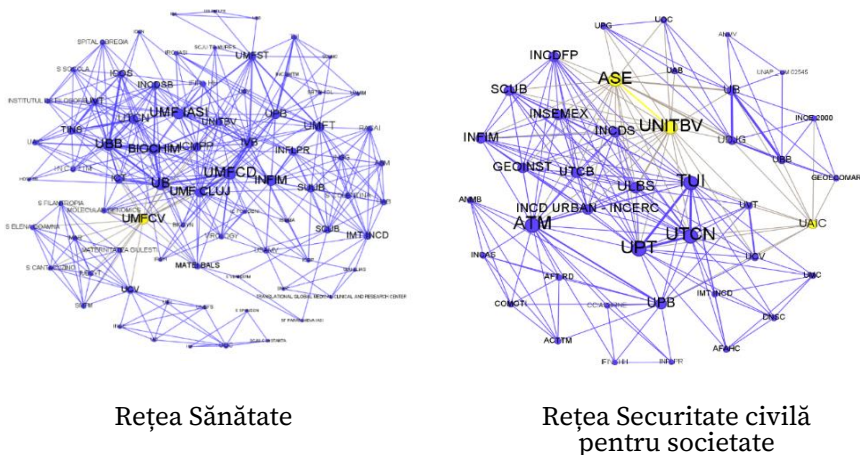


Figura 20. Rețele pe domenii cu nucleu semnalat, Algoritm Bounding Diameters, Gephi

Concluzii

În urma aplicării celor trei metode complementare – excentricitatea din Gephi (Bounding Diameters), scorul continuu de coreness și partiția discretă din Ucinet – a reieșit clar o „inimă” a rețelei de cercetare românești. În centrul acestui nucleu se află, fără echivoc, **Academia de Studii Economice din București, Universitatea București, Universitatea Transilvania din Brașov și Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca**. Aceste patru instituții nu doar că sunt cele mai conectate, cu legături numeroase și diverse, dar apar aproape invariabil drept noduri fundamentale în toate cele trei abordări metodologice.

Totuși, modul în care definim „centrul” influențează ușor extinderea nucleului: scorul de coreness conturează o zonă de tranziție – cu entități precum **Politehnica București** sau **Universitatea Politehnica Timișoara** – care sprijină coeziunea rețelei fără a fi întotdeauna incluse în nucleul strict definit. Partiția discretă, în schimb, rămâne conservatoare și rezumă nucleul la liderii structurali, accentuând astfel rolul de hub doar al celor patru universități menționate.

Algoritmul Bounding Diameters, prin consumul său minim de date, oferă o imagine rapidă a nucleului, relevând aceleași patru entități „grele” care stau la baza schimbului de cunoștințe. În timp ce acesta este ideal pentru o evaluare de ansamblu, combinarea lui cu scorul continuu de coreness și cu validările discrete asigură o înțelegere nu doar a „miezului” rețelei, ci și a instituțiilor care, deși marginale la prima vedere, pot deveni punți importante între nucleu și periferie.

Pe plan practic, **ASE, UB, UNITBV și UTM** pot fi privite drept principalele motoare ale colaborărilor naționale, punctele de plecare

pentru orice inițiativă de diseminare ori consolidare. Însă tocmai prin sprijinirea și conectarea entităților din „zona de tranziție” – cele câteva universități și institute care aproape au intrat în nucleu în unele metode – se poate întări permanent structura rețelei și facilita integrarea completă a actorilor mai izolați. Astfel, narativul final al metodei nu este doar o listă de nume, ci povestea unui ecosistem în care un grup central, clar definit, își împărtășește influența cu un nucleu extins, având grijă ca nicio voce valoroasă să nu rămână neauzită.

Direcții strategice

Având în vedere cele constatate mai sus, putem propune următoarele direcții strategice pentru consolidarea sistemului național de cercetare-inovare:

- **Consolidarea nucleului central** – *ASE, UB, UNITBV* și *UTCN* rămân puncte de plecare pentru inițiative majore, susținute prin proiecte transversale și schimb de bune practici.
- **Întărirea zonei de tranziție** – *UPB, UPT* și alte instituții cu scoruri înalte de coreness trebuie integrate mai activ, facilitându-le accesul la resurse și parteneriate.
- **Mobilizarea periferiei** – actorii mai puțin conectați au nevoie de apeluri tematice și de sesiuni de formare în managementul rețelelor de cercetare.
- **Monitorizarea continuă** – urmărirea evoluției centralității și ajustarea periodică a criteriilor de finanțare vor menține echilibrul dintre nucleu, zonă de tranziție și periferie.

Identificarea unor roluri în rețele

Introducere

Detectarea comunităților și a rolurilor pe care anumiți actori le au într-o rețea este complementară studiului structurilor nucleu-periferie. Pornind de la statistici de centralitate se evidențiază anumiți actori care fie monopolizează mare parte din legăturile din rețea (hubs), fie conectează părți ale rețelei (punte). Analizele realizate indică poziția privilegiată a **UPB**, **UB**, **UBB** și **UTCN** în ecosistemul de cercetare, atât din poziția de centre de influență (hub-uri), cât și de conectivitate în interiorul rețelei (entități tip punte), precum și de conectare a subcomunităților slab conectate în rețea (structural holes).

Identificarea hub-urilor

Introducere

În orice rețea complexă, există câteva noduri care funcționează ca adevărate „verigi esențiale”: ele mențin coeziunea, facilitează fluxul de informații și devin puncte de atracție pentru toți cei care intră în sistem. În ecosistemul românesc de cercetare, aceste verigi sunt cunoscute drept **hub-uri** – instituțiile care au un grad de conectare mult peste media rețelei și pe care se sprijină întregul climat colaborativ.

Hub-urile nu doar că dețin cel mai mare număr de parteneriate, dar reprezintă și principalele canale prin care noii actori – universități, institute și centre de cercetare – pătrund și se orientează în structură. Într-o rețea de tip *scale-free*, precum cea pe care o analizăm, este de așteptat ca majoritatea legăturilor noi să se formeze către aceste actori deja bine conectați, amplificându-le și mai mult rolul de lideri naturali ai comunității. Asigură unitatea și coeziunea rețelei, având influență asupra majorității actorilor din rețea.

În cele ce urmează, vom parcurge întâi definiția și semnificația hub-urilor, vom înțelege de ce contează atât de mult pentru sănătatea și dinamica rețelei, apoi vom descoperi care sunt primii cinci hub-uri – atât în rețeaua generală, cât și în rețelele tematice – utilizând indicatori de influență precum *degree centrality*, *eigenvector centrality* și scorurile HITS, pentru a surprinde complexitatea rolului pe care îl au în scena cercetării românești.

Rețea generală – Hub-uri

De menționat că identificarea hub-urilor se face pornind de la calculul EC și DC. Deși în acest context nu este posibilă diferențierea dintre *hubs* și *authorities* (întrucât legăturile dintre entități sunt nedirecționate), am inclus în analiză și statisticile privind scorul de *Hub/Authority* furnizate de Gephi pe baza algoritmului HITS (Kleinberg, 1999). Aceste statistici

arată potențialul de coeziune al hub-ului. În rețelele studiate, scorurile sunt relativ scăzute. Cel mai mare scor este de 0,30 în rețeaua Cultură, creativitate și societate incluzivă și corespunde Universității Ovidius.

Astfel, în ecosistemul de cercetare se disting principalele centre de influență: **Universitatea Națională de Științe și Tehnologie Politehnica București**, **Universitatea București**, **Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca**, **Universitatea din Craiova** și **Universitatea Babeș-Bolyai**. De remarcat că universitățile publice ocupă primele poziții în termen de hub-uri, ceea ce se traduce prin cel mai mare impact în rețeaua echipelor de cercetare. Dintre universități, **Universitatea Națională de Științe și Tehnologie Politehnica București** este principalul centru de influență în domeniile Climă, energie și mobilitate și Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu, în timp ce **Universitatea București** are cel mai mare impact în domeniul Sănătății. În rețeaua Cultură, creativitate și societate incluzivă principalul hub este **Universitatea Ovidius**, în rețeaua Digitalizare, industrie și spațiu topul este condus de **Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi Iași”**, iar în domeniul Securitate civilă pentru societate de următoarele instituții: **Universitatea Politehnica Timișoara**, **Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi Iași”** și **Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca**.

Rețeaua generală a ecosistemului de cercetare este o rețea de tipul *scale free network*. Astfel, cel mai mare hub are un DC (83) semnificativ mai mare decât gradul mediu de conexiune (AD) al rețelei (18,2). În rețeaua generală, cea mai mare influență o au universitățile publice, care ocupă primele 5 poziții.

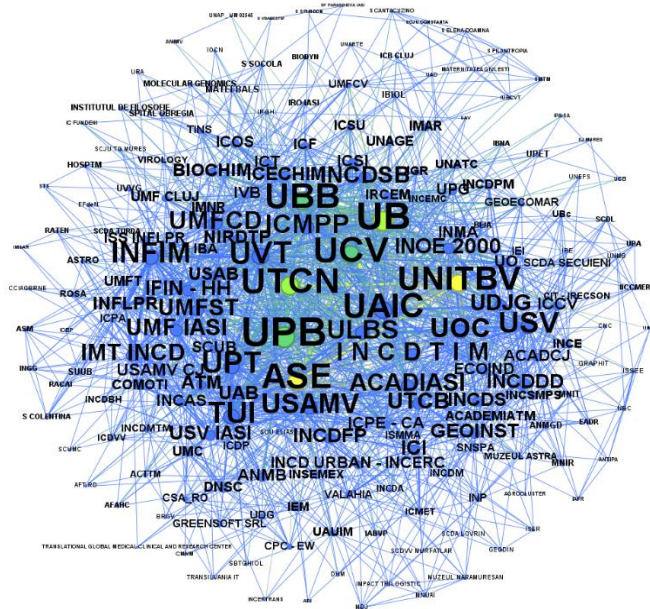


Figura 21. Hubs în rețeaua generală

În continuare, prezentăm statisticile privind EC, DC și coeficientul HITS (Hub/Authority – având în vedere că rețeaua este nedirecționată).

Tabel 42. Statisticile EC, DC și coeficientul HITS pentru cele mai importante 5 instituții

Entitate	Acronim	Eigenvector Centrality	Degree	Hub/ Authority
Universitatea Națională de Științe și Tehnologie Politehnică București	UPB	1	83	0,22
Universitatea București	UB	0,94	80	0,21
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca	UTCN	0,85	68	0,19
Universitatea din Craiova	UCV	0,85	72	0,19
Universitatea Babeș-Bolyai	UBB	0,84	70	0,19

Rețele pe domenii - Hub-uri

Rețeaua Climă, energie și mobilitate

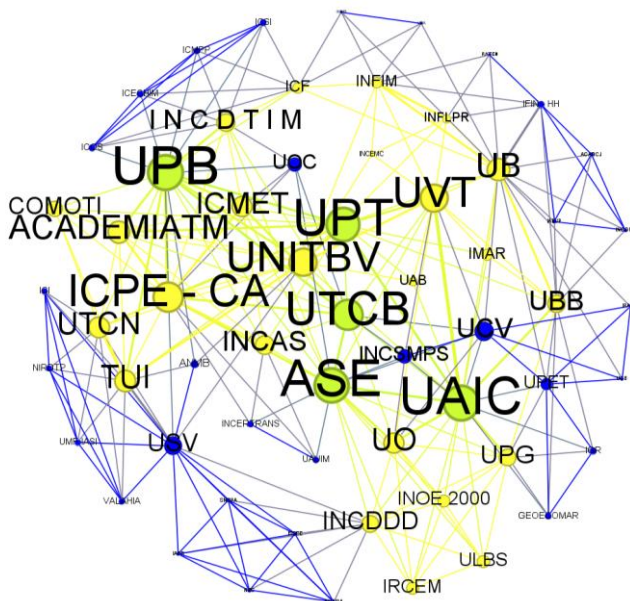


Figura 22. Huburi în rețeaua Climă, energie și mobilitate

În domeniul Climă, energie și mobilitate, principalii centri de influență (hub-uri) sunt **Universitatea Națională de Științe și Tehnologie Politehnică București**, **Academia de Studii Economice**, **Universitatea Politehnică Timișoara**, **Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași** și **Universitatea Tehnică de Construcții București**. În această rețea, gradul mediu de conexiune (AD) este 8,56, în timp ce cea mai mare valoare a DC este 20. Raportat la tipul de instituții din top 5, în această rețea cea mai mare influență o au universitățile publice.

Tabel 43. Hub/authority pentru cele mai importante 5 instituții în rețeaua climă, energie și mobilitate

Entitate	Acronim	Eigenvector Centrality	Degree	Hub/ Authority
UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI	UPB	1	20	0,27
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE	ASE	0,98	19	0,27
UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA	UPT	0,96	16	0,26
UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA” IAȘI	UAIC	0,99	20	0,26
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE CONSTRUCȚII BUCUREȘTI	UTCB	0,88	14	0,24

Rețeaua Cultură, creativitate și societate incluzivă

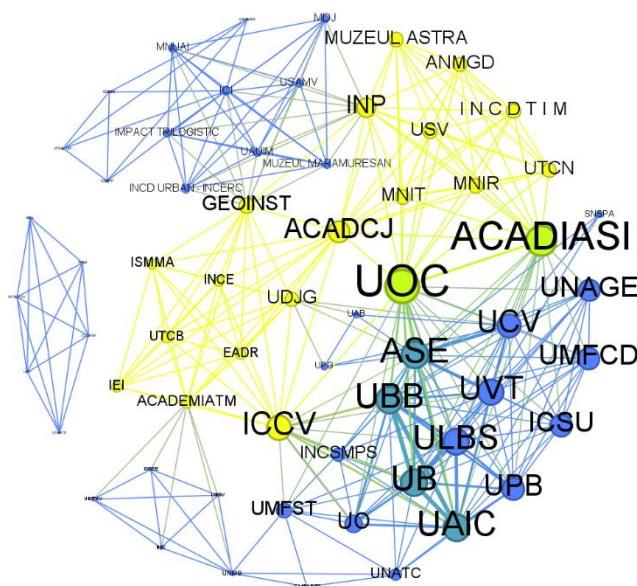


Figura 23. Hub-uri în rețeaua Cultură, creativitate & societate incluzivă ordonate după EC

În rețeaua Cultură, creativitate și societate incluzivă, principalele hub-uri sunt: **Universitatea Ovidius, Academia Română – Filiala Iași, Academia de Studii Economice, Universitatea Babeș-Bolyai, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași și Universitatea București.** Și în această rețea gradul mediu de conexiune (AD) – 10,13 este semnificativ mai mic decât DC a celui mai mare hub (Universitatea Ovidius – 24). Un aspect interesant constă în scorul identic de hub/authority a patru instituții (Academia de

Studii Economice, Universitatea Babeș-Bolyai, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași și Universitatea București. Acest scor s-ar traduce prin influența identică a acestor hub-uri în rețea. Referitor la tipul de instituții clasate pe primele 5 poziții în rețea în ordine descrescătoare, cea mai mare influență o au universitățile publice. Totuși, în topul hub-urilor apare și o filială a Academiei Române.

Tabel 44. Hub/authority pentru cele mai importante 5 instituții în rețeaua Cultură, creativitate & societate incluzivă

Entitate	Acronim	Eigenvector Centrality	Degree	Hub/ Authority
UNIVERSITATEA OVIDIUS	UOC	1	24	0,30
ACADEMIA ROMÂNĂ - FILIALA IAȘI	ACADIAȘI	0,89	21	0,27
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE	ASE	0,79	19	0,25
UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI	UBB	0,78	17	0,25
UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA” IAȘI	UAIC	0,78	17	0,25
UNIVERSITATEA BUCUREȘTI	UB	0,78	17	0,25

Rețeaua Digitalizare, industrie și spațiu

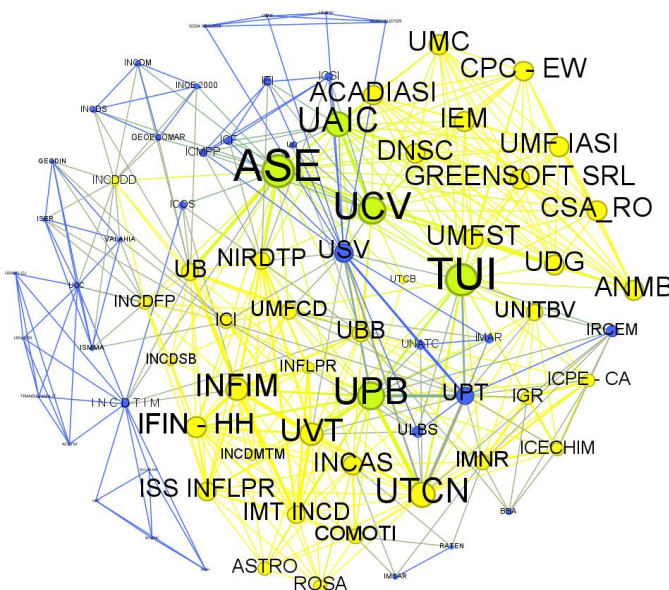


Figura 24. Hub-uri în rețeaua Digitalizare, industrie & spațiu ordonate după EC

În rețeaua Digitalizare, industrie și spațiu, principalele hub-uri sunt: **Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași, Academia de Studii Economice, Universitatea din Craiova, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași și**

Universitatea Națională de Științe și Tehnologie Politehnica București. Gradul mediu de conexiune (AD) este 11,24, iar cea mai mare valoare a DC o are **Academia de Studii Economice** (32). În această rețea principalele 5 hub-uri sunt universități publice.

Tabel 45. Top 5 hub-uri în rețeaua Digitalizare, industrie & spațiu ordonate după EC

Entitate	Acronim	Eigenvector Centrality	Degree	Hub/ Authority
UNIVERSITATEA TEHNICĂ „GHEORGHE ASACHI” IAȘI	TUI	0,99	27	0,26
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE	ASE	1	32	0,26
UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA	UCV	0,83	25	0,23
UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI	UPB	0,83	27	0,20
UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA” IAȘI	UAIC	0,76	22	0,21

Rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu

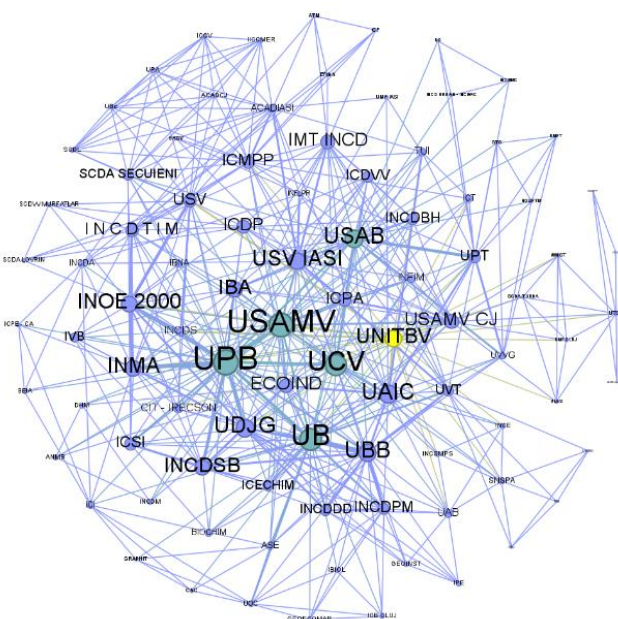


Figura 25. Hub-uri în rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură & mediu, ordonate după EC

În rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu, principalele hub-uri sunt: **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București, Universitatea de Științe Agronomice**

și Medicină Veterinară, Universitatea București, Universitatea din Craiova, Universitatea de Științe Vieții „Regele Mihai I” din Timișoara. Cea mai mare valoare a DC din cadrul rețelei este 39, iar gradul mediu de conexiune (AD) este 11,33. Aceasta este și rețeaua care cuprinde instituțiile cu cele mai mari valori ale DC dintre rețelele pe domeniu. Raportat la tipul de instituții, se observă că principalele 5 hub-uri sunt universități publice.

Tabel 46. Top 5 hub-uri în rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură & mediu, ordonate după EC

Entitate	Acronim	Eigenvector Centrality	Degree	Hub/ Authority
UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI	UPB	1	39	0,29
UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRONOMICE ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ	USAMV	0,94	34	0,27
UNIVERSITATEA BUCUREȘTI	UB	0,88	35	0,25
UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA	UCV	0,83	28	0,24
UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚELE VIEȚII „REGELE MIHAI I” DIN TIMIȘOARA	USAB	0,70	27	0,20

Rețeaua Sănătate

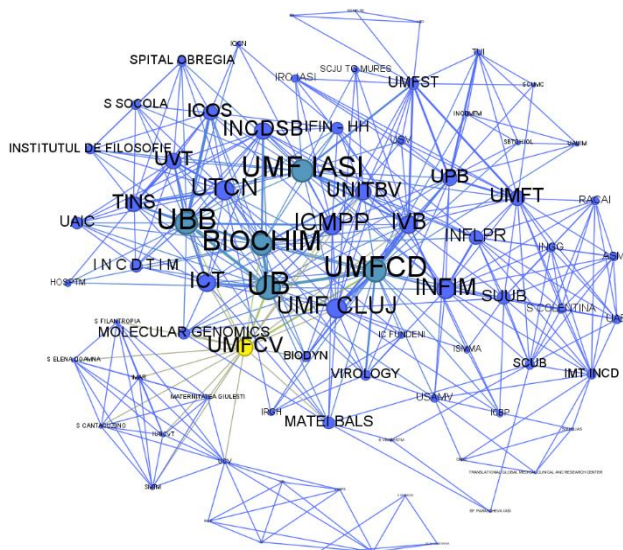


Figura 26. Hub-uri în rețeaua Sănătate, ordonate după EC

În domeniul Sănătate, topul primelor 5 hub-uri ierarhizate după algoritmul HITS cuprinde **Universitatea București, Universitatea Babeș-**

Bolyai, Universitatea de Medicină și Farmacie „Grigore T. Popa” din Iași, Institutul de Biochimie și Universitatea de Medicină și Farmacie „Carol Davila”. Din punct de vedere a DC, cea mai mare valoare este de 26, iar valoarea conexiunii medii (AD) este 9,95. În ceea ce privește tipurile de instituții de pe primele poziții în ordine descrescătoare a valorii hub/authority, topul este ocupat de universități publice, cu excepția **Institutului de Biochimie**, care face parte dintre institutele Academiei Române.

Tabel 47. Top 5 hub-uri în rețeaua Sănătate, ordonate după EC

Entitate	Acronim	Eigenvector Centrality	Degree	Hub/ Authority
UNIVERSITATEA BUCUREȘTI	UB	1	24	0,27
UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI	UBB	0,93	23	0,25
UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE „GRIGORE T. POPA” DIN IAȘI	UMF IAȘI	0,91	23	0,24
UNIVERSITATEA DE MEDICINA SI FARMACIE „CAROL DAVILA”	UMFCD	0,91	26	0,23
INSTITUTUL DE BIOCHIMIE	BIOCHIM	0,88	20	0,24

Rețeaua Securitate civilă pentru societate

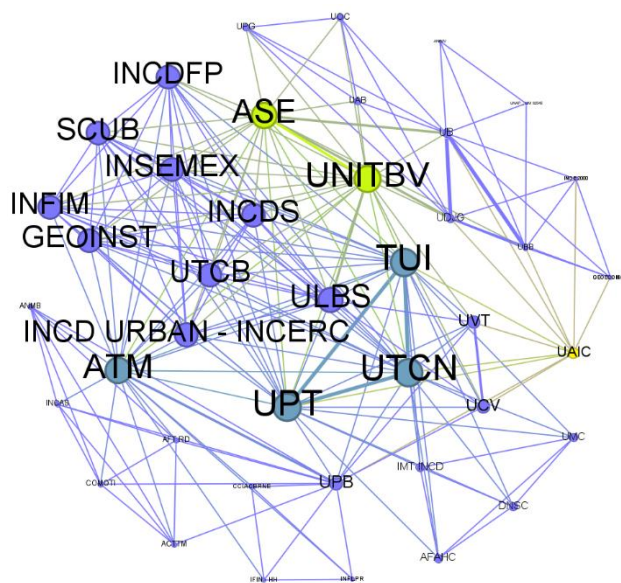


Figura 27. Hub-uri în rețeaua Securitate civilă pentru societate, ordonate după EC

Rețeaua corespondentă domeniului Securitate civilă pentru societate prezintă o particularitate și anume prezența a 3 hub-uri de aceeași mărime (**Universitatea Politehnica Timișoara, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași și Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca**). Aceștia sunt

principalii actori în jurul cărora se organizează rețeaua. Alte hub-uri importante sunt: **Universitatea Transilvania Brașov**, **Academia Tehnică Militară „Ferdinand I”** și **Academia De Studii Economice**. În această rețea, cea mai mare valoare a DC este 23, iar gradul mediu de conexiune (AD) este de 10,49. Raportat la tipul de instituții care ocupă primele poziții în ordine descrescătoare, se observă predominanța universităților publice (5 din 6) și prezența unei instituții din categoria Cercetare și învățământ militar, categorie slab reprezentată în rețeaua generală.

Tabel 48. Top 5 hub-uri în rețeaua Securitate civilă pentru societate, ordonate după EC

Entitate	Acronim	Eigenvector Centrality	Degree	Hub/ Authority
UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA	UPT	1	22	0,27
UNIVERSITATEA TEHNICĂ „GHEORGHE ASACHI” IAȘI	TUI	1	22	0,27
UNIVERSITATEA TEHNICA DIN CLUJ - NAPOCA	UTCN	1	22	0,27
UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRASOV	UNITBV	0,95	21	0,26
Academia Tehnică Militară „FERDINAND I”	ATM	0,93	23	0,25
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE	ASE	0,91	20	0,25

Concluzii

În urma analizei rolului de hub în rețeaua națională de cercetare, am identificat cinci instituții cu grad de conectare semnificativ superior mediei (18,2 conexiuni): **Universitatea Politehnica București** (83 conexiuni), **Universitatea București** (80), **Universitatea din Craiova** (72), **Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca** (68) și **Universitatea Babeș-Bolyai** (70). Aceste instituții nu doar că colaborează în mod direct cu un număr foarte mare de parteneri, dar ele se află și în centrul fluxurilor de cunoștințe, având valori ale centralității eigenvector între 0,84 și 1.

Pe fiecare dintre cele șase domenii tematice studiind structura de hub-uri, observăm același tipar: instituții publice cu densitate mare de legături. În „Climă, energie & mobilitate” domină **UPB** (20 conexiuni) și **ASE** (19), urmate de **UAIC** și **UTCB**. În „Cultură, creativitate & societate incluzivă” se remarcă **Universitatea Ovidius** (24) și **Academia Română – Filiala Iași** (21). În „Digitalizare, industrie & spațiu” topul este condus de **TUI Iași** (27) și **ASE** (32). Pentru „Hrană, bioeconomie & mediu”, **UPB** (39) și **USAMV Timișoara** (34) prezintă cele mai multe conexiuni. În „Sănătate”, **Universitatea București** (24), **Babeș-Bolyai** (23) și **UMF „Carol Davila”** (26)

au cele mai ridicate grade de conectare, iar în „Securitate civilă” primele poziții sunt ocupate de **UPT**, **TUI** și **UTCN** (toate cu 22 de conexiuni).

Aceste pattern-uri indică o consistență structurală: profilul hub-urilor este dominat de universități publice puternic integrate în rețea. În plus, valorile ridicate ale centralității eigenvector și HITS pentru aceleași noduri confirmă capacitatea lor de a influența fluxurile de colaborare. Abordarea orientată pe domenii evidențiază faptul că, deși aceleași cinci-șapte instituții apar în principal, ordinea lor și intensitatea conexiunilor variază în funcție de sector, semnalând specializări și concentrații de competență distincte.

În consecință, strategiile de stimulare a colaborării ar trebui să valorifice aceste noduri centrale pentru a facilita includerea entităților mai puțin conectate și pentru a echilibra gradul de coeziune în subrețelele tematice. Monitorizarea periodică a indicilor de centralitate va oferi o imagine dinamică a evoluției rețelei și va permite ajustări țintite ale politicilor de finanțare și parteneriat.

Identificarea entităților tip punte

Introducere

În orice rețea colaborativă, nu doar centrele de influență contează, ci și legăturile care fac puntea între grupuri aparent disparate. În contextul ecosistemului de cercetare, **entitățile tip-punte** asigură coeziunea generală, facilitând schimbul de cunoaștere atât în interiorul propriilor subcomunități, cât și între ele. Aceste organizații pot fi noduri centrale în comunitatea lor de referință (*bridge-hubs*), pot sta la marginea acesteia, dar totuși să conecteze grupuri diferite (*bridge-borders*), ori pot servi drept verigi de legătură între două sau mai multe subrețele (*bridge-betweenness*). Pentru a le identifica, am aplicat algoritmi de detectare a modularității (prin Gephi) și am măsurat, pentru fiecare entitate, legăturile interne versus cele externe, alături de indicatori de centralitate precum degree și betweenness centrality. În cele ce urmează, vom prezenta primele organizații care, prin rolul lor de punte, modelează structura și dinamica colaborărilor din rețeaua de cercetare.

Metodă

Entitățile cu rol în intermedierea colaborării dintre entități au impact major asupra rețelei. Din acest punct de vedere, studiul identifică principalele entități cu rol de punte în subcomunitățile din care fac parte (*local bridges*), atât în ceea ce privește entitățile care ocupă poziție centrală în subcomunitatea lor (*bridge hub* - BH), cât și cele care au o poziție periferică (*bridge border* - BB). În același timp, evidențiem și entitățile care fac legătura între subcomunități diferite. Detectarea subcomunităților este

realizată prin aplicarea procedurii de modularitate prin intermediul algoritmului pus la dispoziție de Gephi. Prezentăm și entitățile care au rol în intermedierea colaborărilor dintre comunități (*bridge betweenness* – B BW).

În literatura de specialitate, analiza entităților cu rol în intermedierea colaborării dintre actori se concentrează în jurul a două abordări (Meghanathan, 2021). O primă variantă constă în identificarea entităților care au valori mari ale BC, fără a ține cont de subcomunitățile din care fac parte. Cea de-a doua abordare constă în calculul numărului de legături din interiorul subcomunității și exterioare subcomunității pentru fiecare entitate. Pe baza acestui calcul se diferențiază entitățile cu rol de punte în subcomunitatea din care provin (*bridge-hubs*), entitățile care au o poziție periferică în subcomunitatea lor, dar stabilesc legătura cu alte subcomunități (*bridge-border*), entități care se află între clustere și au un număr ridicat de legături cu două sau mai multe subcomunități (*bridge-betweenness*).

Bridge-hubs (BH) reprezintă acele entități de tip-punte care au o poziție centrală în subcomunitatea de care aparțin. Pe lângă o valoare ridicată a BC, acești actori au DC și EC mare. În vederea identificării lor utilizăm media aritmetică dintre DC și BC pentru nodurile din interiorul rețelelor studiate. Totodată, pentru a distinge între *bridge-hubs* și *bridge-betweenness* notăm numărul de legături din interiorul subcomunității rezultate după aplicarea procedurii de modularitate (IN-D sc) și numărul de legături dintre subcomunități (OUT-D sc). De menționat că având în vedere că rețeaua este nedirecționată, numărul de legături total pe rețea este egal cu dublul conexiunilor (fiecare conexiune este asignată pentru nodul Sursă (*Source*) și nodul Țintă (*Target*)).

Punți în rețeaua generală

În rețeaua generală, principalele entități cu rol de intermediere (entități tip punte) ierarhizate după Scorul de punte sunt: **Universitatea din Craiova, Universitatea București, Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București, Universitatea Babeș-Bolyai, Universitatea „Ștefan Cel Mare” din Suceava, Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca, Universitatea Ovidius, Universitatea Transilvania Brașov, Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară, Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Fizica Materialelor București RA, Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Tehnologii Izotopice și Moleculare I N C D T I M, Institutul de Chimie Macromoleculară „Petru Poni” și Academia de Studii Economice.**

Analiza rețelei alcătuite din 8 clase de modularitate arată că mai mult de jumătate din cele 3574 de legături posibile (1914) sunt între comunități. Semnalăm totuși valoarea foarte scăzută a coeficientului de modularitate, care indică o delimitare neclară între subcomunitățile identificate. În rețea se găsesc trei entități care au o singură legătură în interiorul comunității de proveniență (***Institutul de Cercetări în Transporturi INCERTRANS SA, Translational Global Medical Clinical And Research Center S.R.L. și Spitalul Universitar de Urgență Militar Central „Dr. Carol Davila”***). Numărul maxim de legături în interiorul subcomunității de proveniență este de 35 și aparține ***Universității Babeș-Bolyai***. Raportat la numărul de legături între comunități, se constată prezența a 8 entități care nu au nicio legătură exterioară și a 24 de entități care au o singură legătură. În ceea ce privește numărul maxim de legături exterioare comunității de proveniență, acesta se observă la ***Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București*** (58).

Cele opt clase de modularitate identificate nu permit o distincție clară între BH, BB și B BW. Astfel, primele cinci entități în ordinea numărului de legături în interiorul subcomunității de origine au și număr ridicat de legături exterioare comunității. Acestea sunt: ***Universitatea Babeș-Bolyai, Universitatea București, Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași și Universitatea de Vest Timișoara***. Următoarele în topul BH în ordinea scorului de punte sunt: ***Institutul de Geografie, Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare în Informatică - ICI București, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții, Urbanism și Dezvoltare Teritorială Durabilă „Urban-Incerc” și Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pământului - INCDFP RA***. În ceea ce privește poziția de actori periferici în rețeaua proprie, dar care fac legătura cu alte subcomunități amintim următorii în ordinea scorului de punte: ***Universitatea Ovidius, Academia de Studii Economice, Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca, Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Tehnologii Izotopice și Moleculare I N C D T I M, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași, Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Fizica Materialelor București RA***. Actorii tip BW (se află între comunități) includ următoarele entități: ***Spitalul Clinic de Urgență, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare „Delta Dunării”-I.N.C.D.D.D. Tulcea, Institutul Național De Cercetare-Dezvoltare pentru Optoelectronica INOE 2000 INCD, Universitatea 1 Decembrie 1918 Alba Iulia și Academia Română Filiala Cluj***. Prezentăm statisticile detaliate pentru primele 30 de instituții, ordonate în funcție de scorul de punte.

Tabel 49. Statistici privind entitățile de tip punte în rețeaua generală

Nume entitate	Scor punte	BC	Degree	EC	IN-D sc	OUT-D sc	BH	BB	B BW
UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA	832,87	1593,74	72,00	0,85	23	49	x	x	x
UNIVERSITATEA BUCUREȘTI	812,11	1544,21	80,00	0,94	33	47	x	x	x
UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI	743,50	1403,99	83,00	1,00	25	58	x	x	x
UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI	569,74	1069,48	70,00	0,84	35	35	x	x	x
UNIVERSITATEA „ȘTEFAN CEL MARE” DIN SUCEAVA	525,72	993,44	58,00	0,69	14	44		x	
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ - NAPOCA	506,44	944,87	68,00	0,85	18	50		x	
UNIVERSITATEA OVIDIUS	467,60	881,20	54,00	0,64	19	35		x	x
UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRAȘOV	455,98	849,96	62,00	0,81	14	48		x	
UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRONOMICE ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ	370,85	690,70	51,00	0,66	15	36		x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU FIZICA MATERIALELOR BUCUREȘTI RA	358,50	661,00	56,00	0,70	17	39		x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE DEZVOLTARE PENTRU TEHNOLOGII IZOTOPICE SI MOLECULARE - INCDTIM	347,31	645,61	49,00	0,61	18	31		x	
INSTITUTUL DE CHIMIE MACROMOLECULARĂ „PETRU PONI”	340,92	632,84	49,00	0,61	11	38		x	
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE	326,38	590,76	62,00	0,84	19	43		x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE- DEZVOLTARE PENTRU MICROTEHNOLOGIE - IMT BUCUREȘTI INCD	277,83	510,65	45,00	0,54	16	29		x	
UNIVERSITATEA DE VEST TIMIȘOARA	274,10	494,19	54,00	0,75	22	32	x	x	x
UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE „CAROL DAVILA”	232,98	422,97	43,00	0,60	11	32		x	
UNIVERSITATEA TEHNICĂ „GHEORGHE ASACHI” IAȘI	228,23	403,45	53,00	0,71	18	35		x	
UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA” IAȘI	227,21	394,43	60,00	0,82	25	35	x	x	x

Nume entitate	Scor puncte	BC	Degree	EC	IN-D sc	OUT-D sc	BH	BB	B BW
UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA	221,25	392,50	50,00	0,70	15	35		x	
UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ, FARMACIE, ȘTIINȚE ȘI TEHNOLOGIE „GEORGE EMIL PALADE” DIN TÂRGU MUREȘ	212,51	386,01	39,00	0,52	11	28		x	
ACADEMIA ROMÂNĂ - FILIALA IAȘI	208,64	374,28	43,00	0,56	14	29		x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE ÎN INFORMATICĂ - ICI BUCUREȘTI	193,22	350,44	36,00	0,45	20	16	x		
SPITALUL CLINIC DE URGENȚĂ	182,20	338,41	26,00	0,32	12	14			x
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE „DELTA DUNĂRII”- I.N.C.D.D.D. TULCEA	168,55	303,09	34,00	0,43	17	17			x
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU OPTOELECTRONICĂ INOE 2000 INCD	161,41	286,82	36,00	0,49	16	20			x
UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE „GRIGORE T. POPA” DIN IAȘI	143,73	247,46	40,00	0,55	10	30		x	
INSTITUTUL DE GEOGRAFIE	138,66	242,32	35,00	0,44	21	14	x		
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE DEZVOLTARE PENTRU FIZICA LASERILOR, PLASMEI ȘI RADIAȚIEI - INFLPR RĂ	116,06	202,13	30,00	0,38	13	17		x	
UNIVERSITATEA 1 DECEMBRIE 1918 ALBA IULIA	115,65	203,30	28,00	0,39	15	13			x

În ceea ce privește coeficientul bridging, entitățile din rețeaua generală înregistrează scoruri foarte mici, cel mai mare scor fiind de 0,001 (**Institutul Național de Boli Infecțioase „Prof.Dr.Matei Balș”**).

Punți în rețelele pe domenii

Rețeaua Climă, energie & mobilitate

În rețeaua Climă, energie & mobilitate, principalele entități care au rol de punte prezentate în ordine descrescătoare a Scorului de Punte (Media Aritmetică DC și BC) sunt: **Universitatea București, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași, Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București, Academia de Studii Economice, Universitatea „Ștefan Cel Mare” din Suceava, Universitatea Politehnica**

Timișoara, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare „Delta Dunării”-I.N.C.D.D.D. Tulcea, Universitatea Transilvania Brașov și Universitatea Babeș-Bolyai.

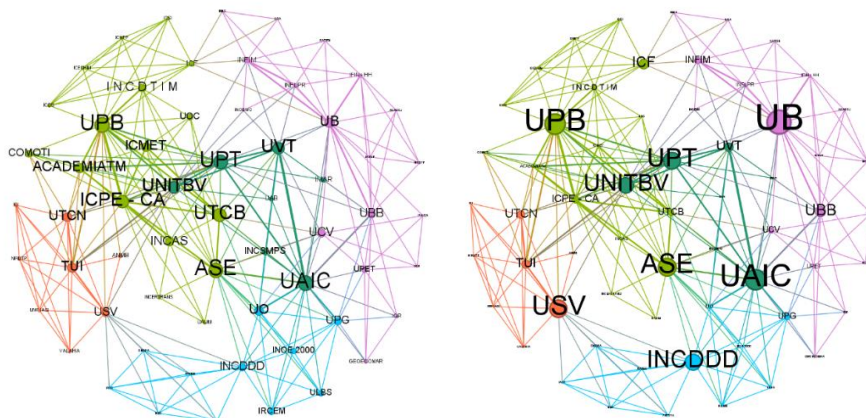


Figura 30. 8 Entități de tip punte în rețeaua Climă, energie & mobilitate ordonate după 1. După EC. 2. După BC

O privire în detaliu asupra rețelei luând în considerare cele 5 clase de modularitate formată arată că din totalul de 522 de legături posibile între entitățile componente (având în vedere că rețeaua este nedirecționată), aproximativ două treimi sunt în interiorul comunităților din rețea. În același timp, se observă prezența a 20 de entități care au legături doar în interiorul subcomunității din care fac parte și a alte 9 care au o singură legătură cu altă subcomunitate. Numărul minim de legături în interiorul subcomunității este de 2 (**Institutul Național de Cercetare Științifică și Protecție în Domeniul Muncii și Protecției Sociale, Academia Navală „Mircea cel Bătrân”**), iar numărul maxim de 14 (**Universitatea București, Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**). În ceea ce privește legăturile cu entități exterioare subcomunității, numărul maxim este de 14 (**Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași**). Pe baza legăturilor existente distingem astfel BH (principalele în ordinea scorului de punte: **Universitatea București, Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare „Delta Dunării”-I.N.C.D.D.D. Tulcea, Universitatea Babeș-Bolyai**), BB (ordonate în funcție de scorul de punte: **Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași, Universitatea Politehnica Timișoara, Universitatea Transilvania Brașov, Universitatea de Vest Timisoara**) și B BW (**Academia de Studii Economice, Universitatea „Ștefan Cel Mare” din Suceava, Institutul de Chimie Fizică - Ilie Murgulescu, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași, Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca**).

Tabel 50. Statistici privind entitățile de tip punte în rețeaua Climă, energie & mobilitate

Nume Entitate	Scor Punte	BC	Degree	EC	IN-D sc	OUT-D sc	BH	BB	B BW
UNIVERSITATEA BUCUREȘTI	148,40	277,70	19,00	0,70	14	5	x		
UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA” IAȘI	127,10	234,10	20,00	1,00	6	14		x	
UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI	126,00	232,00	20,00	1,00	14	6	x		
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE	109,60	200,20	19,00	0,98	9	10			x
UNIVERSITATEA „ȘTEFAN CEL MARE” DIN SUCEAVA	105,80	196,50	15,00	0,30	7	8			x
UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA	103,10	190,10	16,00	0,97	5	11		x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE „DELTA DUNĂRII”-I.N.C.D.D.D. TULCEA	95,80	178,60	13,00	0,50	10	3	x		
UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRAȘOV	93,80	172,70	15,00	0,80	4	11		x	
UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI	59,70	106,40	13,00	0,50	8	5	x		
INSTITUTUL DE CHIMIE FIZICĂ - ILIE MURGULESCU	54,20	98,40	10,00	0,40	6	4			x
UNIVERSITATEA DE VEST TIMISOARA	52,70	86,00	15,00	0,80	6	9		x	
UNIVERSITATEA TEHNICĂ „GHEORGHE ASACHI” IAȘI	48,90	80,80	13,00	0,60	7	6			x
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ - NAPOCA	44,30	75,70	12,00	0,60	6	6			x
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU INGINERIE ELECTRICĂ ICPE - CA BUCUREȘTI	43,50	64,00	15,00	0,80	11	4	x		
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE CONSTRUCȚII BUCUREȘTI	36,00	54,10	14,00	0,90	8	6			x
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU FIZICA MATERIALELOR BUCUREȘTI RA	34,30	56,60	12,00	0,40	7	3	x		

Potrivit algoritmului Bridging centrality, dintre entitățile tip punte identificate următoarele sunt localizate între regiuni mai conectate: **Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare „Delta Dunării”- I.N.C.D.D.D.**

Tulcea (Bridging centrality - 0,005), **Universitatea Politehnica Timișoara**, **Institutul de Chimie Fizică - Ilie Murgulescu**, **Universitatea Transilvania Brașov** și **Universitatea „Ștefan Cel Mare” din Suceava** (entități care înregistrează valoarea de 0,004 în ceea ce privește bridging centrality). Având în vedere valorile scăzute ale acestui tip de centralitate se poate stabili că nu există diferențe notabile în ceea ce privește conectivitatea între subcomunitățile din rețea.

Rețeaua Cultură, creativitate & societate incluzivă

În rețeaua Cultură, creativitate & societate incluzivă, principalele entități care au rol de intermediere (entități tip punte) sunt, în ordinea descrescătoare a Scorului de Punte: **Institutul de Geografie**, **Institutul Național al Patrimoniului**, **Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare în Informatică - ICI București**, **Academia Română Filiala Timișoara**, **Universitatea Ovidius**, **Institutul de Cercetare a Calității Vieții**, **Academia Română - Filiala Iași**, **Academia Română Filiala Cluj** și **Universitatea „Dunărea de Jos”**.

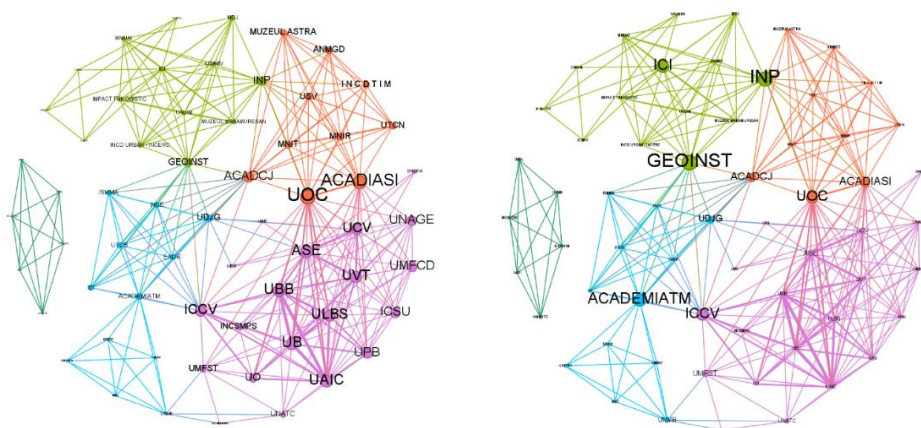


Figura 31. Entități de tip punte în rețeaua Cultură, creativitate & societate incluzivă ordonate 1. După EC. 2. După BC

Analiza rețelei pornind de la cele 5 clase de modularitate identificate arată că din totalul de 628 de legături posibile între entitățile componente (având în vedere că rețeaua este nedirecționată), majoritatea (496) sunt în interiorul comunităților din rețea. Numărul minim de legături în interiorul subcomunității este de 2 (**Spitalul Clinic Județean Mureș**), iar numărul maxim de 16 (**Academia de Studii Economice**). Raportat la legăturile dintre subcomunități, 24 entități nu au nicio legătură în exteriorul subcomunității, iar alte 12 au o singură legătură cu entități din exteriorul subcomunității.

La celălalt pol, numărul maxim de legături exterioare comunității este de 15 în cazul **Universității Ovidius**.

Conform legăturile existente se disting astfel entități tip BH (**Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare în Informatică - ICI București, Academia Română Filiala Timișoara, Academia de Studii Economice, Universitatea de Medicină, Farmacie, Științe și Tehnologie „George Emil Palade” din Târgu Mureș, Universitatea din Craiova**), BB (**Universitatea Ovidius, Academia Română - Filiala Iași**) și B BW (**Institutul de Geografie, Institutul Național al Patrimoniului, Institutul de Cercetare a Calității Vieții, Academia Română Filiala Cluj, Universitatea „Dunărea de Jos”**).

Table 51. Statistici privind entitățile de tip punte în rețeaua Cultură, creativitate & societate incluzivă

Nume entitate	Scor punte	BC	Degree	EC	IN-Dsc	OUT-D sc	BH	BB	B BW
INSTITUTUL DE GEOGRAFIE	140,80	263,6	18	0,4	9	9			x
INSTITUTUL NAȚIONAL AL PATRIMONIULUI	135,50	251,9	19	0,5	9	10			x
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE ÎN INFORMATICĂ - ICI BUCUREȘTI	108,50	204,00	13,00	0,20	13	0	x		
ACADEMIA ROMÂNĂ FILIALA TIMIȘOARA	107,70	201,30	14,00	0,30	11	3	x		
UNIVERSITATEA OVIDIUS	105,90	187,90	24,00	1,00	9	15		x	x
INSTITUTUL DE CERCETARE A CALITĂȚII VIEȚII	102,40	185,90	19,00	0,70	9	10			x
ACADEMIA ROMÂNĂ - FILIALA IAȘI	74,10	127,30	21,00	0,90	9	12		x	
ACADEMIA ROMÂNĂ FILIALA CLUJ	69,20	119,50	19,00	0,60	9	10			x
UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS”	53,20	93,40	13,00	0,40	6	7			x
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE	40,80	62,50	19,00	0,80	16	3	x		
UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ, FARMACIE, ȘTIINȚE ȘI TEHNOLOGIE „GEORGE EMIL PALADE” DIN TÂRGU MUREȘ	34,70	59,30	10,00	0,40	8	2	x		
UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA	29,40	42,80	16,00	0,70	13	3	x		
UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE MUZICĂ BUCUREȘTI	28,00	48,00	8,00	0,10	5	3			x
UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA” IAȘI	19,60	22,30	17,00	0,80	15	2	x		
UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI	19,60	22,30	17,00	0,80	15	2	x		

Datele furnizate de algoritmul Bridging centrality arată că dintre entitățile tip punte identificate următoarele sunt localizate între regiuni foarte bine conectate: **Institutul de Geografie, Academia Română Filiala Timișoara, Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare în Informatică - ICI București** (Bridging centrality 0,005) și **Institutul Național al Patrimoniului** (Bridging centrality 0,004). Luând în considerare valorile scăzute ale acestei măsuri de centralitate, se constată diferențe mici în ceea ce privește conectivitatea în cadrul rețelei.

Rețeaua Digitalizare, industrie & spațiu

În rețeaua Digitalizare, industrie & spațiu principalele entități de tip punte sunt următoarele: **Academia de Studii Economice, Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Tehnologii Izotopice și Moleculare I N C D T I M, Universitatea „Ștefan Cel Mare” din Suceava, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași, Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare în Informatică - ICI București, Universitatea Babeș-Bolyai, Universitatea din Craiova, Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Fizica Materialelor București RA, Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București și Universitatea București.**

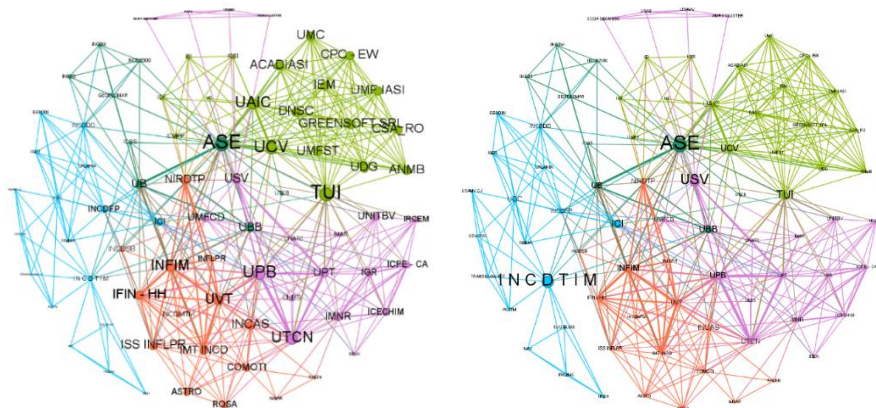


Figura 32. Entități de tip punte în rețeaua Digitalizare, industrie & spațiu ordonate. 1. După EC. 2. După BC

Cele 5 subcomunități identificate după rularea algoritmului Modularitate cuprind un total de 888 de legături posibile (rețeaua este nedirecționată), dintre care puțin mai mult de o treime (264) sunt între subcomunități. În cadrul subcomunităților, numărul minim de legături este 1 (**Universitatea Tehnică de Construcții București**), iar numărul maxim de 18 (**Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași, Universitatea din Craiova**). De cealaltă parte, în rețea se află 19 entități care au legături doar în interiorul subcomunității

și 21 de entități care au o singură legătură în afara subcomunității de proveniență. Numărul maxim de legături exterioare comunității este de 24 și aparține **Academiei de Studii Economice**, iar numărul minim de legături exterioare este 0 și aparține **Universității Ovidius**. Pornind de la calculul legăturilor din rețea se disting entități tip BH (**Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Tehnologii Izotopice și Moleculare I N C D T I M, Universitatea din Craiova, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași, Universitatea Ovidius, Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Fizică și Inginerie Nucleară „Horia Hulubei” - IFIN – HH**), BB (**Universitatea Babeș-Bolyai, Universitatea București, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Tehnică-IFT Iași**) și B BW (**Universitatea „Ștefan Cel Mare” din Suceava, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași, Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare în Informatică - ICI București, Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Fizica Materialelor București RA, Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**). În cadrul rețelei se remarcă poziția de punte a **Academiei de Studii Economice**, care are în același timp rolul BB și B BW.

Tabel 52. Statistici privind entitățile de tip punte în rețeaua Digitalizare, industrie & spațiu

Nume entitate	Scor punte	BC	Degree	EC	IN-D _{sc}	OUT-D _{sc}	BH	BB	B BW
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE	327,10	622,30	32,00	1,00	8	24		x	x
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE DEZVOLTARE PENTRU TEHNOLOGII IZOTOPICE ȘI MOLECULARE INCDTIM	260,00	506,10	14,00	0,20	9	5	x		
UNIVERSITATEA „ȘTEFAN CEL MARE” DIN SUCEAVA	211,90	402,90	21,00	0,60	11	10			x
UNIVERSITATEA TEHNICĂ „GHEORGHE ASACHI” IAȘI	150,80	274,50	27,00	1,00	13	14			x
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE ÎN INFORMATICĂ - ICI BUCUREȘTI	122,50	231,00	14,00	0,40	7	7			x
UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI	117,30	217,60	17,00	0,50	3	14		x	
UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA	104,90	184,80	25,00	0,80	18	7	x		
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU FIZICA MATERIALELOR BUCUREȘTI RA	101,40	181,90	21,00	0,70	12	9			x
UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI	92,90	158,80	27,00	0,80	13	14			x

Nume entitate	Scor punte	BC	Degree	EC	IN-D sc	OUT-D sc	BH	BB	B BW
UNIVERSITATEA BUCUREȘTI	89,30	159,60	19,00	0,50	7	12		x	
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ - NAPOCA	69,80	115,60	24,00	0,80	13	11			x
UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA” IAȘI	68,20	114,40	22,00	0,80	18	4	x		
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE AEROSPAȚIALĂ „ELIE CARAFOLI” - I.N.C.A.S. BUCUREȘTI	65,80	114,60	17,00	0,60	10	7			x
UNIVERSITATEA OVIDIUS	61,90	111,90	12,00	0,10	12	0	x		
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU FIZICĂ TEHNICĂ-IFT IAȘI	60,30	104,50	16,00	0,50	6	10		x	

Din punct de vedere a bridging centrality, ierarhia se prezintă astfel: **Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Tehnologii Izotopice și Moleculare I N C D T I M** (0,005), **Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare în Informatică - ICI București** (0,004), **Universitatea Babeș-Bolyai** (0,003). În această rețea, ierarhiile de tip punte sunt poziționate în regiuni care au grad de conectivitate similar; dovadă este valoarea scăzută a acestui coeficient.

Rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu

În ordinea scorului de punte, ierarhia privind entitățile cu rol în conectivitate în cadrul rețelei Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu este următoarea: **Universitatea Transilvania Brașov**, **Universitatea București**, **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**, **Universitatea de Științele Vieții „Regele Mihai I” din Timișoara**, **Institutul de Chimie Macro-moleculară „Petru Poni”**, **Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară**, **Universitatea Tehnică Din Cluj – Napoca**, **Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca**, **Universitatea „Ștefan Cel Mare” din Suceava**, **Universitatea de Vest Timișoara**, **Universitatea Politehnica Timișoara**, **Universitatea Babeș-Bolyai**, **Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași**, **Universitatea pentru Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași**, **Universitatea din Craiova**.

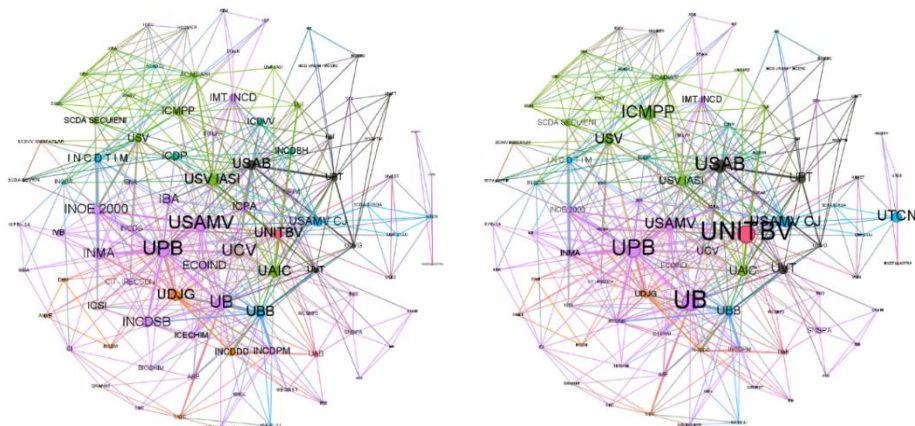


Figura 33. Entități de tip punte în rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură & mediu ordonate 1. După EC. 2. După BC

Aplicarea algoritmului de Modularitate distinge prezența a 7 subcomunități, dintre care una are legături doar în interior. Acestea includ 1042 de legături posibile, dintre care aproape jumătate (450) sunt între subcomunități. Actorii minim conectați din cadrul aceleiași subcomunitate au 2 legături (corespondent a 2 colaborări) și sunt următorii: **Institutul Național de Cercetare Științifică în Domeniul Muncii și Protecției Sociale - I N C S M P S**, **Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Biologie și Nutriție Animală - IBNA Balotești**, **BEIA Cercetare S.R.L.**, **Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Inginerie Electrica ICPE - CA București**, **Universitatea De Medicină Și Farmacie „Grigore T. Popa” Din Iași** și **Institutul Național De Cercetări Economice „Costin C. Kirilșescu”**. La celălalt pol, numărul maxim de legături din interiorul subcomunității este de 15 (**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**, **Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară**). Referitor la capacitatea de legătură dintre subcomunități, se constată prezența în rețea a 20 de entități care nu au nicio legătură în afara comunității de proveniență, respectiv a 11 actori care au o singură legătură cu exteriorul. Actorii cu număr maxim de legături în exteriorul subcomunității de proveniență sunt **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București** (24) și **Universitatea București** (23). Pe baza legăturilor dintre actori se observă entități punte tip BH (**Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca**, **Universitatea Tehnică din Cluj - Napoca**, **Universitatea Politehnica Timișoara**, **Academia Română - Filiala Iași**, **Institutul de Cercetare-Dezvoltare pentru Pomicultură Mărăcineni**, **Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Protecția Mediului București**), BB (**Universitatea**

Transilvania Brașov, Universitatea de Științele Vieții „Regele Mihai I” din Timișoara, Universitatea „Ștefan Cel Mare” din Suceava, Universitatea de Vest Timișoara, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași, Institutul Național de Cercetare -Dezvoltare pentru Ecologie Industrială – ECOIND) și B BW (Institutul de Chimie Macromoleculară „Petru Poni”, Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară, Universitatea Babeș-Bolyai, Universitatea pentru Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași, Universitatea din Craiova, Institutul Național de Cercetare – Dezvoltare pentru Microtehnologie - IMT București INCD). În această rețea, Universitatea București și Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București ocupă concomitent poziția de BH și B BW.

Tabel 53. Statistici privind entitățile de tip punte în rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu

Nume entitate	Scor punte	BC	Degree	EC	IN-D sc	OUT-D sc	BH	BB	B BW
UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRAȘOV	275,80	525,7	26,00	0,60	5	21		x	
UNIVERSITATEA BUCUREȘTI	271,90	508,8	35,00	0,90	12	23	x		x
UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI	231,20	423,4	39,00	1,00	15	24	x		x
UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚELE VIEȚII „REGELE MIHAI I” DIN TIMIȘOARA	194,90	362,8	27,00	0,70	9	18		x	
INSTITUTUL DE CHIMIE MACROMOLECULARĂ „PETRU PONI”	175,20	325,5	25,00	0,50	14	11			x
UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRONOMICE ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ	150,60	267,10	34,00	0,90	15	19			x
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ - NAPOCA	136,50	264,00	9,00	0,10	7	2	x		
UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ CLUJ-NAPOCA	136,40	252,80	20,00	0,50	12	8	x		
UNIVERSITATEA „ȘTEFAN CEL MARE” DIN SUCEAVA	131,80	242,50	21,00	0,50	8	13		x	
UNIVERSITATEA DE VEST TIMIȘOARA	117,70	219,50	16,00	0,40	4	12		x	
UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA	112,30	206,60	18,00	0,40	12	6	x		
UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI	111,70	197,40	26,00	0,70	12	14			x
UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA” IAȘI	108,20	191,30	25,00	0,70	7	18		x	

Nume entitate	Scor puncte	BC	Degree	EC	IN-D sc	OUT-D sc	BH	BB	B BW
UNIVERSITATEA PENTRU ȘTIINȚELE VIEȚII „ION IONESCU DE LA BRAD” DIN IAȘI	100,20	176,50	24,00	0,70	11	13			x
UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA	98,10	168,20	28,00	0,80	11	17			x
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE- DEZVOLTARE PENTRU MICROTEHNOLOGIE - IMT BUCUREȘTI INCD	72,40	125,80	19,00	0,50	11	8			x
UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS”	66,60	110,20	23,00	0,70	7	16		x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU MAȘINI ȘI INSTALAȚII DESTINATE AGRICULTURII ȘI INDUSTRIEI ALIMENTARE - INMA	64,00	106,10	22,00	0,60	7	15		x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE DEZVOLTARE PENTRU TEHNOLOGII IZOTOPICE ȘI MOLECULARE I N C D T I M	57,60	97,20	18,00	0,50	5	13		x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU OPTOELECTRONICĂ INOE 2000 INCD	55,00	89,10	21,00	0,60	9	12			x
STATIUNEA DE CERCETARE DEZVOLTARE AGRICOLĂ SECUIENI	54,80	94,70	15,00	0,30	8	7			x
ȘCOALA NAȚIONALĂ DE STUDII POLITICE ȘI ADMINISTRATIVE	45,60	81,20	10,00	0,20	4	6			x
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE -DEZVOLTARE PENTRU ECOLOGIE INDUSTRIALĂ - ECOIND	44,90	71,70	18,00	0,50	7	11		x	
ACADEMIA ROMÂNĂ - FILIALA IAȘI	40,60	65,20	16,00	0,30	11	5	x		
INSTITUTUL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU POMICULTURĂ MĂRĂCINENI	33,80	51,60	16,00	0,50	10	6	x		

Și în această rețea, valorile bridging centrality sunt foarte mici, cea mai ridicată valoare fiind de 0,004 (*Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca*), urmată de 0,002 (*Universitatea Transilvania Brașov, Universitatea de Vest Timișoara, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca*).

Rețeaua Sănătate

În rețeaua Sănătate, ierarhia entităților tip punte ordonate după Scorul de Punte se prezintă astfel: **Universitatea de Medicină și Farmacie Craiova, Universitatea din Craiova, Universitatea de Medicină și Farmacie „Carol Davila”, Universitatea de Medicină, Farmacie, Științe și Tehnologie „George Emil Palade” din Târgu Mureș, Universitatea București, Universitatea Ovidius, Universitatea Babeș-Bolyai, Universitatea de Medicină și Farmacie „Iuliu Hațieganu”, Universitatea de Medicină și Farmacie „Grigore T. Popa” din Iași, Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Fizica Materialelor București RA, Universitatea de Medicină și Farmacie „Victor Babeș” Timișoara, Institutul de Chimie Macromoleculară „Petru Poni”, Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Domeniul Patologiei și Științelor Biomedicale „Victor Babeș” și Institutul Național de Boli Infecțioase „Prof.Dr. Matei Balș”.**

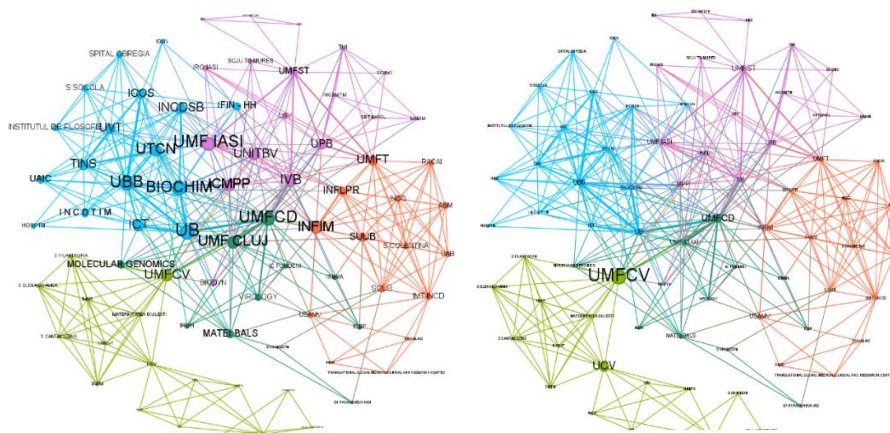


Figura 34. Entități de tip punte în rețeaua Sănătate ordonate 1. După EC. 2. După BC

Explorarea celor 5 subcomunități obținute după aplicarea procedurii de modularitate oferă informații cu privire la gradul de conectivitate din cadrul subcomunităților, respectiv dintre acestea. Astfel, din totalul de 776 de legături posibile, aproape două treimi (558) sunt în interiorul comunităților de proveniență. Numărul minim de legături în interiorul rețelei este de două (**Centrul Internațional de Biodinamică, Spitalul Clinic de Boli Infecțioase și Pneumoftiziologie „Dr. Victor Babeș” Timișoara, Spitalul Clinic de Boli Infecțioase „Sf. Parascheva” Iași**), iar numărul maxim de legături este de 16 (**Universitatea Babeș-Bolyai**).

Referitor la capacitatea de conectare între subcomunități, se disting 34 de actori care nu au nicio legătură exterioară subcomunității și 14 actori

care au o singură legătură în exteriorul subcomunității. La celălalt pol sunt actorii cu 15 legături între subcomunități (**Universitatea de Medicină și Farmacie „Grigore T. Popa” din Iași, Universitatea de Medicină și Farmacie „Carol Davila”**). Pornind de la clasele de modularitate observate distingem între BH (**Universitatea Babeș-Bolyai, Institutul Național de Cercetare- Dezvoltare pentru Microtehnologie - IMT București INCD, Universitatea din Craiova, Universitatea de Medicină, Farmacie, Științe și Tehnologie „George Emil Palade” din Târgu Mureș, Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca, Asociația Transylvanian Institute of Neuroscience și Universitatea de Vest Timișoara**), BB (**Universitatea de Medicină și Farmacie „Grigore T. Popa” din Iași, Universitatea de Medicină și Farmacie Craiova, Universitatea de Medicină și Farmacie „Iuliu Hațieganu”, Institutul de Chimie Macromoleculară „Petru Poni”, Universitatea Transilvania Brașov**) și B BW (**Universitatea București, Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Fizica Materialelor București RA, Universitatea de Medicină și Farmacie „Victor Babeș” Timișoara, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Domeniul Patologiei și Științelor Biomedicale „Victor Babeș”, Institutul de Biochimie**).

Tabel 54. Statistici privind entitățile de tip punte în rețeaua Sănătate

Nume entitate	Scor punte	BC	Degree	EC	IN-D sc	OUT-D sc	BH	BB	B BW
UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE CRAIOVA	501,00	982,00	20,00	0,70	8	12		x	
UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA	282,50	552,00	13,00	0,10	13	0	x		
UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE „CAROL DAVILA”	217,50	409,00	26,00	0,90	11	15	x		x
UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ, FARMACIE, ȘTIINȚE ȘI TEHNOLOGIE „GEORGE EMIL PALADE” DIN TÂRGU MUREȘ	132,40	249,80	15,00	0,40	13	2	x		
UNIVERSITATEA BUCUREȘTI	127,80	231,50	24,00	1,00	11	13			x
UNIVERSITATEA OVIDIUS	115,00	222,00	8,00	0,00	8	0	x		
UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI	104,70	186,40	23,00	0,90	16	7	x		
UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE „IULIU HAȚIEGANU”	101,00	182,00	20,00	0,80	8	12		x	

Nume entitate	Scor puncte	BC	Degree	EC	IN-D sc	OUT-D sc	BH	BB	B BW
UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE „GRIGORE T. POPA” DIN IAȘI	98,50	174,10	23,00	0,90	8	15		x	
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU FIZICA MATERIALELOR BUCUREȘTI RA	92,40	164,70	20,00	0,70	11	9			x
UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE „VICTOR BABEȘ” TIMIȘOARA	91,70	164,30	19,00	0,60	10	9			x
INSTITUTUL DE CHIMIE MACROMOLECULARĂ „PETRU PONI”	88,80	159,60	18,00	0,80	6	12		x	
UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRONOMICЕ ȘI MEDICINĂ OOVETERINARĂ	85,40	161,80	9,00	0,30	5	4			x
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE ÎN DOMENIUL PATOLOGIEI ȘI ȘTIINȚELOR BIOMEDICALE „VICTOR BABEȘ”	83,80	149,70	18,00	0,70	9	9			x
INSTITUTUL NAȚIONAL DE BOLI INFECTIOASE „PROF.DR.MATEI BALȘ”	77,10	143,10	11,00	0,50	5	6			x
INSTITUTUL DE BIOCHIMIE	75,60	131,20	20,00	0,90	12	8	x		x
UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI	67,40	117,90	17,00	0,60	11	6	x		
UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRAȘOV	53,90	93,70	14,00	0,60	5	9		x	
SPITALUL UNIVERSITAR DE URGENȚĂ BUCUREȘTI	49,40	83,80	15,00	0,50	10	5	x		
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE DEZVOLTARE PENTRU FIZICA LASERILOR, PLASMEI SI RADIAȚIEI - INFLPR RA	45,10	75,30	15,00	0,50	10	5	x		
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE- DEZVOLTARE PENTRU MICROTEHNOLOGIE - IMT BUCUREȘTI INCD	41,70	69,30	14,00	0,30	14	0	x		

Potrivit scorului de bridging centrality, poziția cea mai privilegiată în cadrul rețelei o are **Universitatea de Medicină și Farmacie Craiova** (0,009), urmată de **Universitatea din Craiova** (0,008), **Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară** (0,005), **Universitatea Ovidius**

(0,005) și **Institutul Național de Boli Infecțioase „Prof. Dr. Matei Balș”** (0,004). Deși valorile acestei centralități sunt scăzute, acestea sunt cele mai ridicate dintre rețelele pe domenii. În acest sens, în rețeaua Sănătate, se observă o ușoară diferențiere între poziția de conectivitate între subcomunități a entităților.

Rețeaua Securitate civilă pentru societate

Din punct de vedere a scorului tip punte, principalele entități de tip punte sunt următoarele: **Academia Tehnică Militară „Ferdinand I”, Academia de Studii Economice, Universitatea Transilvania Brașov, Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași, Universitatea Politehnica Timișoara, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași, Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca, Universitatea București și Universitatea Babeș-Bolyai.**

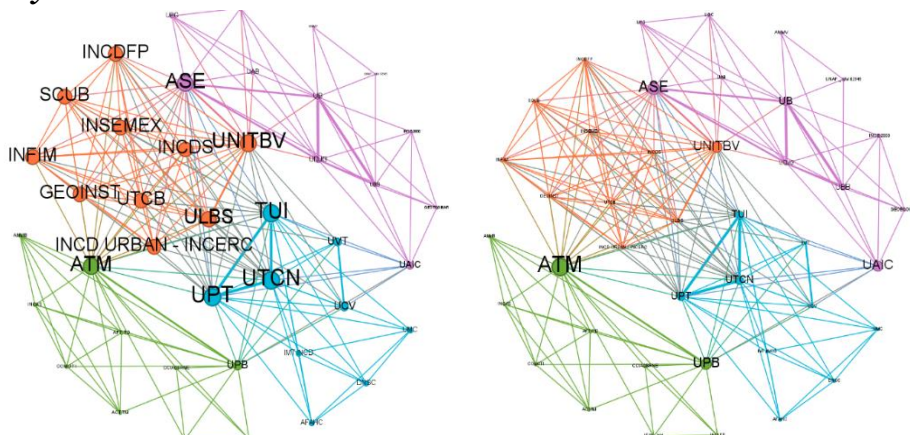


Figura 35. Entități de tip punte în rețeaua Securitate civilă pentru societate ordonate 1. După EC. 2. După BC

Odată cu identificarea celor 5 clase de modularitate se observă dinamica legăturilor din interiorul subcomunităților, respectiv între subcomunități. Din totalul de 430 de legături, mai mult de jumătate sunt în interiorul subcomunităților de proveniență. Cel mai scăzut număr de legături în interiorul rețelei este de 3 și corespunde entităților **Universitatea Națională de Apărare „Carol I” (UM 02545)** și **Academia Națională de Informații „Mihai Viteazul”**, în timp ce numărul maxim de legături este de 11 și corespunde **Universității București**. De asemenea, în cadrul rețelei sunt prezenți 17 actori care au legături doar în subcomunitatea de proveniență și 5 actori care au o singură legătură cu actori din exteriorul subcomunității. Numărul maxim de legături în exteriorul subcomunității de proveniență este de 14 (**Academia de Studii Economice, Academia**

Tehnică Militară „Ferdinand I”, Universitatea Tehnică Din Cluj – Napoca, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași și Universitatea Politehnică Timișoara (14).

În rețea se disting entități tip punte BH (**Universitatea București, Universitatea Babeș-Bolyai, Universitatea „Dunărea De Jos”, Institutul de Geografie, Institutul Național De Cercetare - Dezvoltare Pentru Fizica Materialelor București RA, Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Securitate Minieră și Protecție Antiexplozivă - INSEMEX Petroșani, Universitatea Tehnică de Construcții București, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pământului - INCDFP RA, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții, Urbanism și Dezvoltare Teritorială Durabilă „Urban-Incerc”, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură „Marin Drăcea” și Spitalul Clinic de Urgență**), BB (**Academia de Studii Economice, Universitatea Transilvania Brașov, Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnică București**) și B BW (**Universitatea Politehnică Timișoara, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași, Universitatea Tehnică Din Cluj – Napoca, Universitatea Lucian Blaga**).

Tabel 55. Statistici privind entitățile tip punte în rețeaua Securitate civilă pentru societate

Nume entitate	Scor punte	BC	Degree	EC	IN-D sc	OUT-D sc	BH	BB	B BW
Academia Tehnică Militară „FERDINAND I”	98,90	174,90	23,00	0,93	9	14		x	x
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE	65,00	109,90	20,00	0,91	6	14		x	
UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRAȘOV	55,40	89,80	21,00	0,96	9	12		x	x
UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI	53,50	92,00	15,00	0,42	9	6		x	
UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA” IAȘI	48,30	85,60	11,00	0,35	5	6			x
UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA	40,10	58,20	22,00	1,00	8	14		x	x
UNIVERSITATEA TEHNICĂ „GHEORGHE ASACHI” IAȘI	40,10	58,20	22,00	1,00	8	14		x	x
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ - NAPOCA	40,10	58,20	22,00	1,00	8	14		x	x

Nume entitate	Scor puncte	BC	Degree	EC	IN-D sc	OUT-D sc	BH	BB	B BW
UNIVERSITATEA BUCUREȘTI	36,50	60,90	12,00	0,25	11	1	x		
UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI	18,60	29,30	8,00	0,15	8	0	x		
UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS”	11,50	12,90	10,00	0,24	9	1	x		
UNIVERSITATEA LUCIAN BLAGA	10,00	3,90	16,00	0,88	9	7			x

Raportat la valoarea centralității tip bridging (bridging centrality), entitățile cu poziția cea mai privilegiată (se află între subcomunități foarte conectate) sunt următoarele: *Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași* (0,009), *Academia de Studii Economice*, *Academia Tehnică Militară „Ferdinand I”* și *Universitatea Națională De Știință Și Tehnologie Politehnica București* (0,004).

Concluzii

În rețeaua generală de cercetare, universitățile din *Craiova*, *București* și *Politehnica București* se disting prin capacitatea lor de a funcționa simultan ca hub-uri locale și ca verigi de legătură între comunități diferite. Aceste instituții combină un număr ridicat de colaborări interne cu o prezență semnificativă în proiecte care depășesc granițele propriilor subrețele, facilitând astfel fluxul continuu de cunoștințe. *Universitatea Babeș-Bolyai* joacă un rol dublu, cu 35 de legături interne (bridge-hub) și tot atâtea conexiuni externe (bridge-border), integrându-se atât în nucleul local, cât și în zonele periferice ale rețelei. Pe lângă acestea, o serie de *institute de cercetare – în special cele din domeniul fizicii materialelor, tehnologiilor moleculare și chimiei macromoleculare „Petru Poni”* – împreună cu *Academia de Studii Economice*, acționează ca bridge-betweenness, asigurând punți între grupuri de cercetare relativ izolate.

În domeniul „Climă, energie & mobilitate”, principalele punți locale sunt *Universitatea București* și *Politehnica București*, ambele îndeplinind atât rolul de hub intern, cât și pe cel de border-punte, în timp ce *Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare „Delta Dunării” Tulcea* se poziționează ca bridge-betweenness. Această configurare le permite să lege nucleul tehnico-științific de comunități mai puțin conectate.

În „Cultură, creativitate & societate incluzivă”, *Institutul de Geografie și Institutul Național al Patrimoniului* echilibrează legăturile interne ale subcomunităților cu conexiuni externe, alături de *Universitatea Ovidius* și

filialele Academiei Române din Iași și Cluj, ceea ce consolidează coeziunea între sectorul cultural și mediul academic.

În „Digitalizare, industrie & spațiu”, **Academia de Studii Economice și INCDTIM (Tehnologii Moleculare)** se remarcă ca punți majore între centrele universitare și institute, iar **IFIN-HH „Horia Hulubei”** combină rolurile de hub-punte și de bridge-betweenness pentru a susține colaborările interinstituționale.

În „Hrană, bioeconomie & mediu”, **Politehnica București, Universitatea de Științe Agronomice, „Regele Mihai I” și USAMV Timișoara** asigură legături solide în interiorul clusterelor agro-alimentare, în timp ce **Centrul de Chimie Macromoleculară „Petru Poni” și Institutul de Pomicultură Mărăcineni** funcționează ca punți între subrețele tradiționale.

Pentru „Sănătate”, **UMF Craiova** apare drept cea mai puternică punte, urmată de **UMF „Carol Davila” și filialele UMF din Iași și Târgu-Mureș**. În rol de brokeri ai schimbului de expertiză clinică, spitalele universitare și institutele de cercetare biomedicală („**Victor Babeș**”, „**Matei Balș**”) completează această rețea de colaborare.

În sfârșit, în „Securitate civilă pentru societate” – un domeniu relativ compartimentat – **Academia Tehnică Militară „Ferdinand I” și Academia de Studii Economice** leagă universitățile tehnice (**Politehnica Timișoara, „Gheorghe Asachi” Iași, UTCN**) de institutele specializate, evidențind importanța sinergiilor academico-instituționale în domeniul securității.

Din analiza globală rezultă câteva direcții strategice. Universitățile publice își consolidează poziția centrală nu doar prin coordonarea unui număr majoritar de proiecte, ci și prin funcția lor de convergență și redistribuire a colaborărilor. Paralel, institutele de cercetare și filialele Academiei Române ocupă roluri esențiale de punți, compensând izolarea unor grupuri mici și specializate. Pentru a îmbunătăți coeziunea și potențialul de inovare, este necesară **întărirea legăturilor cu subrețele marginalizate** – ONG-uri, SRL-uri și muzee – prin stimularea integrării acestora în parteneriate cu hub-urile dominante.

Per ansamblu, sustenabilitatea și reziliența sistemului de cercetare depind de **echilibrul dintre centrele puternice și verigile de legătură** care unesc comunități diverse, elemente critice pentru evoluția viitoare a ecosistemului de inovare.

Goluri structurale/Structural holes

Introducere

Golurile structurale sunt acele regiuni dintr-o rețea în care se află subcomunități slab conectate sau care nu comunică între ele. Astfel, un gol structural apare atunci când două entități nu comunică în mod direct, ci se bazează pe intermediari. Identificarea actorilor care umplu aceste goluri structurale, adică fac posibilă colaborarea între actori neconectați este esențială în dezvoltarea potențialului de colaborare în cadrul unei rețele. În cele ce urmează prezentăm principalii actori din rețelele studiate care intermediază colaborarea între actori. Acești actori sunt numiți în literatura de specialitate *brokers*, *structural spanners*. În identificarea lor am utilizat statisticile disponibile în Ucinet, care utilizează algoritmul propus de Burt (1992, 2005).

Potrivit lui Burt (1992, 2005), entitățile aflate între mai multe structuri (subcomunități) dețin resurse importante într-o rețea. O modalitate de a identifica aceste entități constă în măsurarea mărimii efective a unui nod (suma legăturilor nonrepetitive – în acest caz colaborări unice între entități), a numărului de entități cu care este conectat direct și a constrângerii (înțeleasă ca gradul de constrângere a oportunităților unui actor în interiorul rețelei sale) și a ierarhiei sale în rețea.

Așa cum am spus mai sus, golurile structurale reprezintă bariere informaționale și colaborative: două grupuri care nu comunică direct se bazează pe intermediari pentru a-și împărtăși resurse și cunoștințe. Actorii care leagă aceste regiuni de rețea dețin poziții strategice, acumulând avantaje de acces la oportunități și influență. Prin evidențierea brokerilor, putem consolida coeziunea întregului ecosistem de cercetare, putem stimula dezvoltarea unor colaborări noi și interdisciplinare, și putem identifica soluții pentru a maximiza impactul schimbului de informații și al inovației.

Obiectivul acestui capitol îl reprezintă identificarea actorilor-cheie (*brokers* sau *structural spanners*) care umplu golurile structurale din rețelele studiate, adică acele noduri care facilitează colaborarea între subcomunități slab conectate sau neconectate.

Pentru a evidenția acești actori am utilizat Gephi. O primă etapă a constat în aplicarea algoritmului de Modularitate în rețelele studiate, după care am ordonat entitățile în funcție de numărul de legături (DC) și am marcat entitățile identificate în Ucinet în diagramele de rețea rezultate. Cea de-a doua etapă a fost filtrarea rețelei de contacte unice (rețea ego – Ego Network) pentru principalii actori identificați în rețeaua generală.

Luând în considerare, numărul mai scăzut de entități în rețelele pe domeniu, pentru aceste rețele nu a fost necesară filtrarea rețelelor ego (diagrama cu rețeaua completă permite vizibilitatea conexiunilor acestor actori).

Metodă

În această parte a studiului, metodologia a fost construită ca un demers progresiv, menit să dezvăluie structura ascunsă a rețelei și rolurile actorilor din interiorul ei.

Mai întâi, am pornit de la **identificarea subcomunităților** folosind algoritmul de modularitate disponibil în Gephi. Această etapă a permis delimitarea grupurilor interne, arătând cum se organizează și cum interacționează actorii între ei.

Ulterior, cu ajutorul **Ucinet**, am calculat o serie de indicatori dezvoltați de Burt, care pun în lumină poziția strategică a fiecărui actor. Astfel, am măsurat:

- *Effective size*, adică numărul de legături unice pe care le are un nod;
- *Efficiency*, raportul dintre aceste legături unice și gradul total al nodului;
- *Constraint*, nivelul de dependență față de vecinii săi;
- *Hierarchy*, modul în care această constrângere se distribuie către parteneri.

În pasul următor, atenția s-a îndreptat spre **analiza rețelelor ego**. Am selectat nodurile cu un nivel de constrângere situat sub un anumit prag (0,08–0,25) și le-am reprezentat grafic prin hărți de tip *Ego Network*, pentru a evidenția rețeaua personală a fiecărui actor.

În final, am pus aceste rezultate în oglindă cu **rețeaua completă**. Această comparație a scos la iveală actori suplimentari care pot juca rol de punți, facilitând colaborarea între regiuni altfel izolate ale rețelei.

Rezultate

Structural holes în rețea generală

În rețeaua generală se disting 8 clase de modularitate, adică subcomunități. Totuși, valoarea scăzută a modularității (0,29) arată că separarea comunităților nu este foarte clară. Chiar și în aceste condiții se observă actorii care intermediază legături între grupurile diferite ale rețelei, marcate în acest grafic potrivit claselor de modularitate. Evidențierea acestor actori s-a realizat prin aplicarea suplimentară a unei tente de gri.

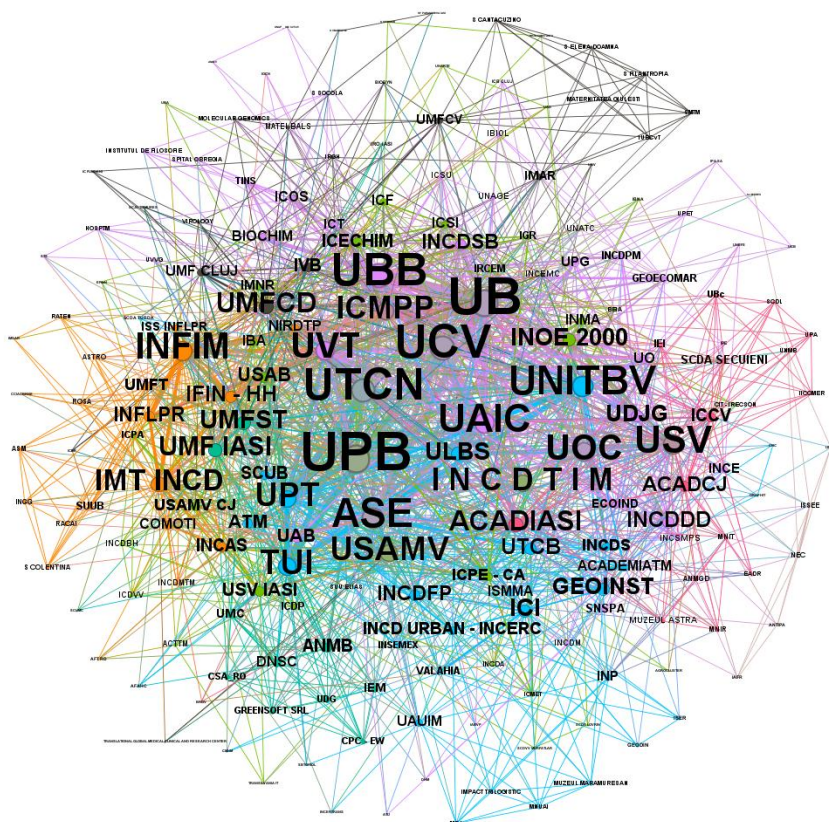


Figura 36. Structural Holes Ego Network în Rețeaua Generală, ordonate după DC

În rețeaua generală, principalii actori care facilitează colaborarea sunt: **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București, Universitatea București, Universitatea din Craiova, Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca, Academia de Studii Economice, Universitatea Transilvania Brașov, Universitatea „Ștefan Cel Mare” din Suceava, Universitatea Ovidius Constanța, Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară, Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Tehnologii Izotopice și Moleculare I N C D T I M și Institutul De Chimie Macromoleculară „Petru Poni”.**

În continuare prezentăm statisticile detaliate ale măsurilor de identificare a actorilor care umplu golurile structurale.

În identificarea golurilor structurale și a actorilor tip *structural spanner/brokers* sunt de preferat valori mari ale mărimii efective (colaborări unice) și eficienței (potențialul de intermediere a colaborării) și valori cât mai scăzute pentru constrângere.

Raportat la ego network¹⁴ (rețeaua proprie de contacte – sunt luate în vedere doar conexiunile directe ale actorilor și ale entităților din imediata vecinătate – astfel spus, conexiunile din cadrul subcomunității de origine), se observă valori mai scăzute ale constrângerii, astfel că am ales ca prag 0,08. Mărimea efectivă înregistrează valori între 70,7 (**UPB**) și 1,33 (**SF. PARASCHEVA, Spitalul Victor Babeș TM**), eficiența este între 0,85 (**UPB**) și 0,33 (**IUBCVT, MATERNITATEA GIULEȘTI, S. CANTACUZINO, S. FILANTROPIA, S. ELENA DOAMNA, S. FILANTROPIA**), constrângerea între 0,055 (UPB) și 0.58 (**ANIMV, UNAP___UM_02545**).

Tabel 56. Măsurile Structural Holes pentru Ego network în rețeaua generală

id	Degree	Mărime efectivă	Eficiență	Constrângere	Ierarhie	BC rețea ego	Contacte Indirecte	Avg Deg
UPB	83	70,62	0,85	0,07	0,16	1770,80	0,92	19,47
UB	80	64,95	0,81	0,09	0,32	1750,68	0,90	17,53
UCV	72	59,50	0,83	0,08	0,23	1692,72	0,93	17,25
UTCN	68	56,13	0,83	0,09	0,21	1123,92	0,93	18,00
ASE	62	49,28	0,79	0,10	0,22	678,09	0,93	19,35
UNITBV	62	51,31	0,83	0,09	0,17	943,84	0,93	17,42
USV	58	48,54	0,84	0,09	0,16	1055,10	0,92	14,62
UOC	54	44,23	0,82	0,10	0,19	938,21	0,92	14,00
USAMV	51	41,89	0,82	0,09	0,13	709,10	0,93	15,57
INCDTIM	49	41,13	0,84	0,10	0,12	709,45	0,92	13,67
ICMPP	49	41,44	0,85	0,09	0,11	654,79	0,92	13,80

Pentru rețeaua completă, valorile sunt mai ridicate, pragul ales fiind 0,1. În cele ce urmează prezentăm statisticile pentru rețeaua completă (pentru whole network – presupune a considera rețeaua completă ca o rețea proprie de contacte, ceea ce înseamnă a lua în considerare toate conexiunile între actori¹⁵) pentru entitățile care înregistrează valori sub 0,1 ale constrângerii: **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București, Universitatea București, Universitatea din Craiova, Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca, Academia de Studii Economice, Universitatea Transilvania Brașov, Universitatea „Ștefan Cel Mare” din Suceava, Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Fizica Materialelor București RA, Universitatea Ovidius, Universitatea de Științe**

¹⁴ Whole network model – includes alter ties outside of egonet in calculating the measures account is taken of all of alters ties whether they are connected to ego or not, <http://www.analytictech.com/ucinet/help/hs4126.htm>

¹⁵ Ego network model -- ties beyond egonet have no effect consideration is only given to alter ties with other alters, <http://www.analytictech.com/ucinet/help/hs4126.htm>

Agronomice și Medicină Veterinară, Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Tehnologii Izotopice și Moleculare I N C D T I M, Institutul de Chimie Macromoleculară „Petru Poni”, Institutul Național de Cercetare- Dezvoltare pentru Microtehnologie - IMT București INCD, Academia Română - Filiala Iași, Universitatea de Medicină și Farmacie „Grigore T. Popa” din Iași, Universitatea de Medicină, Farmacie, Științe și Tehnologie „George Emil Palade” din Târgu Mureș, Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare în Informatică - ICI București și Institutul de Geografie. O măsură importantă este și ierarhia, care arată gradul în care valoarea constrângerii agregate se concentrează spre un singur contact (cuprinde valori între 0,01 - *ISMMA* și 0,36 - *UBB*).

Tabel 57. Măsurile Structural Holes pentru Whole Network în rețeaua generală

id	Mărime efectivă	Eficiență	Constrângere	Ierarhie	Contacte Indirecte
UPB	70,70	0,85	0,05	0,16	0,75
UB	65,16	0,81	0,08	0,33	0,73
UCV	59,53	0,83	0,07	0,23	0,72
UTCN	56,25	0,83	0,07	0,21	0,71
UNITBV	51,48	0,83	0,06	0,16	0,65
ASE	49,35	0,80	0,07	0,22	0,70
USV	48,67	0,84	0,06	0,15	0,62
INFIM	45,36	0,81	0,08	0,22	0,65
UOC	44,49	0,82	0,07	0,18	0,62
USAMV	41,96	0,82	0,06	0,12	0,63
ICMPP	41,55	0,85	0,06	0,09	0,58
INCDTIM	41,21	0,84	0,06	0,10	0,59
IMT INCD	36,14	0,80	0,08	0,18	0,60
ACADIAȘI	33,57	0,78	0,07	0,08	0,63
UMF_IAȘI	31,57	0,79	0,07	0,09	0,59
UMFST	31,26	0,80	0,07	0,09	0,56
ICI	29,33	0,81	0,07	0,07	0,53
GEOINST	27,71	0,79	0,07	0,04	0,55

În cele ce urmează prezentăm sub formă grafică structura de contacte proprii (Ego Network) pentru principalele entități care au rol de a compensa golurile structurale, adică de a intermedia legăturile din rețea din poziția de brokeri.

În topul structural spanners din rețeaua generală conduce **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**. Aceasta are în rețeaua proprie de contacte (alcătuită din contacte directe și contacte ale contactelor directe) 84 de entități din totalul de 196 (42,86%)

din totalul entităților) și intermediază aproape jumătate din conexiunile din rețea (891 de conexiuni din totalul de 1787).

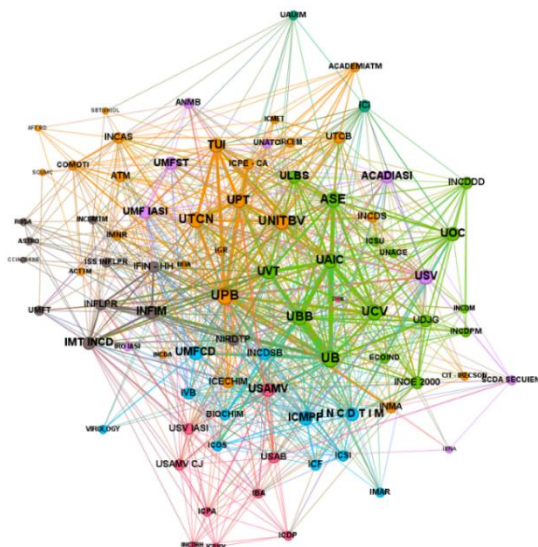


Figura 37. Ego network UPB

Cea de-a doua entitate ca potențial de conectivitate în rețea este **Universitatea București**. Aceasta are în rețeaua proprie de contacte 81 de entități (41.33%) și intermediază puțin peste 40% (43,7 %, echivalent a 781) de conexiuni.

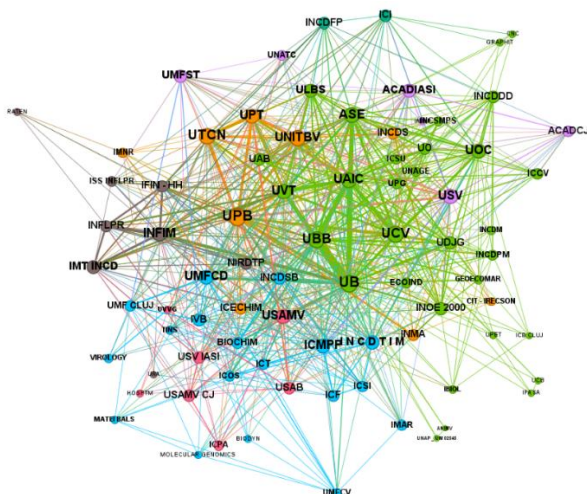


Figura 38. Ego network UB

În ierarhia brokerilor care ocupă golurile structurale poziția a treia este ocupată de **Universitatea din Craiova**. În rețeaua proprie de contacte a

acestei instituții sunt incluse 73 de entități (37,24%). Totodată, intermediază 693 de conexiuni (38,78%)

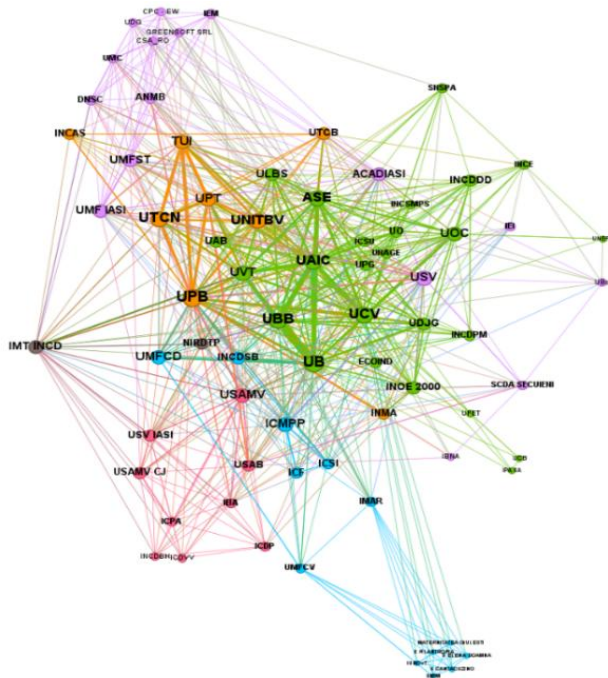


Figura 39. Ego network UCV

Următorul actor ca potențial de brokeraj este **Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca**. Instituția are în rețeaua proprie de contacte 69 de entități (35,2%) și intermediază 680 de conexiuni (38,05%).

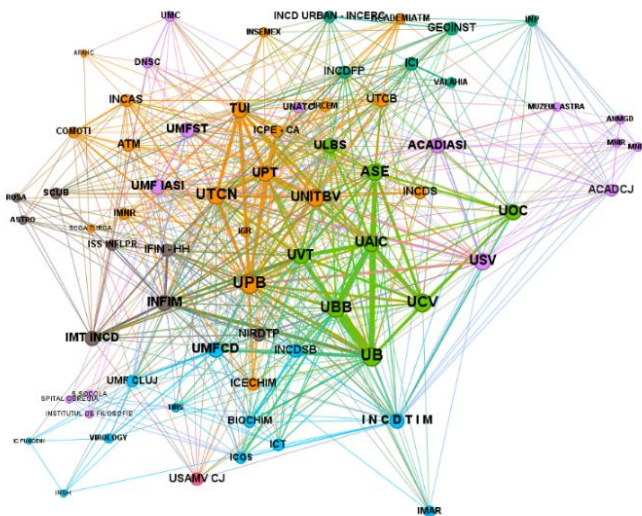


Figura 40. Ego network UTCN

În ilustrarea actorilor cu rol de conexiune a zonelor slab conectate am utilizat partiția în cele 5 clase de modularitate (subcomunități). Actorii din rețea au fost ordonați după DC, iar entitățile care ocupă poziție de structural spanners au fost evidențiate prin aplicarea suplimentară a unei tente de gri.

În continuare prezentăm statisticile pe baza cărora au fost identificați acești actori.

Tabel 58. Măsurile Structural holes Ego Network rețeaua Climă, energie & mobilitate

id	Deg ree	Mărime efectivă	Eficiență	Constrângere	Ierarhie	BC rețea ego	Contacte Indirecte	Avg Deg
UB	19	15,05	0,79	0,19	0,07	184,50	0,80	4,63
UAIC	20	14,43	0,72	0,19	0,10	140,33	0,83	6,40
UPB	20	14,51	0,73	0,20	0,10	165,77	0,84	6,70
ASE	19	13,80	0,73	0,20	0,09	152,13	0,85	6,21
USV	15	10,22	0,68	0,24	0,05	117,83	0,84	5,07
UPT	16	11,23	0,70	0,24	0,08	84,50	0,86	6,25
UNITBV	15	10,80	0,72	0,26	0,09	92,17	0,84	5,20
ICPE-CA	15	9,62	0,64	0,26	0,11	49,60	0,84	6,80
UVT	15	10,45	0,70	0,26	0,13	71,07	0,83	5,33
INCDDD	13	8,08	0,62	0,27	0,00	84,00	0,86	5,54
UTCB	14	8,99	0,64	0,28	0,09	40,82	0,87	6,43
TUI	13	7,87	0,61	0,29	0,07	30,50	0,84	6,31
UBB	13	8,80	0,68	0,29	0,10	57,00	0,83	4,77

Cu scopul de a extinde lista entităților care au potențialul de intermediere a colaborării în interiorul rețelei am aplicat algoritmul Structural holes la toată rețeaua; în acest sens, rețeaua completă este tratată ca fiind o rețea de contacte pentru fiecare actor. Potrivit rezultatelor obținute, pe lângă entitățile menționate, potențial de brokeraj au și următorii actori: **Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Fizica Materialelor București RA, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Universitatea din Craiova, Institutul de Chimie Fizică - Ilie Murgulescu, Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Tehnologii Izotopice și Moleculare I N C D T I M, Universitatea Petrol Gaze Ploiești, Universitatea din Petroșani, Universitatea din Oradea și Academia Română Filiala Timișoara.**

Tabel 59. Structural holes măsuri pentru întreaga rețea - Climă, energie & mobilitate

id	Mărime efectivă	Eficiență	Constrângere	Ierarhie	Contacte Indirecte
UB	15,05	0,79	0,16	0,07	0,65
UPB	14,51	0,73	0,17	0,09	0,70
UAIC	14,43	0,72	0,16	0,10	0,66
ASE	13,80	0,73	0,16	0,08	0,67
UPT	11,23	0,70	0,18	0,09	0,59
UNITBV	10,80	0,72	0,18	0,09	0,56
UVT	10,45	0,70	0,19	0,14	0,53
USV	10,30	0,69	0,20	0,04	0,69
ICPE-CA	9,62	0,64	0,22	0,11	0,66
UTCB	8,99	0,64	0,21	0,09	0,62
UBB	8,80	0,68	0,22	0,09	0,58
INCDDD	8,38	0,64	0,22	0,00	0,69
TUI	7,87	0,61	0,23	0,08	0,66
INFIM	6,89	0,69	0,27	0,11	0,54
UTCN	6,76	0,56	0,25	0,06	0,68
UCV	6,57	0,66	0,23	0,01	0,51
ICF	6,50	0,65	0,26	0,01	0,61
INCDTIM	6,04	0,55	0,26	0,08	0,63
UPG	5,93	0,54	0,26	0,08	0,61
UPET	5,70	0,63	0,27	0,01	0,55
UO	5,50	0,50	0,26	0,10	0,59
ACADEMIATM	4,83	0,48	0,28	0,10	0,59

Rețeaua Cultură, creativitate și societate incluzivă

În ceea ce privește mărimea efectivă, valorile înregistrate sunt între 15,14 (**UOC**) și 1 (**CMNM, EADR, IBIOL, ICECHIM, ICMPP, IEI, IFIN- HH, IMPACT TRILOGISTIC, INCD URBAN – INCERC, INCE, INFIM, INOE 2000, ISMMA, ISSEE, LINGV, MDJ, MNUAI, MUZEUL MARAMUREȘAN, NEC, SJ MURES, UAD, UAUIM, UNARTE, UNITBV, USAMV, UTCB, VALAHIA**), în timp ce pentru eficiență (mărimea efectivă divizată la numărul de entități cu care actorul este conectat direct) sunt între 0,63 (**UB**) și 0,11 (**EADR, IEI, IMPACT TRILOGISTIC, INCD URBAN – INCERC, INCE, ISMMA, MDJ, MNUAI, MUZEUL MARAMUREȘAN, UAUIM, USAMV, UTCB**), iar pentru constrângere între 1,13 (**SNSPA**) și 0,17 (**UOC**). Pornind de la metricile menționate, actorii de tip structural spanners sunt următorii: **Universitatea Ovidius, Academia Română - Filiala Iași, Institutul de Cercetare a Calității Vieții, Academia de Studii Economice, Institutul Național al Patrimoniului,**

id	Degree	Mărime efectivă	Eficiență	Constrângere	Ierarhie	BC rețea ego	Contacte Indirecte	Avg Deg
UCV	16	9,03	0,56	0,26	0,12	42,67	0,88	9,25
UAIC	17	8,04	0,47	0,26	0,15	14,30	0,88	11,29
UB	17	8,04	0,47	0,26	0,15	14,30	0,88	11,29
UBB	17	8,04	0,47	0,26	0,15	14,30	0,88	11,29
UVT	16	7,83	0,49	0,26	0,11	16,07	0,90	10,88
ACADEMIATM	14	7,43	0,53	0,25	0,00	90,00	0,86	6,57
ULBS	16	7,13	0,45	0,28	0,14	10,27	0,91	11,25
UDJG	13	6,64	0,51	0,27	0,00	59,00	0,86	6,62
ICI	13	6,54	0,50	0,26	0,00	72,00	0,85	6,46

Pe lângă actorii semnalati în cadrul analizei rețelelor proprii de contacte (subcomunități), analiza rețelei complete ca fiind o rețea proprie de contacte facilitează identificarea unor actori suplimentari care dețin potențialul de a dezvolta noi colaborări în rețea. Dintre acești actori menționăm următorii: **Universitatea de Medicină, Farmacie, Științe și Tehnologie „George Emil Palade” din Târgu Mureș, Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București, Institutul de Cercetări Socio - Umane C.S Nicolăescu Ploșor, Universitatea de Medicină și Farmacie „Carol Davila”, Universitatea Națională de Arte „George Enescu” din Iași și Universitatea Națională de Artă Teatrală și Cinematografică „Ion Luca Caragiale” din București.**

Tabel 61. Măsurile Structural holes Whole Network Cultură, creativitate & societate incluzivă

id	Mărime efectivă	Eficiență	Constrângere	Ierarhie	Contacte Indirecte
UOC	15,15	0,63	0,16	0,07	0,83
ACADIAȘI	12,41	0,59	0,16	0,03	0,81
ICCV	12,12	0,64	0,17	0,07	0,70
ASE	11,20	0,59	0,21	0,13	0,80
ACADCJ	10,95	0,58	0,16	0,00	0,75
INP	10,79	0,57	0,17	0,00	0,79
GEOINST	10,11	0,56	0,17	0,00	0,76
UCV	9,03	0,56	0,22	0,12	0,74
UAIC	8,04	0,47	0,24	0,14	0,80
UB	8,04	0,47	0,24	0,14	0,80
UBB	8,04	0,47	0,24	0,14	0,80
UVT	7,83	0,49	0,24	0,11	0,80
ACADEMIATM	7,71	0,55	0,21	0,00	0,71
ULBS	7,13	0,45	0,25	0,14	0,80
UDJG	6,99	0,54	0,21	0,00	0,64
ICI	6,54	0,50	0,24	0,00	0,78

id	Mărime efectivă	Eficiență	Constrângere	Ierarhie	Contacte Indirecte
UMFST	5,68	0,57	0,24	0,01	0,55
UPB	5,34	0,41	0,26	0,09	0,74
ICSU	5,05	0,42	0,26	0,01	0,75
UMFCD	5,05	0,42	0,26	0,01	0,75
UNAGE	5,05	0,42	0,26	0,01	0,75
UNATC	4,44	0,55	0,28	0,01	0,48

Rețeaua Digitalizare, industrie și spațiu

În rețeaua Digitalizare, industrie și spațiu, entitățile au mărimea efectivă cuprinsă între 23,40 (*ASE*) și 1 (*ACTTM, AGROCLUSTER,*

GEODIN, INCEMC, IRGH, ISER, ISMMA, SCDA SECUIENI, SUU ELIAS, TRANSILVANIA CLUSTER, UAV, USAB, USAMV, USAMV CJ, USV IAȘI și VALAHIA). Referitor la eficiență, cea mai ridicată valoare este de 0,73 (*ASE*), iar cea mai scăzută de 0,14 (*GEODIN, ISER, ISMMA, VALAHIA*). Valorile constrângerii variază între 1,05 (*UO*) și 0,13 (*ASE*); în această rețea se observă valori mai scăzute ale constrângerii, astfel că a fost luat pragul de 0,25. Luând în considerare aceste caracteristici rezultă că următoarele entități au capacitatea de structural spanners/ brokeri: *Academia de Studii Economice, Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași, Universitatea „Ștefan Cel Mare” din Suceava, Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca, Universitatea din Craiova, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași, Institutul Național De Cercetare - Dezvoltare pentru Fizica Materialelor București RA.*

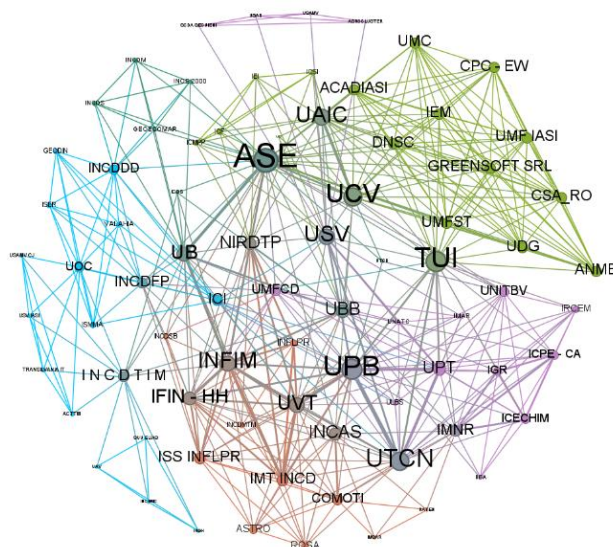


Figura 43. Structural holes Ego Network Rețeaua Digitalizare, industrie & spațiu

În rețeaua Digitalizare, industrie & spațiu au fost identificate cinci clase de modularitate. După cum se poate observa din diagrama de rețea atașată mai sus, actorii cu rol de intermediere/ brokeraj sunt situați la marginea acestor subcomunități. În evidențierea lor am aplicat suplimentar o nuanță de gri; actorii din rețea au fost ordonați pe baza DC. În continuare, prezentăm statisticile privind actorii care dețin potențialul de a conecta cele 5 subcomunități.

Tabel 62. Măsurile Structural holes Ego Network Digitalizare, industrie & spațiu

id	Deg ree	Mărime efectivă	Eficiență	Constrângere	Ierarhie	BC rețea ego	Contacte Indirecte	Avg Deg
ASE	32	23,40	0,73	0,13	0,09	540,67	0,88	9,31
UPB	27	18,70	0,69	0,17	0,14	173,09	0,89	9,78
TUI	27	18,13	0,67	0,15	0,06	309,90	0,92	11,04
USV	21	15,92	0,76	0,18	0,08	237,40	0,85	6,10
UTCN	24	15,86	0,66	0,19	0,16	106,49	0,89	9,67
UCV	25	14,83	0,59	0,16	0,10	178,00	0,88	10,00
INFIM	21	13,94	0,66	0,20	0,11	76,67	0,87	9,52
UBB	17	13,00	0,76	0,22	0,07	155,73	0,86	4,82
UVT	20	12,80	0,64	0,22	0,14	70,75	0,89	9,20
UB	19	12,59	0,66	0,22	0,15	105,29	0,86	6,95
INCAS	17	11,71	0,69	0,22	0,03	75,13	0,88	7,65
UAIC	22	11,26	0,51	0,18	0,10	100,67	0,89	10,73
NIRDTP	16	10,79	0,67	0,25	0,07	84,63	0,88	7,00
INCDTIM	14	10,64	0,76	0,24	0,01	130,00	0,81	3,71
IFIN-HH	18	10,51	0,58	0,24	0,12	32,48	0,90	9,67
IMNR	15	9,70	0,65	0,25	0,07	58,17	0,86	7,20
INCDFP	14	8,71	0,62	0,25	0,01	75,33	0,88	6,29

În vederea identificării altor actori care au potențialul de a intermedia colaborarea în cadrul rețelei, am aplicat algoritmul privind Structural Holes la rețeaua completă. În acest sens, rețeaua completă este percepută ca rețeaua de contacte pentru fiecare entitate din rețea. Pentru whole network pragul ales este de 0,2, luând în considerare valorile mai scăzute ale constrângerii. Prezentăm rezultatele obținute, respectiv actorii cu poziție privilegiată din punct de vedere a potențialului de intermediere a colaborării: **Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare în Informatică - ICI București, Universitatea Politehnică Timișoara, Universitatea de Medicină și Farmacie „Carol Davila”, Universitatea Transilvania Brașov și Institutul de Științe Spațiale-Filiala INFLPR.**

Tabel 63. Măsurile Structural Holes Whole Network Digitalizare, industrie & spațiu

Id	Mărime efectivă	Eficiență	Constrângere	Ierahie	Contacte indirecte
ASE	23,72	0,74	0,10	0,08	0,70
UPB	18,70	0,69	0,14	0,14	0,75
TUI	18,21	0,67	0,12	0,04	0,75
USV	15,92	0,76	0,14	0,07	0,62
UTCN	15,86	0,66	0,16	0,16	0,72
UCV	15,78	0,63	0,14	0,10	0,73
INFIM	13,94	0,66	0,16	0,11	0,69
UBB	13,00	0,76	0,14	0,06	0,49
UVT	12,80	0,64	0,18	0,14	0,68
UB	12,59	0,66	0,17	0,15	0,60
UAIC	12,22	0,56	0,16	0,09	0,77
INCAS	12,02	0,71	0,16	0,04	0,61
NIRDTP	10,88	0,68	0,18	0,07	0,61
INCDTIM	10,64	0,76	0,19	0,01	0,60
IFIN-HH	10,51	0,58	0,19	0,12	0,71
IMNR	9,90	0,66	0,20	0,07	0,66
ICI	8,91	0,64	0,18	0,01	0,57
UPT	8,85	0,55	0,20	0,16	0,62
INCDFP	8,71	0,62	0,18	0,01	0,59
UMFCD	8,60	0,66	0,18	0,01	0,52
UNITBV	8,53	0,66	0,19	0,01	0,55
ISS INFLPR	8,49	0,57	0,20	0,07	0,64

Rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu

Mărimea efectivă a entităților din rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu variază între 30,46 (UPB) și 1 (SCDA TURDA, ULBS, UMFST, UMF CLUJ, ATM, EfdeN, ICF, INCDFP, MUZEUL ASTRA, UTCB, ATU, IEM, UAUIM). În ceea ce privește eficiența, cea mai ridicată valoare este de 0,79 (UB), iar cea mai scăzută de 0,17 (SCDA TURDA, ULBS, UMFST, UMF CLUJ). Valorile constrângerii variază între 0,12 (UPB) și 0,92 (INCDFP, MUZEUL ASTRA, UTCB). Pentru valorile constrângerii acestei rețele s-a ales pragul de 0,2. În aceste condiții, următoarele entități au capacitatea de structural spanners: **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București, Universitatea București, Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară, Universitatea de Științele Vieții „Regele Mihai I” din Timișoara, Universitatea Transilvania Brașov, Universitatea din Craiova, Institutul de Chimie Macromoleculară „Petru Poni”, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași, Universitatea pentru Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași.**

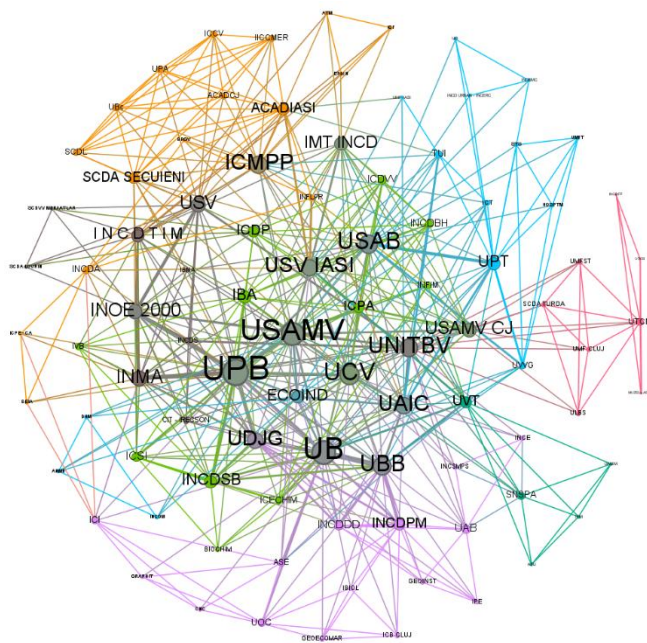


Figura 44. Măsurile Ego Network rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură & mediu

În rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură & mediu au fost identificate șapte clase de modularitate (subcomunități). Așa cum arată diagrama de rețea atașată mai sus, actorii cu rol de brokeri fac legătura dintre aceste comunități. În evidențierea lor am aplicat o nuanță de gri; actorii din rețea au fost ordonați pe baza DC. În continuare, prezentăm statisticile privind actorii care dețin potențialul de a conecta cele 7 subcomunități.

Tabel 64. Măsurile Structural Holes Ego Network în rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură & mediu

id	Degree	Mărime efectivă	Eficiență	Constrângere	Ierarhie	BC rețea ego	Contacte Indirecte	Avg Deg
UPB	39	30,47	0,78	0,12	0,14	447,44	0,89	11,28
UB	35	27,79	0,79	0,13	0,15	397,63	0,88	10,11
USAMV	34	25,95	0,76	0,13	0,10	256,98	0,91	11,82
USAB	27	20,67	0,77	0,15	0,09	272,46	0,88	9,19
UNITBV	26	20,41	0,79	0,15	0,05	281,55	0,88	8,00
UCV	28	20,15	0,72	0,15	0,09	167,68	0,91	11,36
ICMPP	25	19,08	0,76	0,15	0,03	298,33	0,87	7,04
UAIC	25	18,94	0,76	0,16	0,06	145,43	0,89	9,52
UBB	26	18,85	0,73	0,18	0,18	165,12	0,88	9,08
USV IAȘI	24	17,82	0,74	0,16	0,05	148,81	0,88	9,42

id	Degree	Mărime efectivă	Eficiență	Constrângere	Ierarhie	BC rețea ego	Contacte Indirecte	Avg Deg
UDJG	23	15,86	0,69	0,19	0,10	89,25	0,91	10,87
USV	21	14,80	0,70	0,19	0,09	163,50	0,88	7,90
INOE 2000	21	14,05	0,67	0,20	0,13	60,94	0,88	9,90
USAMV CJ	20	13,27	0,66	0,19	0,05	132,35	0,89	9,00
IMT INCD	19	12,45	0,66	0,20	0,04	92,17	0,89	8,74

Cu scopul de a evidenția și alți actori care au rol de a intermedia colaborările din rețea, am calculat măsuri structural holes și pentru rețeaua completă. Pe lângă entitățile menționate, prezentăm rezultatele obținute pentru următorii actori: **Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Tehnologii Izotopice și Moleculare I N C D T I M**, **Institutul Național de Cercetare -Dezvoltare pentru Ecologie Industrială – ECOIND**, **Universitatea de Vest Timișoara**, **Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Bioreșurse Alimentare - IBA București** și **Institutul de Cercetare-Dezvoltare pentru Pomicultură Mărcineni**.

Tabel 65. Măsurile Structural Holes Whole Network rețea Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură & mediu

id	Mărime efectivă	Eficiență	Constrângere	Ierarhie	Contacte Indirecte
UPB	30,56	0,78	0,10	0,14	0,75
UB	27,79	0,79	0,11	0,15	0,71
USAMV	26,08	0,77	0,10	0,10	0,73
UNITBV	20,72	0,80	0,11	0,05	0,61
USAB	20,67	0,77	0,12	0,10	0,65
UCV	20,27	0,72	0,11	0,09	0,67
ICMPP	19,38	0,78	0,11	0,04	0,64
UAIC	19,03	0,76	0,12	0,06	0,62
UBB	18,96	0,73	0,14	0,19	0,66
USV IAȘI	18,01	0,75	0,12	0,05	0,61
UDJG	15,86	0,69	0,14	0,10	0,68
USV	14,87	0,71	0,14	0,08	0,64
INMA	14,62	0,66	0,16	0,20	0,62
INOE 2000	14,27	0,68	0,15	0,13	0,62
USAMV CJ	13,80	0,69	0,14	0,04	0,62
IMT INCD	13,04	0,69	0,14	0,03	0,60
INCDTIM	12,97	0,72	0,15	0,04	0,59
ECOIND	12,56	0,70	0,15	0,09	0,56
UVT	12,15	0,76	0,14	0,07	0,45
IBA	10,79	0,60	0,16	0,07	0,61
ICDP	10,33	0,65	0,16	0,01	0,58

Tabel 66. Măsurile structural holes Ego Network în rețeaua Sănătate

id	Degree	Mărime efectivă	Eficiență	Constrângere	Ierarhie	BC rețeaua ego	Contacte Indirecte	Avg Deg
UMFCD	26	19,96	0,77	0,16	0,12	257,95	0,85	7,31
UMF IAȘI	23	17,14	0,75	0,17	0,05	172,75	0,89	8,17
UB	24	16,82	0,70	0,18	0,13	123,54	0,88	9,08
UBB	23	15,48	0,67	0,18	0,10	101,53	0,87	9,57
UMF CLUJ	20	14,13	0,71	0,21	0,13	102,49	0,87	7,20
UMFCV	20	13,92	0,70	0,19	0,05	200,32	0,89	7,50
INFIM	20	13,44	0,67	0,19	0,03	111,90	0,89	8,00
BIOCHIM	20	13,43	0,67	0,21	0,10	61,62	0,89	8,90
ICMPP	18	12,64	0,70	0,21	0,05	83,60	0,89	7,44
UTCN	19	12,34	0,65	0,21	0,07	79,75	0,89	8,84
IVB	18	12,23	0,68	0,22	0,08	71,92	0,86	7,22
UMFT	19	12,19	0,64	0,20	0,05	133,00	0,87	7,89
UPB	17	11,83	0,70	0,22	0,08	90,20	0,84	6,12
SUUB	15	8,33	0,56	0,24	0,00	71,33	0,88	7,60

În vederea extinderii numărului de actori cu potențial de intermediere identificați, am calculat măsurile Structural Holes pentru rețeaua completă (se consideră rețeaua completă ca fiind rețeaua proprie de contacte). Astfel, alte entități cu rol în intermedierea colaborărilor din rețea sunt: **Universitatea de Medicină, Farmacie, Științe și Tehnologie „George Emil Palade” din Târgu Mureș, Universitatea Transilvania Brașov, Institutul de Chimie „Coriolan Drăgulescu”, Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Științe Biologice, Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Fizică Laserilor, Plasmei și Radiației - INFLPR RA, Institutul Național de Boli Infecțioase „Prof. Dr. Matei Balș” și Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Fizică și Inginerie Nucleară „Horia Hulubei” - IFIN – HH.** Prezentăm statisticile pentru aceste entități.

Tabel 67. Măsurile Structural Holes Whole Network în rețeaua Sănătate

id	Mărime efectivă	Eficiență	Constrângere	Ierarhie	Contacte Indirecte
UMFCD	20,12	0,77	0,12	0,12	0,64
UMF IAȘI	17,33	0,75	0,13	0,05	0,65
UB	16,99	0,71	0,14	0,14	0,67
UBB	15,77	0,69	0,16	0,10	0,74
UMF CLUJ	14,13	0,71	0,15	0,14	0,60
UMFCV	13,92	0,70	0,15	0,04	0,65
INFIM	13,44	0,67	0,14	0,03	0,63
BIOCHIM	13,43	0,67	0,16	0,11	0,66
ICMPP	12,64	0,70	0,15	0,04	0,57
UTCN	12,64	0,67	0,17	0,07	0,73

id	Mărime efectivă	Eficiență	Constrângere	Ierarhie	Contacte Indirecte
IVB	12,54	0,70	0,16	0,08	0,59
UMFT	12,38	0,65	0,15	0,04	0,67
UPB	12,28	0,72	0,17	0,09	0,58
UMFST	10,63	0,71	0,18	0,09	0,55
UNITBV	9,33	0,67	0,17	0,08	0,49
SUUB	8,67	0,58	0,19	0,01	0,66
ICT	8,54	0,57	0,19	0,08	0,63
INCDSB	8,27	0,59	0,19	0,05	0,59
INFLPR	7,96	0,53	0,19	0,04	0,63
MATEI BALȘ	7,27	0,66	0,20	0,00	0,47
IFIN-HH	6,80	0,68	0,20	0,01	0,40

Rețeaua Securitate civilă pentru societate

Rețeaua Securitate civilă pentru societate se caracterizează prin valori scăzute ale mărimii efective, valori scăzute ale eficienței și valori ridicate ale constrângerii, ceea ce semnalează prezența legăturilor redundante. Astfel, mărimea efectivă înregistrează valori între 15 (*ATM*) și 1,4 (*INFLPR*, *ANIMV*, *UNAP UM_02545*), în timp ce eficiența se situează între 0,65 (*ATM*) și 0,27 (*GEOINST*, *INCDFP*, *INCDS*, *INC D URBAN – INCERC*, *INFIM*, *INSEMEX*, *SCUB*, *UTCB*). Raportat la constrângere, valorile se situează între 0,16 (*ATM*) și 1,05 (*ANIMV*, *UNAP UM_02545*), astfel că am ales ca prag 0,24 pentru ego network, respectiv 0,22 pt whole network. În această rețea, următoarele entități ar putea fi considerate structural spanners: *Academia Tehnică Militară „Ferdinand I”*, *Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași*, *Universitatea Politehnică Timișoara*, *Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca*, *Universitatea Transilvania Brașov* și *Academia de Studii Economice*.

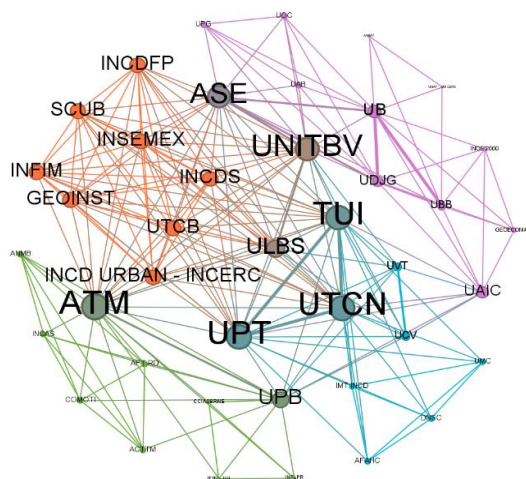


Figura 46. Structural Holes Ego Network Securitate civilă pentru societate

În evidențierea actorilor cu rol de conexiune a zonelor slab conectate am utilizat partiția în cele 5 clase de modularitate (subcomunități). Actorii din rețea au fost ordonați după DC, iar entitățile care ocupă poziție de structural spanners/brokeri au fost semnalate prin aplicarea unei tente de gri. În continuare prezentăm statisticile pe baza cărora au fost identificați acești actori.

Tabel 68. Măsurile Structural Holes Ego Network Securitate civilă pentru societate

id	Degree	Mărime efectivă	Eficiență	Constrângere	Ierarhie	BC rețea ego	Contacte Indirecte	Avg Deg
ATM	23	15,00	0,65	0,16	0,03	220,50	0,88	10,00
TUI	22	12,12	0,55	0,20	0,13	63,00	0,90	11,27
UPT	22	12,12	0,55	0,20	0,13	63,00	0,90	11,27
UTCN	22	12,12	0,55	0,20	0,13	63,00	0,90	11,27
UNITBV	21	12,04	0,57	0,18	0,05	93,00	0,90	10,95
ASE	20	11,36	0,57	0,19	0,06	93,67	0,89	10,80
UPB	15	10,66	0,71	0,24	0,06	88,50	0,84	5,20
ULBS	16	6,06	0,38	0,24	0,03	8,00	0,92	12,50

Prin considerarea rețelei complete ca fiind rețeaua de contacte pentru fiecare entitate am urmărit identificarea suplimentară a altor actori care au potențial de brokeraj în rețea. Astfel, s-a evidențiat **Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași**. În continuare, ilustrăm statisticile pentru rețeaua completă.

Tabel 69. Măsurile structural holes Ego network Securitate civilă pentru societate

id	Mărime efectivă	Eficiență	Constrângere	Ierarhie	Contacte Indirecte
ATM	15,00	0,65	0,15	0,03	0,81
UNITBV	12,36	0,59	0,17	0,04	0,81
TUI	12,12	0,55	0,18	0,13	0,83
UPT	12,12	0,55	0,18	0,13	0,83
UTCN	12,12	0,55	0,18	0,13	0,83
ASE	11,66	0,58	0,17	0,05	0,77
UPB	10,66	0,71	0,20	0,08	0,64
UAIC	8,02	0,73	0,22	0,01	0,54
ULBS	6,47	0,40	0,21	0,03	0,79

Concluzii

În rețeaua generală brokerii cei mai importanți—adică actorii care conectează subcomunități slab legate—sunt universitățile mari cu rețele

extinse de colaborare: **Politehnica București** (UPB), **Universitatea București** (UB), **Universitatea din Craiova** (UCV), **Universitatea Tehnică Cluj** (UTCN) și **ASE**. Aceștia combină o *mărime efectivă* ridicată (numeroase colaborări unice) cu o *constrângere* relativ scăzută, ceea ce le conferă putere de „pod” între regiuni diferite ale rețelei.

În Rețelele pe domenii brokerii identificați sunt următorii:

1. **Climă, energie & mobilitate:** pe lângă **UPB** și **UB**, Au rol de spanners instituții precum **UAIC**, **ASE** și **USV**.
2. **Cultură, creativitate & societate incluzivă:** **Universitatea Ovidius** (UOC) și **filialele Academiei Române** ies în evidență, împreună cu **ASE** și **ICCV**, umplând goluri între clustere culturale.
3. **Digitalizare, industrie & spațiu:** **ASE** și **UPB** sunt cei mai puternici brokeri, urmați de **TUI**, **USV** și **UTCN**, care leagă comunități tehnice și industriale.
4. **Hrană, bioeconomie & mediu:** **UPB**, **UB** și **USAMV** domină, sprijinind transferul de inovație între institute agricole și universități tehnice.
5. **Sănătate:** actorii principali de *tip* spanner sunt centrele medicale universitare (**UMF Craiova**, **UMF Iași**, **UMF Cluj**), împreună cu **UB** și **UBB**, care leagă secțiunile specializate de cercetare biomedicală.
6. **Securitate civilă:** **ATM** („Ferdinand I”), **TUI**, **UPT** și **UTCN** echilibrează legăturile între învățământul civil și cel militar de profil tehnic.

Actorii identificați nu numai că sporesc coeziunea rețelei, ci și facilitează schimburi interdisciplinare, oferind punți între grupuri care, altfel, ar evolua izolat. Prezența lor explică de ce anumite universități și institute pot inova rapid și pot atrage proiecte multinaționale: ele accesează resurse și idei din diverse subdomenii.

Constatările noastre au câteva implicații strategice:

- **Este necesară susținerea politicilor de colaborare** prin consolidarea relațiilor cu actorii-spanner se poate stimula extinderea rețelei către regiuni periferice.
- **Sunt recomandate finanțări targetate.** Astfel, programele care încurajează colaborarea intercluster vor fi mai eficiente dacă implică direct brokerii identificați.
- **Luarea în considerare a golurilor structurare în planurile de dezvoltare strategică.** Instituțiile cu poziții cheie pot fi ancoră pentru noi inițiative interdisciplinare de cercetare.

În ansamblu, studiul structural holes evidențiază câteva „hub-uri de legătură” critice, a căror activare strategică poate deschide noi căi de colaborare în întregul ecosistem de cercetare.

Analiza multiplex

Introducere

În acest capitol, vom explora conceptul de multiplexitate în cadrul rețelei de colaborare în cercetare, prin care două entități pot fi conectate simultan în mai multe domenii de cercetare. Vom detalia modul de calcul al scorului de multiplexitate pentru fiecare instituție – prin acordarea de puncte pentru fiecare domeniu comun și normalizarea acestora – și vom prezenta, în ordine ierarhică, principalele instituții după acest indicator. În prima parte, analizăm distribuția pe domenii a numărului total de legături pentru cele mai conectate universități și institute de cercetare; în continuare, ilustrăm ierarhia scorului de multiplexitate; iar la final evidențiem cele mai puternice legături multiplex, adică acele perechi de instituții care colaborează în patru sau mai multe domenii.

Metodă. Concept

Conceptul de multiplexitate se referă la capacitatea unor actori de a fi conectați prin două sau mai multe atribute, transpuse în analiza de rețea prin tipuri de conexiuni. În ecosistemul de cercetare, multiplexitatea se referă la caracteristica unor entități de a fi conectate în mod direct în două sau mai multe domenii de cercetare. În studiul de față, acest scor a fost calculat pentru fiecare actor în parte. Astfel, a fost asignat un punct pentru colaborările dintr-un domeniu distinct a acelorași două entități. Aceste puncte au fost însumate. Următorul pas a fost divizarea numărului de proiecte cu colaboratori unici la care participă o instituție la suma numărului de colaborări în domenii distincte între două entități. Având în vedere că rețeaua este nedirecționată, aceste proceduri s-au repetat de două ori (pentru ca fiecare entitate să fie identificată ca sursă). Cele două scoruri (Multiplexity_IN_SCORE și Multiplexity_OUT_SCORE au fost însumate). Astfel, un scor de 1 este echivalent instituțiilor care au legături într-un singur domeniu într-un singur sens (fie ca source, fie ca target), iar un scor de 2 instituțiilor care au legături într-un singur domeniu (atât din postura de source, cât și din postura de target).

Rezultate

În introducerea statisticilor privind scorul de multiplexitate prezentăm numărul de legături pe domenii pentru instituțiile din ierarhia numărului total de conexiuni, respectiv pentru: **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnică București, Universitatea București, Universitatea din Craiova, Universitatea Babeș-Bolyai, Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca, Universitatea Transilvania Brașov, Academia de Studii Economice, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași,**

Universitatea „Ștefan Cel Mare” din Suceava, Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Fizica Materialelor București RA și Universitatea de Vest Timișoara. Dintre acestea, 3 instituții au cel mai mare număr de conexiuni în domeniul Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu (**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București, Universitatea București și Universitatea Transilvania Brașov**), 6 instituții în domeniul Digitalizare, industrie și spațiu (**Universitatea din Craiova, Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca, Academia de Studii Economice, Universitatea „Ștefan Cel Mare” din Suceava, Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Fizica Materialelor București RA și Universitatea de Vest Timișoara**), una în domeniul Sănătate (**Universitatea Babeș-Bolyai**) și una în domeniile Digitalizare, industrie și spațiu și Cultură, creativitate și societate incluzivă (**Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași**).

Tabel 70. Distribuția pe domenii a numărului total de legături al celor mai conectate instituții

Nume entitate	Total legături	Climă, energie și mobilitate	Cultură, creativitate și societate incluzivă	Digitalizare, industrie și spațiu	Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu	Sănătate	Securitate civilă pentru societate
UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI	83	8	11	17	27	12	8
UNIVERSITATEA BUCUREȘTI	80	12	15	10	22	15	6
UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA	72	6	11	20	18	11	6
UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI	70	7	16	8	17	18	4
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ - NAPOCA	68	3	10	17	8	14	16
UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRAȘOV	62	13	4	9	16	9	11
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE	62	7	16	24	5	0	10
UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA” IAȘI	60	10	14	14	10	5	7
UNIVERSITATEA „ȘTEFAN CEL MARE” DIN SUCEAVA	58	9	10	18	14	7	0
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU FIZICA MATERIALELOR BUCUREȘTI RA	56	6	5	17	5	12	11
UNIVERSITATEA DE VEST TIMIȘOARA	54	7	10	13	8	10	6

În ceea ce privește scorul de multiplicitate, în ierarhia finală conduce **Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași**, urmată de: **Universitatea de Vest Timișoara**, **Universitatea București**, **Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași**, **Universitatea Babeș-Bolyai**, **Academia de Studii Economice**, **Universitatea Politehnica Timișoara**, **Universitatea Transilvania Brașov** și **Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**.

Tabel 71. Ierarhia scorului de Multiplicitate

Nume entitate	Multiplexity Score
UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA” IAȘI	3,13
UNIVERSITATEA DE VEST TIMIȘOARA	2,96
UNIVERSITATEA BUCUREȘTI	2,94
UNIVERSITATEA TEHNICĂ „GHEORGHE ASACHI” IAȘI	2,90
UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI	2,81
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE	2,78
UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA	2,68
UNIVERSITATEA TRANSILVANIA BRAȘOV	2,57
UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI	2,57

În continuare, prezentăm principalele legături multiplex din cadrul rețelei, respective legăturile din minim 4 domenii. Așa cum se poate observa, cooperări în toate domeniile în cadrul echipelor de cercetare au **Universitatea București - Universitatea Babeș-Bolyai** și **Universitatea Babeș-Bolyai - Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași**, iar în 5 din cele șase domenii au **Universitatea de Vest Timișoara - Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași**, **Universitatea București - Universitatea de Vest Timișoara** și **Universitatea Babeș-Bolyai - Universitatea de Vest Timișoara**.

Tabel 72. Cele mai puternice legături din rețeaua ecosistemului de cercetare

Legătură	Nr. domenii
UB-UBB	6
UBB-UAIC	6
UVT-UAIC	5
UB-UVT	5
UBB-UVT	5
UAIC-UCV	5
TUI-UNITBV	4
UPT-UNITBV	4
UPB-TUI	4
UB-UAIC	4

Concluzii

Ne-am propus să definim și să calculăm scorul de multiplexitate în rețeaua de cercetare, prin acordarea de puncte pentru fiecare colaborare între aceleași două entități în domenii diferite și normalizarea acestora. Prezentarea distribuției legăturilor pe domenii pentru cele mai conectate universități și institute, ierarhizarea actorilor după scorul obținut și evidențierea celor mai consistente legături multiplex (perechi care colaborează în patru sau mai multe domenii) constituie părți componente ale acestui demers.

Analiza relevă specializări tematice distincte: **Universitatea Politehnica București**, **Universitatea București** și **Universitatea Transilvania Brașov** domină domeniul „Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu”, în timp ce **Universitatea din Craiova**, **Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca**, **ASE**, **Suceava**, **INCD-FM București** și **Universitatea de Vest Timișoara** excelează în „Digitalizare, industrie și spațiu”. **Universitatea Babeș-Bolyai** se remarcă printr-o prezență puternică în „Sănătate”, iar **UAIC Iași** își împarte colaborările între „Digitalizare” și „Cultură, creativitate și societate incluzivă”.

Direcții strategice

1. **Diversificare tematică** a granturilor prin alocarea de finanțări dedicate instituțiilor cu prezență redusă în arii precum „Securitate civilă” și „Cultură și societate incluzivă”.
2. **Consolidarea hub-urilor de excelență** prin dezvoltarea de platforme interdisciplinare la **UB**, **UBB** și **UAIC** pentru facilitarea schimbului de bune practici și lansarea rapidă de consorții transsectoriale.
3. **Vizibilitate și networking** prin evenimente dedicate, de exemplu prin organizarea anuală a unui forum „Multiplexitate în cercetare” unde actorii din top să prezinte proiecte cu impact transsectorial și să atragă noi parteneri.

Impactul regiunii

Introducere

În capitolul de față ne concentrăm asupra distribuției spațiale a entităților din rețeaua generală de cercetare, pentru a înțelege cum se articulează colaborările în funcție de regiunea geografică. Vom arăta întâi ponderea fiecărei regiuni în rețea – de la dominația București-Ilfov (103 entități, 52,5% din total) până la Sud-Muntenia și Sud-Vest Oltenia, cele mai slab reprezentate. Vom ilustra apoi, pentru fiecare dintre cele șase domenii tematice, cum se poziționează geografic actorii, relevând rolul principal al regiunii București-Ilfov și variațiile de pe locul al doilea (Nord-Est, Nord-Vest sau Sud-Est, după domeniu).

Vom analiza și omogenitatea regională a proiectelor – adică proporția colaboratorilor care provin din aceeași regiune cu instituția coordonatoare – la nivel general, pe domenii și pe tipuri de instituții, identificând astfel polarizările și dezechilibrele geografice ce pot ghida intervenții strategice pentru o mai bună echilibrare a ecosistemului de cercetare.

Localizarea geografică

Localizarea geografică în Rețeaua generală

În rețeaua generală, cea mai mare parte a entităților (103 entități și 473 de conexiuni) fac parte din regiunea București-Ilfov; ele reprezintă 52,5% din totalul entităților. A doua regiune ca număr de entități este regiunea Nord-Est. Regiunea include 21 de entități (10,7%) și 57 de conexiuni. Cea de-a treia regiune este Nord-Vest (19 entități – 9,69 % din total rețea și 34 de conexiuni), în timp ce a patra este Vestul (15 entități – 7,65% din total rețea și 21 de conexiuni), iar a cincea Sud-Est (11 entități – 5,61% și 11 conexiuni). Cele mai slab reprezentate regiuni sunt Centru (11 entități - 5,61% și 8 conexiuni), Sud-Muntenia (8 entități - 4,08% și 3 conexiuni) și Sud-Vest Oltenia (8 entități 4,08% și 5 conexiuni).

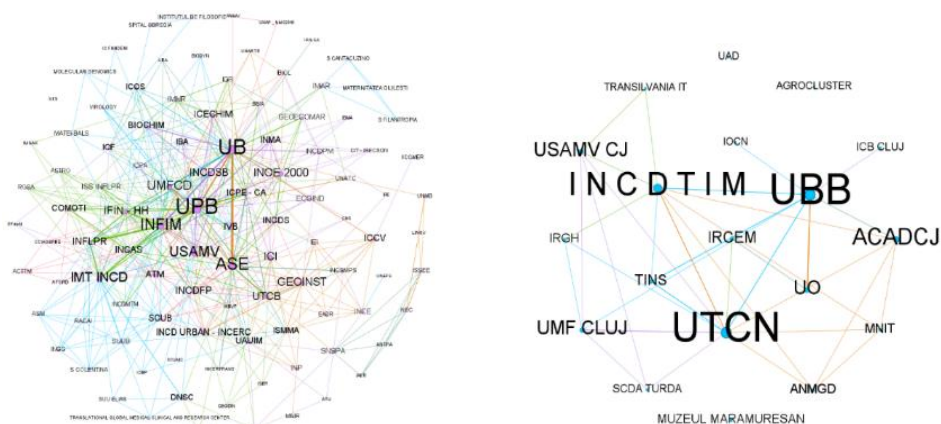


Figura 47. Parteneriate în cadrul regiunilor de dezvoltare- București-Ilfov și Nord-Vest; entități ordonate după EC

După cum poate fi observat, în regiunea de dezvoltare București-Ilfov se regăsesc atât centre ale rețelei (**UP, UPB, ASE, INFIM, USAMV, IMT INCD**), cât și instituții aflate în periferie. Raportat la domeniu, entitățile din regiunea București-Ilfov se regăsesc bine reprezentate în toate rețelele. În diagrama de rețea se distinge colaborarea **ASE-UB-UPB** în domeniul Cultură, creativitate și societate incluzivă (marcat cu portocaliu) și grupul **UPB, INFIM, INFLPR, IFIN-HH, INCAS, COMOTI, INFLPR, IMT INCD** în proiectele de Digitalizare (marcate cu verde).

În regiunea Nord-Vest, poliile regionali din punct de vedere a centralității eigen (**INCDTIM, UBB, UTCN**) colaborează în proiecte din domeniul Sănătății (marcat cu albastru). Totodată, entitățile din regiune au parteneriate comune în domeniile Cultură (marcat cu portocaliu), Digitalizare (marcat cu verde) și Hrană, bioeconomie (marcat cu mov).

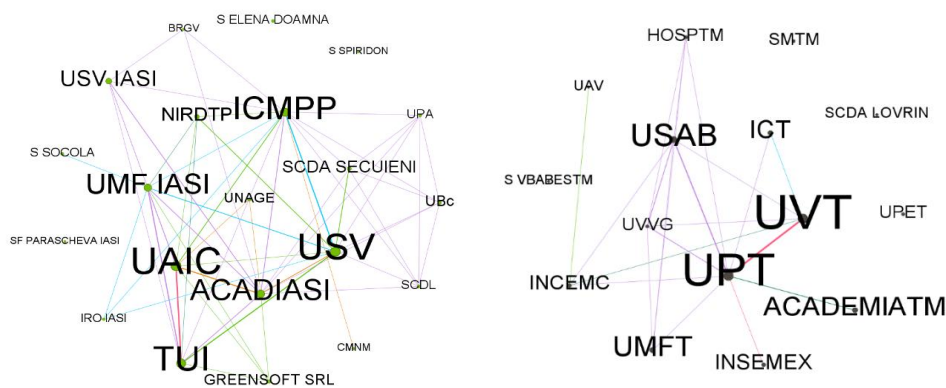


Figura 48. Parteneriate în cadrul regiunilor de dezvoltare - Nord-Est și Vest; entități ordonate după EC

Regiunea de dezvoltare Nord-Est are ca centre principale **USV, UAIC, ICMPP, TUI, ACADIAȘI** și **UMF IAȘI**. Deși cea mai mare parte a entităților din regiune par a coopera în domeniul Hrană, bioeconomie (marcat cu mov), se remarcă parteneriatele din domeniile Sănătății (marcat cu albastru) între **ICMPP, UMF IAȘI, USV, IRO IAȘI**; Securitate civilă (marcat cu roz) între **UAIC-TUI**; Digitalizare (marcat cu verde deschis) între **ICMPP, UAIC, GREENSOFT SRL, TUI, USV, NIRDTP**; Climă, energie, mobilitate (marcat cu verde închis) între **NIRDTP, UMF IAȘI** și **TUI**.

În Vestul țării, **UVT, UPT, USAB, UMFT** și **ACADEMIATM** sunt entitățile cu cea mai mare valoare a EC. Se distinge parteneriatul **UVT-UPT-INSEMEX** în proiectele privind Securitatea civilă (marcate cu roz) și colaborarea **ICT, UPT, HOSPTM, UVVG, UVT, USAB** și **INCEMC** în Hrană, bioeconomie (marcat cu mov).

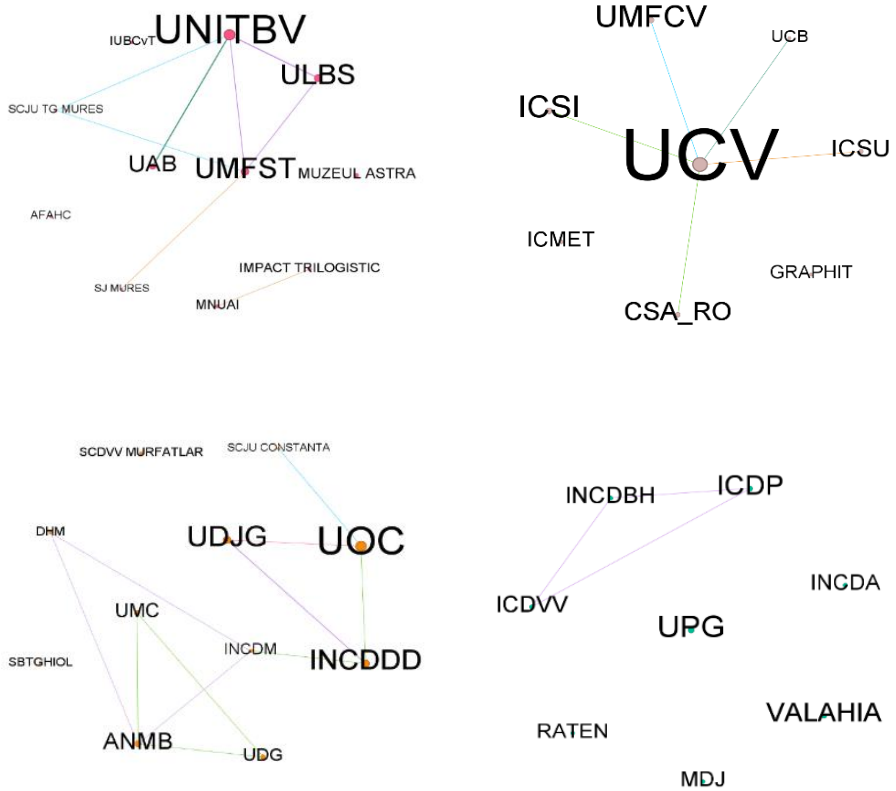


Figura 49. Parteneriate în cadrul regiunilor de dezvoltare - Centru și Sud (Sud-Vest Oltenia, Sud-Est și Sud Muntenia)

În regiunile de dezvoltare Centru și Sud, numărul parteneriatelor este redus. Astfel, principalele centre sunt **UNITBV**, **ULBS**, **UMFST** (Centru), **UCV**, **UMFCV**, **ICSI** (Sud-Vest Oltenia), **UOC**, **UDJG**, **INCDDD** (Sud-Est), **UPG**, **VALAHIA**, **ICDP**, **INCDBH**, **ICDVV** (Sud-Muntenia). În centrul țării, se observă parteneriate în domeniile Sănătate (**UNITBV-SCJU TG MUREȘ-UMFST**), Hrană, bioeconomie (**UNITBV-UMFST-ULBS**), Cultură (**UMFST-SJ MUREȘ**; **MNUAI-IMPACT TRILOGISTIC**) și Climă (**UNITBV-UAB**). Regiunea Sud-Vest Oltenia este dominată de **UCV**, care este partener cu **ICSI**, **CSA RO** în proiecte în domeniul Digitalizării; **ICSU** (Cultură, creativitate); **UCB** (Climă) și **UMFCV** (Sănătate). Colaborările din regiunea Sud-Est vizează domeniile Hrană, bioeconomie (**UDJG-INCDDD**, **ANMB-DHM-INCDDM**), Digitalizare (**ANMB-UMC-UDG**; **INCDM**, **INCDDD**, **UOC**), Sănătate (**UOC-SCJU CONSTANȚA**) și Cultură (**UOC-UDJG**). În regiunea Sud-Muntenia se distinge o colaborare în proiectele din domeniul Hrană, bioeconomie (**ICDP-INCDBH-ICDVV**).

Localizarea geografică pe domenii

Așa cum prezintă diagramele de rețea de mai sus (Figurile 46, 47, 48), în rețele pe domenii analizate cea mai mare parte a entităților sunt localizate în regiunea București-Ilfov. Pentru domeniile Climă, energie și mobilitate și Cultură, creativitate și societate incluzivă, a doua regiune geografică este Nord-Vest, în timp ce pentru domeniile Digitalizare, industrie și spațiu, Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu și Sănătate este Nord-Est. În domeniul Securitate civilă pentru societate, cea de-a doua regiune din punct de vedere al localizării este reprezentată de Sud-Est. A treia poziție este ocupată de Nord-Est (în cazul rețelei Climă, energie și mobilitate), Centru (pentru rețelele Cultură, creativitate și societate incluzivă, respectiv Securitate civilă pentru societate) și Nord-Vest (rețelele Digitalizare, industrie și spațiu și Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu).

Rețeaua Climă, energie și mobilitate

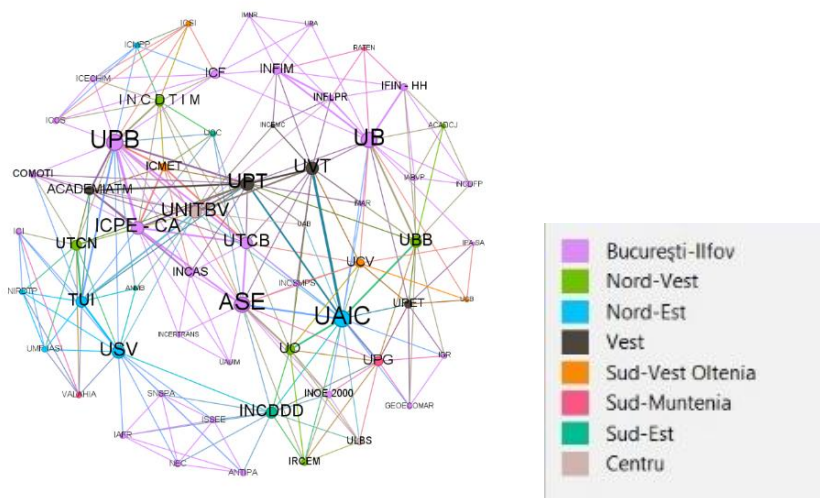


Figura 50. Distribuția pe regiuni de dezvoltare în rețeaua Climă, energie și mobilitate, entități ordonate în funcție de EC

Așa cum arată Figura 49, în rețeaua Climă, energie și mobilitate, cea mai mare parte a instituțiilor fac parte din regiunea București-Ilfov, care include principalele centre de influență ale rețelei (**UPB, UB, ASE, UTCB, ICPE-CA**). Totuși, în această rețea se disting și poli regionali din zonele Nord-Vest (**UBB, UTCN, INCDTIM**), Nord-Est (**UAIC, TUI, USV**) și Vest (**UPT, UVT**).

Rețeaua Cultură, creativitate și societate incluzivă

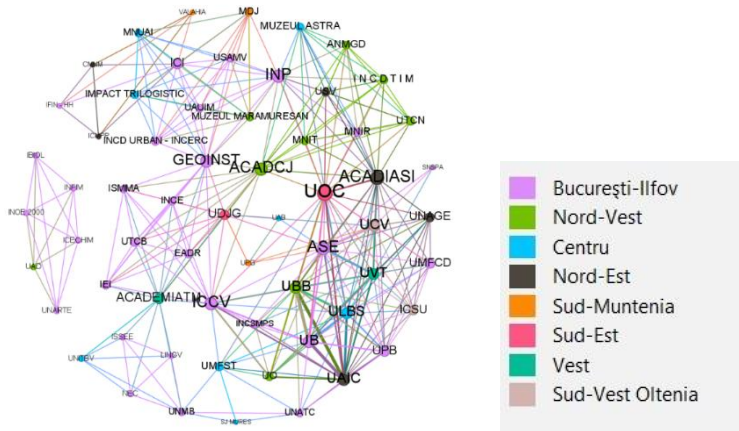


Figura 51. Distribuția pe regiuni de dezvoltare în rețeaua Cultură, creativitate și societate incluzivă; entități ordonate după EC

În domeniul Cultură, creativitate și societate incluzivă domină entitățile din regiunea București-Ilfov, cele mai importante fiind **GEOINST**, **INP**, **ICCV**, **ASE**, **ICI**, **UB**, **UPB** și **UMFCD**. Totodată, în rețea se observă rolul entităților din regiunile Nord-Vest (**ACADCJ**, **UBB**, **UTCN**, **ANMGD**, **INCOTIM**), Centru (**ULBS**) și Nord-Est (**ACADIASI** și **UAIC**). De remarcat și rolul **UOC** și **UDJG**, instituțiile cel mai bine reprezentate din zona de Sud-Est.

Rețeaua Digitalizare, industrie și spațiu

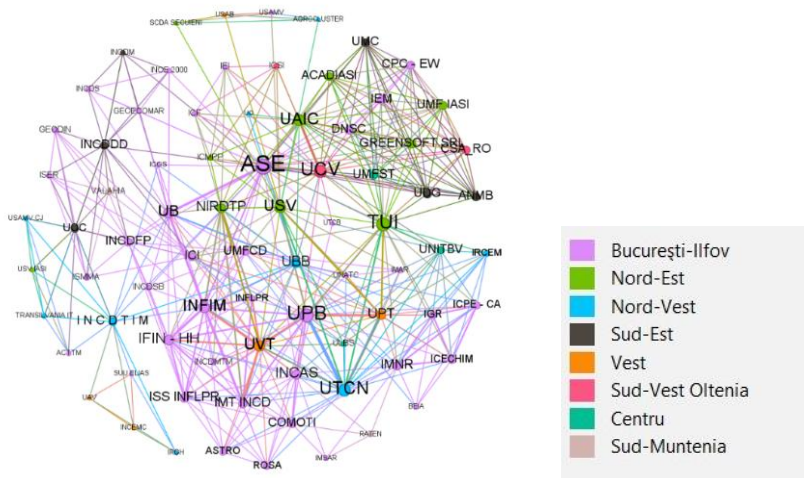


Figura 52. Distribuția pe regiuni de dezvoltare în rețeaua Digitalizare, industrie și spațiu; entități ordonate după EC

Și în rețeaua Digitalizare, industrie și spațiu se observă dominanța entităților din regiunea București-Ilfov. Principalele entități din această regiune includ **ASE**, **UPB**, **UB**, **IFIN-HH**, **ISS INFLPR**, **INCAS**, **IMT INCD**, **ICI**, **INCDFP** și **UMFCD**. În cadrul parteneriatelor din această rețea se observă și rolul unor entități din Nord-Est, respectiv **TUI**, **UAIC**, **USV** și din Nord-Vest (**INCDTIM**, **UTCN**, **UBB**). De remarcat și rolul unor poli regionali din zone slab reprezentate, respectiv **UCV** (Sud-Vest Oltenia), **UVT** și **UPT** (Vest).

Rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu

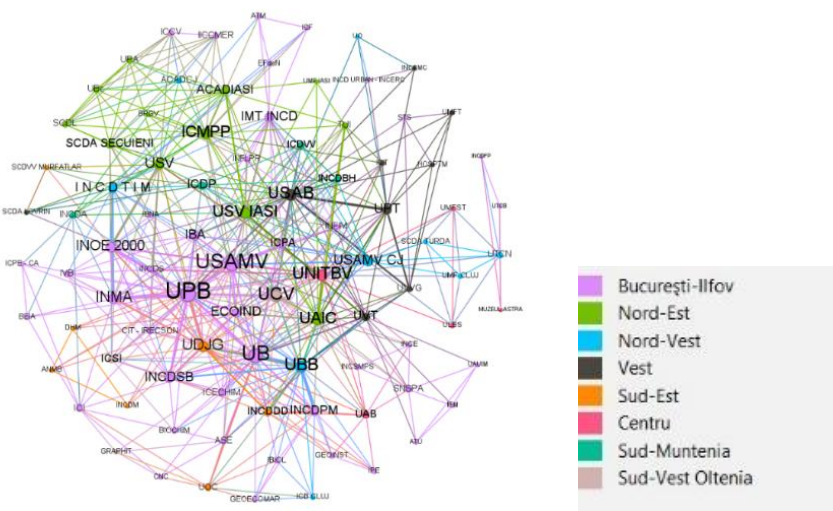


Figura 53. Distribuția pe regiuni de dezvoltare în rețeaua Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu; entități ordonate după EC

Așa cum arată diagrama de mai sus (Figura 53), în rețeaua Hrană, bioeconomie, cea mai mare parte a entităților fac parte din regiunea București-Ilfov. Raportat la influența în rețea (EC), principalii poli sunt **UPB**, **UB**, **USAMV**, **INOE 2000**, **INMA**, **INCDSB**, **INCDFP**, **IMT INCD** și **IBA**. Alte entități cu EC mare aparțin următoarelor regiuni: **ICMPP**, **ACADIAȘI**, **UAIC**, **USV**, **USV IAȘI** (Nord-Est), **UBB**, **USAMV CJ**, **INCNTIM** (Nord-Vest), **USAB**, **UPT**, **UVT** (Vest), **UNITBV** (Centru), **UDJG**, **INCDDD** (Sud-Est) și **UCV** (Sud-Vest Oltenia).

Rețeaua Sănătate

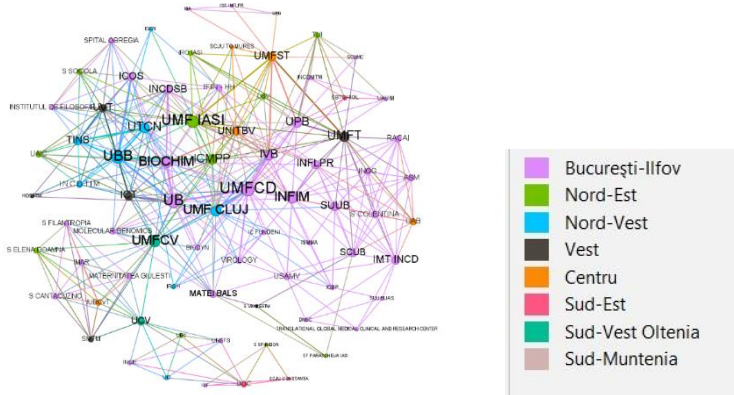


Figura 54. Distribuția pe regiuni de dezvoltare în rețeaua Sănătate; entități ordonate după EC

Pe lângă regiunea București-Ilfov, care domină parteneriatele din domeniul Sănătății, un rol important îl au colaborările cu poli regionali din Nord-Est, Nord-Vest, Vest și Centru. Astfel, cele mai influente entități din punct de vedere a EC sunt **UB**, **BIOCHIM**, **UMFCD**, **INFIM**, **IVB**, **UPB**, **INFLPR**, **SUUB**, **SCUB**, **IMT INCD**, **INCDSB**, **ICOS**, **MATEI BALȘ** (București-Ilfov), **UMF IAȘI**, **ICMPP** (Nord-Est), **UTCN**, **UBB**, **TINS**, **UMF CLUJ** (Nord-Vest), **UMFT**, **UVT**, **ICT** (Vest), **UMFST**, **UNITBV** (Centru), **UMFCV**, **UCV** (Sud-Vest Oltenia) și **UOC** (Sud-Est).

Rețeaua Securitate civilă pentru societate

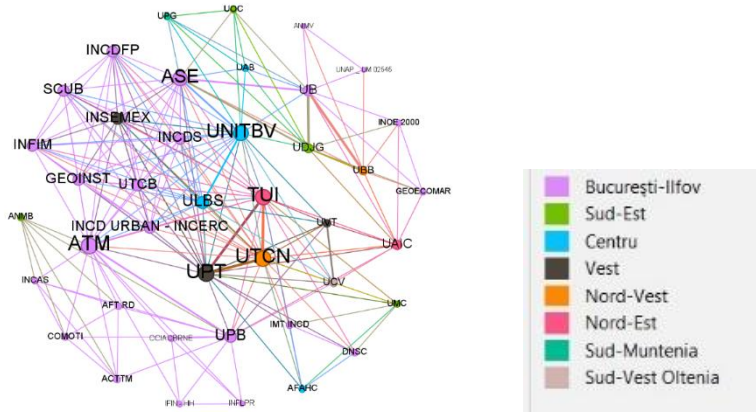


Figura 55. Distribuția pe regiuni de dezvoltare în rețeaua Securitate civilă pentru societate; entități ordonate după EC

În rețeaua Securitate civilă pentru societate, cele mai multe entități sunt localizate în regiunea București-Ilfov. Dintre acestea, o mare parte au influență ridicată în rețea (EC mare): **ASE, ATM, UPB, INCDFP, INCDS, UTCB, GEOINST, SCUB, INFIM, UB**. Alte centre de influență (EC mare) sunt **UNITBV, ULBS** (Centru), **UTCN** (Nord-Vest), **TUI, UAIC** (Nord-Est), **UPT, INSEMEX** (Vest) și **UDJG** (Sud-Est).

Concluzii

Pe baza diagramelor de rețea analizate concluzionăm aspecte privind distribuția geografică a entităților. Astfel, cea mai mare parte a entităților sunt localizate în zona București-Ilfov (pentru toate cele 6 domenii) și în zonele Nord-Est (poziția a doua în rețelele Digitalizare, industrie și spațiu, Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu, Sănătate, poziția a treia în rețelele Climă, energie și mobilitate, poziția a patra în rețeaua Cultură, creativitate și societate incluzivă), Nord-Vest (poziția a doua în rețelele Climă, energie și mobilitate și Cultură, creativitate și societate incluzivă, poziția a treia în Digitalizare, industrie și spațiu, Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu, Sănătate). Deși în majoritatea rețelelor, zona Sud-Est este slab reprezentată, aceasta ocupă poziția a doua în rețeaua Securitate civilă pentru societate. Și în ceea ce privește capacitatea de influență (măsurată prin EC), instituțiile din regiunea București-Ilfov domină toate rețelele, alături de poli regionali precum: **UBB, UTCN, UAIC, TUI, ICMPP, UPT, UVT, UCV, UNITBV, ULBS, UOC, UDJG**.

Distribuția geografică a entităților în funcție de tipul de instituții

Referitor la repartitia tipului de instituții pe regiune geografică, se observă că majoritatea universităților publice (12), institutelor de cercetare din subordinea Autorității Naționale pentru Cercetare Științifică (25), filialelor și institutelor care aparțin de Academia Română (25), precum și entităților din categoria Alte institute de cercetare sunt localizate în regiunea București-Ilfov. O puternică polarizare în regiunea București-Ilfov se constată și în cazul entităților din categoriile Cercetare & învățământ militar (7), Muzeu și instituții publice (5), SRL (6) și Spitale și institute clinice (12). În ceea ce privește distribuția ONG-urilor, cea mai mare parte a acestora se află în regiunea Nord-Vest (4). Universitățile private sunt localizate în regiunile București-Ilfov, Nord-Est și Sud-Est.

Tabel 73. Număr de instituții per tip de instituții în fiecare regiune geografică

Tip instituție	Regiune	Nr instituții
Universitate publică	București-Ilfov	12
	Centru	4
	Nord-Est	7
	Nord-Vest	7
	Sud-Est	3
	Sud-Muntenia	2
	Sud-Vest Oltenia	3
	Vest	6
Institut de cercetare INCĐ MEN	București-Ilfov	25
	Centru	0
	Nord-Est	1
	Nord-Vest	2
	Sud-Est	2
	Sud-Muntenia	1
	Sud-Vest Oltenia	2
	Vest	2
Academia Română	București-Ilfov	25
	Centru	0
	Nord-Est	2
	Nord-Vest	1
	Sud-Est	0
	Sud-Muntenia	0
	Sud-Vest Oltenia	1
	Vest	2
Alte Institute de cercetare	București-Ilfov	7
	Centru	0
	Nord-Est	3
	Nord-Vest	1
	Sud-Est	1
	Sud-Muntenia	4
	Sud-Vest Oltenia	0
	Vest	1
Cercetare & învățământ militar	București-Ilfov	7
	Centru	1
	Nord-Est	0
	Nord-Vest	0
	Sud-Est	2
	Sud-Muntenia	0
	Sud-Vest Oltenia	0
	Vest	0
ONG	București-Ilfov	3
	Centru	0
	Nord-Est	0
	Nord-Vest	4

Tip instituție	Regiune	Nr instituții	
Muzee și instituții publice	Sud-Est	0	
	Sud-Muntenia	0	
	Sud-Vest Oltenia	1	
	Vest	0	
	București-Ilfov	5	
	Centru	2	
	Nord-Est	1	
	Nord-Vest	2	
	Sud-Est	0	
	Sud-Muntenia	1	
Universitate privată	Sud-Vest Oltenia	0	
	Vest	0	
	București-Ilfov	1	
	Centru	0	
	Nord-Est	1	
	Nord-Vest	0	
	Sud-Est	1	
	Sud-Muntenia	0	
	Sud-Vest Oltenia	0	
	Vest	1	
SRL	București-Ilfov	6	
	Centru	1	
	Nord-Est	1	
	Nord-Vest	0	
	Sud-Est	0	
	Sud-Muntenia	0	
	Sud-Vest Oltenia	1	
	Vest	0	
	Spitale și institute clinice	București-Ilfov	12
		Centru	3
Nord-Est		5	
Nord-Vest		2	
Sud-Est		2	
Sud-Muntenia		0	
Sud-Vest Oltenia		0	
Vest		3	

Omogenitatea regională

În rețeaua generală, omogenitatea regională medie este 0,43 (într-un proiect, aproape jumătate din colaboratori aparțin aceleiași regiuni geografice cu instituția coordonatoare în medie), ceea ce era de așteptat având în vedere că 52% din instituții sunt dintr-o singură regiune, și anume din București-Ilfov.

Cea mai mare omogenitate regională este 1 (presupune colaborarea doar cu instituții din interiorul aceleiași regiuni cu instituția coordonatoare) și este caracteristică următoarelor instituții: **Institutul De Cercetări în Transporturi INCERTRANS SA, Ministerul Apărării Naționale prin Centrul de Cercetare și Inovare pentru Apărare CBRN și Ecologie, Translational Global Medical Clinical and Research Center S.R.L. și Universitatea Româno-Americană.** Toate acestea colaborează într-un consorțiu cu instituții din aceeași regiune.

O omogenitate regională ușor mai scăzută se observă în cazul **Autonomous Flight Technology R&D SRL (0,83),** precum și a următoarelor entități (0,80): **Academia de Științe Medicale, Agenția Spațială Română, BEIA Cercetare S.R.L., Institutul Astronomic, Institutul de Biologie și Patologie Celulară „Nicolae Simionescu”, Institutul de Cercetări pentru Inteligența Artificială „Mihai Drăgănescu”, Institutul Național Gerontologie și Geriatrie „Ana Aslan”, Serviciul de Telecomunicații Speciale, Spitalul Clinic „Colentina” București, Spitalul Universitar de Urgență București, Universitatea de Artă și Design Cluj-Napoca, Universitatea Națională de Arte din București.**

La celălalt pol sunt instituțiile care au colaborări cu entități aparținând din regiuni geografice diferite de instituția coordonatoare (omogenitate regională 0), respectiv: **Asociația Clusterul Agro - Food - Ind Napoca, Centrul Internațional de Biodinamică, Stațiunea de Cercetare Dezvoltare pentru Viticultură și Vinificație Murfatlar, Stațiunea de Cercetare - Dezvoltare Agricolă Lovrin, Universitatea Națională de Educație Fizică și Sport din București.**

Se constată diferențe a omogenității regionale medii și în funcție de domeniu. Astfel, proiectele din domeniul Digitalizare, industrie și spațiu sunt cele mai omogene regional (0,51 – jumătate de colaboratori fac parte din aceeași regiune cu instituția coordonatoare), în timp ce proiectele din domeniile Climă, energie și mobilitate și Cultură, creativitate și societate incluzivă au cea mai mică omogenitate regională (0,36, respectiv 0,37 – o treime din colaboratori aparțin aceleiași regiuni geografice cu instituția coordonatoare).

Tabel 74. Omogenitate regională medie în proiectele pe domenii

Domeniu	Omogenitate regională medie
Climă, energie și mobilitate	0,36
Cultură, creativitate și societate incluzivă	0,37
Digitalizare, industrie și spațiu	0,51
Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu	0,45
Sănătate	0,43
Securitate civilă pentru societate	0,39

Raportat la omogenitatea regională medie pe tipuri de instituții se constată valori ridicate ale omogenității regionale medii în cazul SRL-urilor (0,61) și a entităților din categoria Cercetare și învățământ militar (0,57), ceea ce înseamnă că o entitate din această categorie colaborează în medie cu mai mult de jumătate din regiuni din aceeași regiune geografică cu instituția coordonatoare. Valori scăzute ale omogenității regionale medii se observă în cazul ONG-urilor (0,33) și universităților publice (0,35).

Tabel 75. Omogenitate regională medie pe tip de instituții

Tip instituție	Omogenitate regională medie consorțiilor din care fac parte
Universitate publică	0,35
Universitate privată	0,54
SRL	0,61
Spitale și institute clinice	0,41
ONG	0,33
Muzee și instituții publice	0,47
Institut de cercetare INCD MEN	0,53
Alte institute de cercetare	0,52
Cercetare și învățământ militar	0,57
Academia Română	0,47

Concluzii

În ceea ce privește distribuția regională a entităților participante la competiția pentru centre de excelență, București-Ilfov concentrează peste jumătate din entități și conexiuni, în timp ce Sud-Muntenia și Sud-Vest Oltenia rămân marginale.

Structurile de cercetare din Nord-Est predomină în Digitalizare, Hrană și Sănătate, cele din Nord-Vest în Climă și Cultură, iar cele din Sud-Est doar în Securitate civilă.

Omogenitatea regională medie (0,43) variază de la 0,51 în Digitalizare la 0,36 în Climă, semnalând necesitatea de a diversifica parteneriatele. Omogenitatea regională mare în anumite domenii – Digitalizare de exemplu – poate fi datorată concentrării inițiale entităților într-o singură regiune, fără a indica o alegere preferențială.

Direcția strategică pe care o propunem pe baza acestor constatări este aceea de a susține o distribuție regională mai echilibrată a entităților de cercetare prin:

1. **Scheme de finanțare** dedicate regiunilor subreprezentate.
2. **Hub-uri mobile** pentru evenimente de colaborare interregională.
3. **Granturi** care impun parteneri din cel puțin trei regiuni în domeniile cu omogenitate scăzută.

Modelarea participării în parteneriate de cercetare în calitate de coordonator: Impactul centralității în rețea

Introducere

Conform literaturii de specialitate trecută în revistă în deschiderea acestui studiu, centralitatea în rețelele generale de instituții de cercetare, alături de alte variabile precum mărimea instituției, multiplicitatea, tipul instituției și chiar localitatea ei geografică influențează locul în parteneriatele concrete. În consecință, urmând ipotezele ce pot fi derivate din literatură, dorim să investigăm în ce fel aceste variabile au influențat participarea în proiectele de consorțiu din programul de finanțare a Centrelor de Excelență din 2024.

Deoarece numărul brut de proiecte în care participă o entitate determină în relație aproape liniară unii dintre predictorii enumerați mai sus – multiplicitatea (trebuie să participi la mai multe proiecte pentru a avea relații mai diverse) dar mai ales centralitatea de grad ponderată (corelația numărului de proiecte în care participă cu acest indicator de centralitate fiind de 0,99 - datorită modului de calcul al centralității de grad ponderate și a faptului că fiecare proiect constituie o clică - ceea ce arată că între numărul de proiecte în care participă și centralitatea de grad este o relație tautologică), ne vom limita pentru început la modelarea numărului de participări în calitate de coordonator.

Așadar, obiectivul acestei analize este **testarea impactului centralizării în rețeaua de entități de cercetare asupra numărului de proiecte în care participă în calitate de coordonator**.

Ipotezele analizei noastre sunt următoarele:

Numărul de proiecte în care participă în calitate de coordonator o instituție de cercetare este în relație pozitivă semnificativă după controlul celorlalte variabile independente cu următorii predictorii:

- mărimea instituției
- multiplicitatea (diversitatea) relațiilor de parteneriat în care participă
- dacă entitatea de cercetare este universitate publică sau institut de cercetare public din subordinea ANCS (INCD)
- dacă este localizată în regiunea București-Ilfov (unde sunt plasate cele mai multe entități de cercetare – 52%) sau, alternativ, plasarea în regiunile cu cele mai puține instituții de cercetare (regiunile din Sud și regiunea Centru) are un impact negativ.
- centralitatea în rețeaua mare de cercetare

Problema de cercetare a acestei investigații nu este de fapt de a verifica dacă impactul centralității este pozitiv sau nu, ci de a **compara diversele**

măsuri ale centralității din punctul de vedere al efectului asupra variabilei dependente.

Metodologie

Unitatea de analiză a acestui studiu este **entitatea de cercetare**, adică organizația (196).

Variabila dependentă: **numărul de proiecte în care participă în calitate de coordonator**.

Tabel 76. Distribuția de frecvență în funcție de numărul de proiecte depuse în calitate de coordonator

Număr de proiecte depuse în calitate de coordonator	Număr de cazuri
0	141
1	34
2	13
3	1
4	3
6	1
8	1
10	2

Variabile independente:

Tabel 77. Variabile independente: dimensiuni, și măsurare

Dimensiune	Variabilă	Măsurare
Mărimea instituției de cercetare	Logaritm natural al veniturilor din anul fiscal 2023 sau ultimul pentru care există date	Scală (min=9,21, max=21,22; medie=17,21)
Diversitatea relațiilor în rețea	Multiplicitate in și out	Scală (min=1, max=3,12; medie=1,95)
Tip de instituție	Universitate publică	Dummy
	Spitale și institute clinice	Dummy
	INCD	Dummy
	Academia Română	Dummy
Localizare geografică	Regiunea Vest	Dummy
	Regiunea Centru+Sud	Dummy

Dimensiune	Variabilă	Măsurare
	Regiunea NV	Dummy
	Regiunea NE	Dummy
Centralități în rețeaua generală	Eigenvector centrality - standardizat	Scală (min=-1,07; max=3,53)
	Betweenness centrality - standardizat	Scală (min=-0,45, max=5,63)
	Closeness centrality - standardizat	Scală (min=-1,97; max=2,81)
	Weighted degree centrality - standardizat	Scală (min=-0,70, max=5,09)

Standardizarea scorurilor de centralitate și logaritizarea veniturilor au fost necesare datorită distribuțiilor acestora.

Colapsarea celor trei regiuni de dezvoltare din Sud cu Centru a fost necesară deoarece niciuna dintre entitățile din aceste regiuni nu au obținut coordonarea unui proiect finanțat, fiind necesară recodificarea în modelarea rezultatelor competiției (vezi capitolul următor) și am aplicat aceleași variabile pentru consistență. Regiunea Centru a fost aleasă pentru a fi reunită cu regiunile din Sud oarecum aleatoriu.

Procedura de analiză care a permis îndeplinirea obiectivului cercetării a constat în regresii liniare simple consecutive prin care am estimat impactul diverselor scoruri de centralitate standardizate asupra predicției numărului de proiecte în care participă o entitate în calitate de coordonator.

Rezultate

Corelațiile liniare ale scorurilor de centralitate cu numărul de participări în calitate de coordonator în proiecte sunt deosebit de puternice astfel încât ne așteptăm și la parametri de regresie liniară semnificativi. Corelația cea mai puternică este cu centralitatea de grad ponderată care, cum am arătat, este o confundată a numărului de participări și așteptăm ca acest indicator să aibă impactul cel mai puternic asupra numărului de participări în calitate de coordonator.

Tabel 78. Corelația Pearson între număr de participări în calitate de coordonator și centralitate

	Eigenvector centrality	Closeness centrality	Betweenness centrality	Weighted Degree centrality
r Pearson	0,700**	0,616**	0,786**	0,825**
Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000
N	196	196	196	196

Toate regresiile efectuate pentru a testa comparativ impactul măsurilor de centralitate asupra numărului de proiecte la care participă entitățile de cercetare în calitate de coordonatori au indicatori de colinearitate foarte buni.

Tabel 79. R^2 ajustat comparat al modelelor de regresie cu diferiți coeficienți de centralitate

	Fără scor de centralitate	eigenvector centrality	closeness centrality	betweenness centrality	weighted degree centrality
R^2 ajustat	0,281	0,519	0,415	0,629	0,710

Introducerea scorurilor de centralitate sporește spectaculos capacitatea modelelor de regresie de a surprinde varianța numărului de proiecte în care participă entitățile în calitate de coordonator. Impactul cel mai puternic este așa cum ne așteptam al weighted degree centrality (centralitate de grad ponderată, care reflectă defapt numărul de proiecte în care participă fiecare entitate) – care multiplică de 2,52 ori capacitatea predictivă a modelului. Cel mai mic impact îl are, în schimb, centralitatea de apropiere (closeness centrality).

Literatura de specialitate (Borgatti & Everett, 2006; Opsahl et al., 2010) recomandă ca indicator netautologic cu numărul de participări centralitatea de mediere – sau capacitatea de brokeraj (betweenness centrality). Dintre cele trei măsuri ale centralității – excluzând centralitatea de grad ponderată – acesta are efectul cel mai puternic asupra variabilei dependente. Acest aspect este important, mai ales dacă avem în vedere faptul că și celelalte două măsuri (eigenvector centrality și closeness centrality) reflectă în măsură mai mare decât centralitatea de mediere intensitatea activității).

Modelele de regresie

Tabel 80. Parametri modelelor de regresie comparați

	Fără centralitate			eigenvector centrality			closeness centrality			betweenness centrality			weighted degree centrality		
	Beta	t	Sig.	Beta	t	Sig.	Beta	t	Sig.	Beta	t	Sig.	Beta	t	Sig.
(Constant)	-5,732	-4,811	0,000	0,127	0,110	0,913	-1,330	-1,045	0,297	-0,566	-0,600	0,549	1,485	1,692	0,092
LN_venituri	0,301	4,104	0,000	0,081	1,268	0,207	0,142	2,016	0,045	0,076	1,365	0,174	0,021	0,425	0,671
Multiplexitate	0,676	2,955	0,004	-0,342	-1,583	0,115	-0,146	-0,603	0,548	0,005	0,031	0,976	-0,569	-3,462	0,001
Universitate publică 01	0,359	1,092	0,276	-0,020	-0,073	0,942	0,106	0,354	0,723	0,049	0,208	0,836	-0,050	-0,237	0,813
Spitale și institute clinice 01	-0,914	-2,361	0,019	0,053	0,159	0,874	-0,070	-0,188	0,851	-0,204	-0,720	0,472	0,110	0,432	0,667
Institut de cercetare INCD MEN 01	0,1	0,355	0,723	-0,218	-0,938	0,350	-0,230	-0,888	0,375	0,207	1,025	0,307	0,081	0,452	0,652
Academia Română 01	0,435	1,316	0,190	-0,115	-0,418	0,677	0,021	0,068	0,946	-0,043	-0,178	0,859	-0,063	-0,299	0,766
Reg_Vest_01	-0,663	-1,939	0,054	-0,477	-1,699	0,091	-0,486	-1,570	0,118	-0,322	-1,302	0,195	-0,412	-1,893	0,060
Reg_Centru_Sud_01	-0,571	-2,29	0,023	-0,544	-2,665	0,008	-0,580	-2,576	0,011	-0,522	-2,911	0,004	-0,389	-2,449	0,015

Modelarea participării în parteneriate de cercetare în calitate de coordonator...

	Fără centralitate			eigenvector centrality			closeness centrality			betweenness centrality			weighted degree centrality		
	Beta	t	Sig.	Beta	t	Sig.	Beta	t	Sig.	Beta	t	Sig.	Beta	t	Sig.
Reg_NV_01	-0,168	-0,537	0,592	-0,139	-0,543	0,588	-0,160	-0,567	0,571	-0,181	-0,804	0,422	-0,107	-0,541	0,589
Reg_NE_01	-0,459	-1,528	0,128	-0,754	-3,045	0,003	-0,655	-2,402	0,017	-0,492	-2,278	0,024	-0,628	-3,287	0,001
Zscore: centralitate				1,071	9,444	0,000	0,834	6,467	0,000	1,035	12,967	0,000	1,327	16,253	0,000

În toate cele 4 modele de regresie elaborate singurele variabile independente cu impact consistent semnificativ sunt apartenența la regiunile Centru+Sud și Nord-Est și scorul de centralitate. În cazul celor două regiuni avem parametri negativi în timp ce în cazul scorurilor de centralitate impactul este de fiecare dată pozitiv, coeficientul beta fiind cel mai mare în cazul centralității de grad ponderate în timp ce coeficientul beta cel mai mic este în cazul impactul centralității de apropiere.

Comparativ cu modelele cu scoruri de centralitate, în modelul în care această variabilă nu este prezentă, mărimea organizației (LN_venituri) și diversitatea relațiilor (multiplicitatea) au parametri semnificativi ceea ce sugerează o relație de mediere între aceste variabile și variabila dependentă prin coeficienții de centralitate.

Discuție

În patru modele identice ca set de controale, schimbând doar tipul de centralitate, **gradul ponderat** (numărul de participări cu alte cuvinte) maximizează puterea explicativă a numărului de proiecte în care o instituție coordonează ($R^2=0,710$), urmat de

betweenness ($R^2=0,629$), **eigenvector** ($R^2=0,519$) și **closeness** ($R^2=0,415$). Rezultatul indică faptul că intensitatea legăturilor (indicat de numărul de legături reciproce, care este în legătură directă liniară cu numărul de proiecte în care participă) și **poziția de brokeraj** (indicată de betweenness) sunt cele mai relevante trăsături de rețea asociate cu capacitatea instituțională de coordonare, peste simpla proximitate geodezică. Cu alte cuvinte, numărul de proiecte în care o instituție participă în calitate de coordonator este influențat de numărul de legături multiple cu instituții, sau de situația de a depune mai multe proiecte cu aceeași instituție (ceea ce duce și la o distribuire a rolurilor, evident).

În cazul impactului centralității de grad ponderate este interesant și efectul negativ al multiplicității. Având în vedere că în modelul fără centralitate impactul multiplicității este pozitiv, iar după introducerea centralității de grad ponderate devine negativ semnificativ, în cazul celorlalte fiind nesemnificativ (chiar dacă negativ în cele mai multe cazuri), avem de a face probabil cu un efect de suprimare (*Paradoxul lui*

Simpson), în care controlul prin centralitate – care are relație pozitivă cu multiplicitatea și cu variabila dependentă - scoate în evidență impactul negativ direct al multiplicității. Acest efect solicită o analiză aparte, fiind necesară interpretarea precută, atât din punct de vedere metodologic cât și teoretic, dar efectul sugerează că instituțiile cu multe proiecte depuse în calitate de coordonator au avut depuse mai multe proiecte în același domeniu în rețele cu aceeași instituție, distribuindu-și rolurile.

O altă constatare interesantă este aceea că efectul mărimii instituției asupra variabilei dependente este mediat complet prin centralitate. Cu alte cuvinte, impactul direct asupra numărului de proiecte în care o entitate participă în calitate de coordonator este al centralității, în timp ce centralitatea are o corelație pozitivă cu mărimea ($r(0,260-0,367)$).

Un efect de mediere similar este cel înregistrat în cazul spitalelor care, în modelul fără centralitate au un efect puternic negativ asupra variabilei dependente. Acest efect dispare odată cu introducerea scorurilor de centralitate, ceea ce arată că nu calitatea de a fi spital este problema, ci faptul că au poziții marginale în ecosistemul de cercetare (au scoruri de centralitate scăzute).

Chiar și în cazul celor două regiuni cu parametru negativ – Centru-Sud și NE, parametri sunt accentuați odată cu introducerea centralităților, ceea ce subliniază că, la aceeași centralitate, instituțiile din aceste regiuni au șanse mai mici de a participa în parteneriate de cercetare în calitate de coordonatori.

Limite

Acest exercițiu analitic are câteva limite importante care trebuie menționate. În primul rând, modul de construire a rețelei – prin proiecția consorțiilor asupra relațiilor bilaterale între instituții – conduce inevitabil la formarea de clique-uri dense și poate amplifica artificial anumite măsuri de centralitate, în special centralitatea de grad ponderată. Această caracteristică explică parțial corelațiile foarte ridicate între numărul de proiecte și centralitatea de grad, ceea ce reduce capacitatea de a distinge clar între intensitatea activității și poziționarea structurală propriu-zisă.

În al doilea rând, analiza se bazează pe date provenite dintr-o singură competiție națională, ceea ce limitează generalizarea rezultatelor. Structura specifică a programului Centrelor de Excelență și regulile de evaluare aplicate pot influența atât formarea parteneriatelor, cât și distribuția șanselor de coordonare, astfel încât relațiile identificate aici ar putea arăta diferit în alte contexte sau în rețele internaționale de colaborare.

În fine, există constrângeri metodologice legate de interpretarea cauzală. Deși modelele evidențiază asocieri robuste între centralitate și probabilitatea de coordonare, nu putem exclude factori neobservați – cum ar fi calitatea intrinsecă a propunerilor sau reputația cercetătorilor implicați – care să influențeze simultan atât poziționarea în rețea, cât și succesul la competiție. Prin urmare, rezultatele trebuie citite mai curând ca indicii ale importanței conectivității instituționale, decât ca dovezi definitive de cauzalitate.

Concluzii

Analiza realizată confirmă importanța centralității instituțiilor în rețelele de cercetare pentru capacitatea acestora de a coordona proiecte în cadrul programelor de finanțare. Toate măsurile de centralitate introduse în modele au demonstrat o creștere semnificativă a puterii explicative, însă cea mai consistentă influență a fost exercitată de **centralitatea de grad ponderată (care indică de fapt numărul de proiecte în care instituția participă)**, urmată de **betweenness** și **eigenvector**, în timp ce **closeness** s-a dovedit mai puțin relevantă. Această ierarhie sugerează că intensitatea și diversitatea legăturilor directe (determinate direct de frecvența participării în consorții), precum și poziția de brokeraj în rețea, sunt factori esențiali pentru accesul la roluri de coordonare.

Rezultatele evidențiază și faptul că **mărimea instituției și diversitatea relațiilor** nu acționează independent, ci prin intermediul centralității. Cu alte cuvinte, impactul direct al acestor variabile asupra șanselor de coordonare este mediat de poziția instituției în rețea. Mai mult, s-a conturat un posibil **efect de suprimare** în cazul multiplicității: deși în absența centralității influența sa este pozitivă, controlul prin centralitate relevă un impact negativ, semnalând că instituțiile cu multe parteneriate depun adesea proiecte în domenii similare, împărțind rolurile de coordonator și partener cu aceleași organizații.

Diferențele regionale observate confirmă o **asimetrie teritorială**: instituțiile localizate în regiunile Centru-Sud și Nord-Est au șanse mai reduse de a coordona proiecte chiar și atunci când dețin centralități comparabile cu cele din alte regiuni. Această constatare indică existența unor bariere structurale și contextuale care depășesc simpla poziționare în rețea și care pot ține de factori precum resursele disponibile, tradițiile organizaționale sau politicile regionale de sprijin pentru cercetare.

În ansamblu, cercetarea demonstrează că **centralitatea în rețeaua națională de cercetare este un determinant esențial al performanței instituționale** în competițiile pentru coordonare. Dincolo de relevanța sa

empirică, studiul aduce o contribuție teoretică prin evidențierea mecanismelor de mediere dintre dimensiunea organizațională, diversitatea parteneriatelor și capacitatea de coordonare.

Pe plan practic, rezultatele sugerează că strategiile instituțiilor de cercetare ar trebui să urmărească nu doar extinderea portofoliului de parteneri, ci și consolidarea legăturilor în rețele relevante și plasarea în poziții de brokeraj. În plus, politicile publice destinate reducerii dezechilibrelor regionale ar putea avea în vedere stimularea conectării instituțiilor din zone mai slab reprezentate la nodurile centrale ale rețelei naționale.

În continuare, cercetări suplimentare pot aprofunda **efectele paradoxale ale multiplexității**, analiza comparativă a pozițiilor instituțiilor în rețele internaționale și evaluarea dinamicii acestor rețele pe termen mediu și lung.

Modelarea probabilității de obținere a finanțării în urma participării în competiția pentru centre de excelență. Impactul centralității în rețea

Introducere

Analizele anterioare au arătat impactul centralității în rețeaua generală a instituțiilor de cercetare asupra numărului de participări în calitate de coordonator în parteneriate depuse la competiția pentru finanțarea Centrelor de Excelență. Dar, acest lucru nu se confundă, evident, cu succesul în obținerea finanțării, rezultat în urma ierarhizării proiectelor pe baza evaluărilor realizate de peer-revieweri. Conform OMCID 20662/17.04.2024 evaluarea proiectelor a fost realizată de experți din străinătate ceea ce ar trebui să asigure imparțialitatea în evaluare.

Participarea instituțiilor de cercetare în consorții nu depinde doar de resursele interne sau de tipul organizațional, ci și de poziționarea lor în rețelele extinse de colaborare. Literatura de specialitate arată că factori precum mărimea instituției, diversitatea relațiilor de parteneriat, localizarea geografică și diferitele forme de centralitate pot influența probabilitatea de a ocupa roluri de conducere.

În acest context, obiectivul studiului este de a analiza impactul centralității și al altor caracteristici organizaționale asupra numărului de proiecte finanțate în care o instituție participă, folosind datele competiției pentru Centrele de Excelență din 2024.

Metodologie

În condiții egale, principalul predictor al succesului în obținere a unei finanțări ar trebui să fie numărul de proiecte depuse spre finanțare care este, așa cum am văzut, în relație monotonă cu centralitatea de grad ponderată. Astfel că ne așteptăm ca centralitatea de grad ponderată să aibă impactul cel mai puternic asupra variabilei dependente. Dar, cum această variabilă descrie de fapt intensitatea activității, pentru a măsura impactul poziției în rețea ne vom raporta la centralitatea de intermediere (betweenness centrality). Celelalte măsuri ale centralității reflectă, conform literaturii de specialitate (Borgatti & Everett, 2006; Opsahl et al., 2010) într-o măsură mai mare frecvența participării în rețea – deși corelațiile bivariate simple contrazic în cazul nostru această presuposiție, vezi tabelul de la capitolul anterior *Tabel 78. Corelația Pearson între număr de participări în calitate de coordonator și centralitate* – astfel că ne vom concentra mai puțin asupra lor.

Întrucât analizele exploratorii succesive au arătat că multiplicitatea nu are impact semnificativ asupra variabilei dependente, ceea ce în sine este o constatare importantă, în niciuna din specificările testate, am renunțat la acest indicator în exercițiul nostru de regresie.

Unitatea de analiză în studiul de față este din nou entitatea de cercetare (N=196).

Variabila dependentă este calitatea în care a obținut finanțare: în calitate de coordonator, în calitate de participant, nu a obținut finanțare. Precum se vede, mai bine de jumătate dintre instituțiile participante la competiție nu au obținut nici o finanțare iar numărul coordonatorilor este de 15 (15 proiecte declarate eligibile pentru finanțare).

Tabel 81. Rezultatele competiției pentru Centre de Excelență

	N	%
Nu beneficiază de finanțare	112	57,1
Participare proiect finanțat	69	35,2
Coordonator proiect finanțat	15	7,7

Variabile independente:

Tabel 82. Variabile independente, dimensiuni, măsurare

Concept	Variabilă	Măsurare
Mărimea instituției de cercetare	Logaritm natural al veniturilor din anul fiscal 2023	Scală (min=9,21, max=21,22; medie=17,21)
Tip de instituție	Universitate publică (dummy)	dummy
	Spitale și institute clinice (dummy)	dummy
	INCD (dummy)	dummy
	Academia Română (dummy)	dummy
Localizare geografică	Regiunea de dezvoltare București-Ilfov	dummy
	Regiunea de dezvoltare Nord-Est	dummy
	Regiunea de dezvoltare Nord-Vest	dummy
	Regiunea de dezvoltare Sud-Centru	dummy
Centralități în rețeaua generală	Eigenvector centrality - standardizat	Scală (min=-1,07; max=3,53)
	Betweenness centrality - standardizat	Scală (min=-0,45, max=5,63)
	Closeness centrality - standardizat	Scală (min=-1,97; max=2,81)
	Weighted degree centrality - standardizat	Scală (min=-0,70, max=5,09)

Așa cum am arătat și în studiul anterior, standardizarea scorurilor de centralitate și logaritmul veniturilor au fost necesare datorită distribuțiilor acestora.

Procedura de analiză în acest caz a fost regresia logistică multinomială. Categoria de referință a fost participarea în proiecte declarate neeligibile pentru finanțare, astfel că, în paginile următoare, vom analiza modelări

prin regresie logistică ale probabilității de a participa în proiecte declarate finanțabile doar în calitate de participant și modelări prin regresie logistică ale probabilității de a participa în cel puțin un proiect declarat finanțabil în calitate de coordonator.

Rezultate

Conform măsurilor de tip pseudo- R^2 , toate specificările cu indicatori de centralitate contribuie la adecvarea modelului dar este clar că betweenness centrality are o performanță mai slabă decât ceilalți indicatori de centralitate. Dacă utilizăm procentul predicției corecte a valorii variabilei dependente ca și măsură a adecvării avem trei măsuri ale centralității cu performanțe mai bune și foarte apropiate: eigenvector, closeness centrality și weighted degree centrality. Cu alte cuvinte, intensitatea activității este un predictor mai bun al obținerii unei finanțări decât capacitatea de brokeraj. Această interpretare trebuie însă circumstanțiată, având în vedere că betweenness centrality sporește și ea puternic capacitatea predictivă a modelelor, dar trebuie reținut, totuși, că inclusiv betweenness centrality depinde de intensitatea activității. Mai simplu, nu poți fi intermediar de relații dacă nu participi la relații.

Tabel 83. Coeficienți pseudo- R^2 ale regresiilor logistice multinomiale

	fără centralitate	Eigenvector	Closeness centrality	Betweenness centrality	Weighted Degree centrality
Cox and Snell	0,312	0,467	0,453	0,426	0,472
Nagelkerke	0,375	0,561	0,544	0,512	0,567
McFadden	0,210	0,352	0,338	0,311	0,358

Tabel 84. %Predicții corecte ale modelelor de regresie logistică multinomială

	fără centralitate	Eigenvector	Closeness centrality	Betweenness centrality	Weighted Degree centrality
altă situație	84,90	89,60	88,70	86,80	89,60
participare pr. finanțat	51,50	66,20	67,60	58,80	64,70
coordonator pr. finanțat	33,30	46,70	46,70	40,00	46,70
procent corect total	68,80	77,80	77,80	73,00	77,20

Modelele de regresie logistică succesive realizate indică spre predictorii oarecum diferiți pentru cele două cazuri fericite raportate în modelare față de situația de referință (fără proiect finanțat: adică 57% din cazuri).

Din ambele modelări au fost excluse categoriile redundate ale variabilelor categorice – Academia Română și regiunea Vest.

În cazul modelării participării doar în calitate de participant în proiecte finanțate parametri a doi predictorii nu sunt influențați de introducerea coeficienților de centralitate: mărimea instituției – măsurată prin veniturile ei și calitatea de a fi universitate publică. În mod surprinzător, calitatea de a fi universitate publică are un impact negativ asupra participării în proiecte finanțate. Mai puțin surprinzător, mărimea instituției are un impact pozitiv asupra variabilei dependente.

Pe de altă parte, ca și în cazul modelelor anterioare, calitatea de a fi spital, deși aparent scade șansele la finanțare pare a fi fără consecințe în momentul introducerii scorurilor de centralitate indicând o relație de mediere între cele două variabile și calitatea de a participa la proiecte finanțate.

Pe de altă parte, calitatea fericită de a fi printre cele 15 instituții care au proiecte finanțate coordonate apare ca fiind influențată – pozitiv - doar de scorurile de centralitate, cu alte cuvinte de intensitatea participării și variatele ei descrieri, inclusiv de capacitatea de intermediere. De altfel, creșterea cu o unitate a scorului standardizat de centralitate de intermediere (betweenness centrality) duce la creșterea de 17,2 ori a probabilității de a coordona un proiect finanțat, comparat cu probabilitatea de a nu face parte din niciun proiect finanțat (varianta de referință).

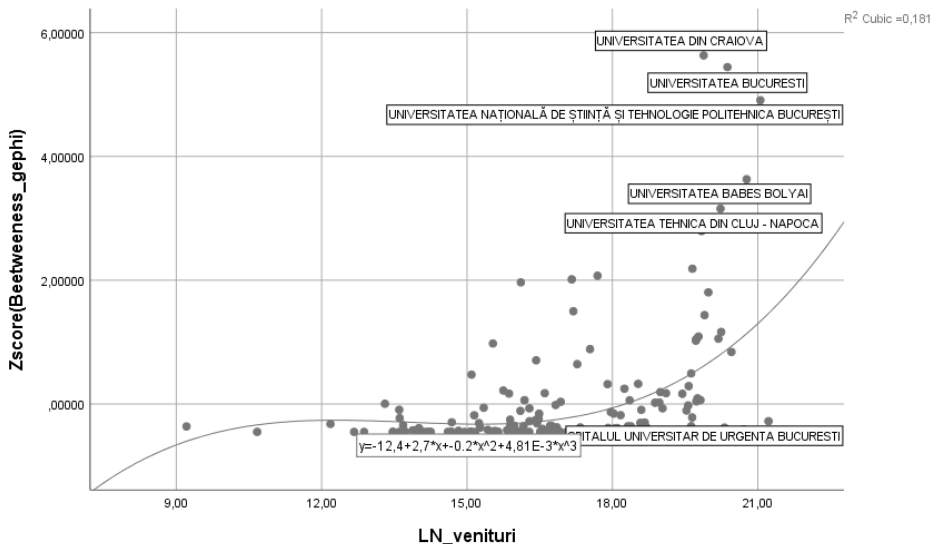


Figura 56. Grafic de împrăștiere al veniturilor și al centralității de intermediere

Și în acest caz avem o situație de mediere: dacă în modelul fără centralități mărimea instituției are un parametru pozitiv semnificativ,

odată cu introducerea indicatorilor de centralitate acest efect dispare, ceea ce este logic, având în vedere că mărimea corelează cu intensitatea activității – adică cu numărul de proiecte în care participă și, astfel, cel puțin parțial, și cu centralitatea în rețeaua extinsă. Precum se vede din graficul de mai jos, această relație nu este, totuși, liniară, existând o varianță mare a scorurilor de centralitate la extrema valorilor veniturilor (heteroskedasticitate).

Discuție

În regresii multinomiale logistice succesive care au inclus 4 măsuri ale centralității, pentru situația de a participa în calitate de participant în proiecte declarate eligibile pentru finanțare și situația de a participa în calitate de coordonator al unui proiect declarat eligibil pentru finanțare, am obținut modele și capacități de predicție deosebite. Dacă în cazul celor 36% de entități care, după publicarea rezultatelor evaluării au fost declarate doar participante la proiecte eligibile pentru finanțare, probabilitatea de predicție corectă începe de la 58%, în cazul celor 7,7% care coordonează proiecte declarate eligibile probabilitatea începe cu 40%.

Așa cum am anticipat, centralitatea, în oricare dintre variantele sale, are impactul cel mai mare asupra rezultatelor evaluării. Întrucât măsurile centralității exprimă în variate măsuri intensitatea participării la competiție, mai exact numărul de proiecte în care a participat, se poate spune că principalul predictor identificat de noi al succesului în această competiție îl constituie participarea cât mai consistentă în program. Deoarece centralitatea care reflectă cel mai puțin frecvența participării – centralitatea de intermediere – are al doilea efect ca mărime, putem infera că și capacitatea de intermediere contează în succesul participării la competiție.

De altfel pentru premiul cel mare, obținerea unei finanțări pentru un proiect coordonat, singurul predictor semnificativ îl constituie centralitatea în rețea, aspect care depinde într-o oarecare măsură de mărimea instituției. Cu alte cuvinte, în genul acesta de competiții, strategia principală este una simplă: participarea în cât mai multe consorții, ceea ce depinde, până la un anumit punct, de resursele instituției – efectul de mediere sesizat mai sus, dar dincolo de aceasta depinde de poziționarea existentă în rețelele de instituții de cercetare.

Alt rezultat interesant este că, contrar așteptărilor bazate pe literatură, controlând după toate variabilele relevante – mărimea și centralitatea mai ales – calitatea de a fi universitate publică scade probabilitatea de a face parte dintr-un consorțiu finanțat între 7 și 14 ori (conform coeficienților $\exp(b)$) față de situația alternativă.

Tabel 86. Distribuția instituțiilor pe tipuri și pe rezultatele competiției (suma procentelor pe linii=100)

	Altă situație (nefinanțat, retras, neeligibil)		Proiect finanțat		Proiect finanțat în calitate de coordonator	
	N	%	N	%	N	%
Universități publice	20	45,5	14	31,8	10	22,7
INCD-uri	8	22,9	25	71,4	2	5,7
Spitale+alte instituții	66	76,7	18	20,9	2	2,3
Academia Română	18	58,1	12	38,7	1	3,2

Aceasta este oarecum surprinzător, având în vedere că 10 din 15 entități coordonatoare sunt universități publice – ceea ce reprezintă 22,7% din toate universitățile publice participante în concurs. Cu toate acestea, având în vedere intensitatea participării lor în competiție, și mărimea, performanțele universităților sunt mai degrabă negative din acest punct de vedere.

Limite

Limitele acestui studiu sunt similare cu cele ale studiului anterior.

Un prim set de limite provine din **modul de construcție a rețelei**. Proiecția bi-modală, instituții-proiecte în rețea unică de instituții, creează inevitabil clustere foarte dense (cliques), ceea ce poate amplifica artificial anumite măsuri de centralitate, în special centralitatea de grad ponderată și cea de apropiere. Deși au fost folosite scoruri standardizate și logaritmări pentru a corecta distribuții neuniforme, rămâne posibil ca relațiile identificate să fie influențate de structura tehnică a datelor și nu doar de logica socială a parteneriatelor.

O altă limită este legată de **designul competiției și de natura datelor**. Analiza a utilizat date dintr-o singură competiție națională (Centrele de Excelență 2024), ceea ce restrânge generalizabilitatea rezultatelor. Mecanismele de evaluare, regulile administrative și contextul instituțional specific pot face ca relațiile identificate între centralitate, mărimea instituției și succes să fie valabile în acest cadru, dar mai puțin relevante în alte programe de finanțare sau în rețele internaționale.

În fine, există și **limite metodologice legate de interpretarea cauzală**. Modelele arată asocieri puternice între centralitate și succes, însă rezultatele sigur includ efectele unor factori neobservați (de exemplu, calitatea propunerilor de proiect, reputația echipelor, istoricul de colaborare) care pot să influențeze simultan atât poziționarea în rețea, cât și șansele de

finanțare. Astfel, rezultatele trebuie citite ca indicii robuste ale importanței conectivității instituționale, dar nu ca dovezi definitive de cauzalitate.

Concluzii

Analiza prin regresii multinomiale logistice a confirmat că **centralitatea instituțiilor în rețeaua de cercetare este cel mai puternic predictor al succesului** în competiția pentru finanțarea Centrelor de Excelență. În timp ce mărimea instituției și tipul acesteia (de exemplu, universitate publică, spital, INCD) au un rol explicativ limitat și uneori paradoxal, indicatorii de centralitate explică consistent atât probabilitatea de a participa la proiecte finanțate ca partener, cât și șansa, mai rară, de a obține statutul de coordonator.

Rezultatele arată că **intensitatea participării** – măsurată prin centralitatea de grad ponderată, dar și prin alte forme de centralitate – este asociată cel mai puternic cu probabilitatea de succes. Totuși, chiar și măsuri de poziționare structurală mai puțin dependente de volum, cum este **centralitatea de intermediere (betweenness)**, au un impact pozitiv semnificativ asupra șanselor de coordonare a proiectelor finanțate. Aceasta sugerează că nu doar participarea repetată contează, ci și plasarea instituției ca intermediar între grupuri diferite de parteneri.

Un efect de mediere important este vizibil între **mărimea instituției** și succesul la finanțare: impactul dimensiunii dispare odată ce centralitatea este introdusă în modele, ceea ce arată că mărimea conferă un avantaj doar în măsura în care facilitează participarea intensă și poziționarea centrală în rețea. De asemenea, rezultatele subliniază **asimetria între tipuri instituționale**, universitățile publice având, surprinzător, șanse mai mici de a figura în proiecte finanțate atunci când controlăm pentru mărime și centralitate, deși reprezintă majoritatea coordonatorilor în termeni absoluți.

În ansamblu, studiul demonstrează că **strategia cea mai eficientă pentru creșterea șanselor de succes în competiții competitive este participarea intensă și diversă în rețelele de consorții**, combinată cu o poziționare strategică de intermediere. Pe termen lung, politicile instituționale și publice care stimulează conectivitatea și parteneriatele active pot avea un impact mai mare asupra performanței la competiții decât simpla creștere a resurselor interne.

Concluzii generale privind ecosistemul de cercetare din România: o analiză a rețelelor de colaborare

Analiza rețelelor de colaborare științifică din România, realizată pe baza datelor din competiția „Centre de excelență” (2024), relevă un ecosistem complex, funcțional, dar profund ierarhizat și marcat de dezechilibre structurale semnificative. Rețeaua națională funcționează ca o „lume mică” (*small-world*), cu un grad ridicat de conectivitate, însă este dominată de un nucleu restrâns de universități publice mari, care acționează simultan ca hub-uri de influență și punți de legătură între diverse comunități științifice. Succesul în obținerea finanțării și a rolurilor de coordonare este determinat în principal de centralitatea unei instituții în rețea, un factor care mediază impactul mărimii și al resurselor. Raportul identifică, de asemenea, vulnerabilități majore, precum subreprezentarea cronică a sectorului privat și o puternică concentrare geografică a actorilor, și propune direcții strategice pentru a spori coeziunea, echitatea și potențialul de inovare al sistemului.

Structura rețelei: Centralizare, ierarhie și fragmentare tematică

Topologia rețelei de cercetare din România este una a contrastelor. Deși schimbul de informații este teoretic rapid datorită conectivității generale, structura este puternic ierarhizată.

- **Structura nucleu-periferie:** Ecosistemul este organizat în jurul unui **nucleu** restrâns și dens, format din marile universități, și o **periferie** extinsă, compusă din actori cu conectivitate redusă. Indiferent de metoda de analiză, nucleul central este format din **Academia de Studii Economice din București (ASE)**, **Universitatea din București (UB)**, **Universitatea Transilvania din Brașov (UNITBV)** și **Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca (UTCN)**. Conform datelor competiției de finanțare a Centrelor de Excelență din 2024, aceste instituții reprezintă motoarele principale ale colaborărilor la nivel național.
- **Centralizare ridicată:** Rețeaua este dominată de un număr mic de actori, care concentrează majoritatea legăturilor și a influenței. Această polarizare este vizibilă în toate domeniile, dar este deosebit de pronunțată în sectoare precum „**Securitate civilă**”.
- **Fragmentare pe domenii:** Densitatea rețelei variază semnificativ. Domenii precum „**Sănătate**” și „**Hrană, bioeconomie și mediu**” prezintă o structură mai fragmentată, cu o coeziune mai scăzută, în timp ce „**Securitate civilă**” este un cluster extrem de dens și

interconectat. Pe de altă parte, deși domeniile se fragmentează, entitățile specializate (proximitatea cognitivă) se aglomerează în acele clustere.

Actorii cheie și rolurile lor în rețea

Poziția unei instituții în rețea este determinată de o combinație de factori, incluzând dimensiunea, resursele și profilul organizațional. Universitățile și institutele de cercetare consacrate ocupă roluri centrale, în timp ce alți actori contribuie la diversificarea rețelei, dar cu o capacitate de coordonare limitată.

- **Centrele de influență (Hub-urile):** Cele mai conectate instituții, care funcționează ca piloni ai rețelei, sunt marile universități publice: **Universitatea Politehnică din București (UPB)**, **Universitatea București (UB)**, **Universitatea din Craiova (UCV)**, **Universitatea Babeș-Bolyai (UBB)** și **Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca (UTCN)**.
- **Punțile și brokerii – conectorii rețelei:** Aceleași universități mari joacă un rol crucial de **punte** (*bridge*) și **broker**, conectând subcomunități științifice care altfel ar rămâne izolate. Ele umplu „golurile structurale” ale rețelei, facilitând colaborarea interdisciplinară și trans-sectorială. Alături de ele, unele institute ale Academiei Române (ex: **Institutul de Chimie Macromoleculară „Petru Poni”**) joacă roluri esențiale de punte.
- **Parteneriate multiplex reflectă colaborări profunde:** Cele mai puternice și versatile parteneriate, care se întind pe multiple domenii de cercetare, se regăsesc între universitățile tradiționale. Perechile **UB-UBB** și **UBB-UAIC Iași** colaborează în toate cele șase domenii analizate, demonstrând relații de cercetare mature și profunde. Aceste parteneriate profunde (UB-UBB, UBB-UAIC, etc.) care se întind pe toate cele șase domenii demonstrează o proximitate cognitivă foarte largă care reflectă atât structuri instituționale similare cât și perspective convergente privind misiunea și modul de poziționare în ecosistemul național de cercetare-inovare, inclusiv prin parteneriate preexistente codificate în așa-zisele consorții academice care au deja o vechime de mai bine de un deceniu în România.

Dezechilibre majore în ecosistemul de cercetare

Raportul nostru scoate în evidență două vulnerabilități structurale care limitează potențialul de inovare și echitatea sistemului.

- **Concentrarea geografică excesivă:** Peste jumătate din totalul entităților (52,5%) sunt localizate în regiunea **București-Ilfov**. Această concentrare masivă creează un decalaj semnificativ față de alte regiuni, în special **Sud-Muntenia** și **Sud-Vest Oltenia**, care sunt aproape absente din rețeaua națională.
- **Subreprezentarea sectorului privat și non-profit: ONG-urile și SRL-urile sunt actori marginali**, cu o participare extrem de redusă. Nicio entitate din aceste categorii nu a coordonat vreun proiect, ceea ce indică o barieră persistentă în accesul la finanțare publică și o ruptură între cercetarea academică și mediul socio-economic. Solicitarea unei acreditări în calitate de entitate care realizează sau promovează cercetarea a reprezentat o barieră importantă în calea participării ONG-urilor și a SRL-urilor, a cărei oportunitate pentru viitoare competiții trebuie reanalizată.

Factorii de succes: centralitatea ca predictor cheie al participării în proiecte finanțate

Analiza statistică demonstrează că succesul într-o competiție de cercetare este strâns legat de poziția unei instituții în rețeaua de colaborări.

- **Centralitatea determină succesul:** Cel mai puternic predictor pentru obținerea finanțării și pentru coordonarea proiectelor este **centralitatea**. Instituțiile cu cele mai multe legături (centralitate de grad) și cele care joacă un rol de intermediar (centralitate de intermediere) au cele mai mari șanse de succes. Astfel, strategia cea mai eficientă este participarea intensă și strategică în cât mai multe consorții. Bineînțeles că aceasta depinde de resurse, inclusiv de capitalul social/relațional acumulat cât și de reputație, ceea ce de fapt a investigat acest studiu.
- **Impactul mediat al resurselor:** Mărimea unei instituții (veniturile) nu are un impact direct asupra succesului. Resursele financiare conferă un avantaj doar în măsura în care permit instituției să-și construiască și să-și mențină o poziție centrală în rețea. Poziția este condiționată de resurse dar nu vine de la sine, fiind obținută în urma unor eforturi coordonate și sistematice.
- **Performanța relativă a universităților:** Deși domină peisajul în cifre absolute, atunci când se controlează statistic pentru mărime și centralitate, universitățile publice au o probabilitate mai mică de a fi parte dintr-un proiect finanțat (ca partener), comparativ cu alte tipuri de organizații mai specializate, precum INCD-urile. Aceasta subliniază, probabil, un rezultat suboptimal al universităților în

valorificarea resurselor imense pe care le dețin – comparativ cu alte entități – în ocuparea unor poziții centrale în ecosistemul național de cercetare-dezvoltare.

Recomandări strategice

Pe baza acestor concluzii, putem propune o serie de direcții strategice menite să consolideze și să echilibreze ecosistemul național de cercetare:

- **Diversificarea ecosistemului:** Crearea de instrumente de finanțare dedicate care să stimuleze participarea și coordonarea de proiecte de către **ONG-uri, SRL-uri și muzee**. Renunțarea la barierele formale din calea participării ONG-urilor și a SRL-urilor la competițiile de finanțare a cercetării din surse publice.
- **Echilibrare regională:** Implementarea unor scheme de sprijin pentru regiunile subreprezentate și încurajarea parteneriatelor inter-regionale pentru a reduce concentrarea geografică.
- **Consolidarea rețelelor fragmentate:** Lansarea de apeluri tematice care să încurajeze formarea de consorții extinse și multisectoriale în domeniile mai puțin coezive.
- **Valorificarea pârgurilor rețelei:** Utilizarea strategică a hub-urilor și a punților pentru a integra actorii periferici și a disemina bunele practici în întregul sistem.

Bibliografie

- Abbasi, A., Hossain, L., & Leydesdorff, L. (2012). Betweenness centrality as a driver of preferential attachment in the evolution of research collaboration networks. *Journal of informetrics*, 6(3), 403-412. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2012.01.002>
- Al-Ajlani, H., Dunn, K., Gerland, E., Hoya, C., Linter, A., Meszner, D., Mirambell, M., Nájera, L., Nicosia, D., Percival, C., Wille, H., & Wynarski, J. (2023). *ERA Monitoring 2023 18-months-review of the implementation of the ERA Policy Agenda ('EU-level Report')*. P. O. o. t. E. Union.
- Aldieri, L., Kotsemir, M., & Vinci, C. P. (2018). The impact of research collaboration on academic performance: An empirical analysis for some European countries. *Socio-Economic Planning Sciences*, 62, 13-30. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2017.05.003>
- Álvarez-Bornstein, B., Díaz-Faes, A. A., & Bordons, M. (2019). What characterises funded biomedical research? Evidence from a basic and a clinical domain. *Scientometrics*, 119(2), 805-825. <https://doi.org/10.1007/s11192-019-03066-3> <https://link.springer.com/article/10.1007/s11192-019-03066-3>
- Amarioarei, A., & Paun, M. (2016). Two Decades of Research Collaboration: A Keyword Scopus Evaluation. *Romanian Statistical Review*, 64(4), 49-68.
- Ansari, J. A. N., & Khan, N. A. (2020). Exploring the role of social media in collaborative learning the new domain of learning. *Smart Learning Environments*, 7(1), 9. <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00118-7>
- Balestrini, M., Kotsev, A., Ponti, M., & Schade, S. (2021). Collaboration matters: capacity building, up-scaling, spreading, and sustainability in citizen-generated data projects. *Humanities and Social Sciences Communications*, 8(1), 1-15. <https://doi.org/10.1057/s41599-021-00851-5>
- Balleisen, E. (2024). The Challenges of Building Interdisciplinary Ecosystems at Research Universities. A Keynote at the Launch of the Times Higher Education Global Interdisciplinary Science Ranking. <https://interdisciplinary.duke.edu/resource/challenges-building-interdisciplinary-ecosystems-research-universities/>
- Balogh, M., & Negrea, N. (2006). The role of Romanian NGOs in democratization process of the society after 1990. *Transylvanian review of administrative sciences*, 2(17), 16-25. <https://rtsa.ro/tras/index.php/tras/article/view/349>
- Barabási, A.-L. (2009). Scale-Free Networks: A Decade and Beyond. *Science*, 325(5939), 412-413. <https://doi.org/10.1126/science.1173299>
- Barabási, A.-L. (2012). Luck or reason. *Nature*, 489(7417), 507-508. <https://doi.org/10.1038/nature11486>
- Barabási, A.-L. (2016). *Network science* (Vol. 3). Cambridge University Press. ISBN: 9781107076266

- Barabási, A.-L., & Albert, R. (1999). Emergence of Scaling in Random Networks. *Science*, 286(5439), 509-512. <https://doi.org/10.1126/science.286.5439.509>
- Barabási, A. L., Jeong, H., Néda, Z., Ravasz, E., Schubert, A., & Vicsek, T. (2002) Evolution of the social network of scientific collaborations. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 311(3), 590-614. <https://doi.org/10.1016/S0378-4371%2802%2900736-7>
- Bearden, J., Atwood, W., Freitag, P., Hendricks, C., Mintz, B., & Schwartz, M. (1975). The nature and extent of bank centrality in corporate networks. Republicată In J. Scott (Ed.), 2002, *Social Networks: Critical Concepts in Sociology* (pp. 201-237). Routledge. <https://books.google.ro/books?id= 0xj8D3C8XMcC>
- Bellotti, E. (2012). Getting funded. Multi-level network of physicists in Italy. *Soc. Networks*, 34(2), 215-229. <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2011.12.002>
- Bellotti, E., Kronegger, L., & Guadalupi, L. (2016). The evolution of research collaboration within and across disciplines in Italian Academia. *Scientometrics*, 109(2), 783 - 811. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-2068-1>
- Bergenholtz, C., & Waldstrøm, C. (2011). Inter-organizational network studies—a literature review. *Industry and innovation*, 18(6), 539-562. <https://doi.org/10.1080/13662716.2011.591966>
- Biholar, A.-I., Landa, B. L., & Draghici, A. (2024). *An Analysis of the Romanian Research Eco-System: Actual Risks and Challenges for Future Development*. MakeLearn 2024: Artificial Intelligence for Human-Technologies-Economy Sustainable Development,, ToKnowPress.
- Borgatti, S. P., & Everett, M. G. (2000). Models of core/periphery structures. *Social Networks*. [https://doi.org/10.1016/S0378-8733\(99\)00019-2](https://doi.org/10.1016/S0378-8733(99)00019-2)
- Borgatti, S. P., & Everett, M. G. (2006). A graph-theoretic perspective on centrality. *Social networks*, 28(4), 466-484. <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2005.11.005>
- Boschma, R. (2005). Proximity and innovation: a critical assessment. *Regional studies*, 39(1), 61-74. <https://doi.org/10.1080/0034340052000320887>
- Brandes, U. (2001). A faster algorithm for betweenness centrality*. *Journal of Mathematical Sociology*, 25(2), 163-177. <https://doi.org/10.1080/0022250X.2001.9990249>
- Breschi, S., & Cusmano, L. (2006). Unveiling the texture of a European Research Area: emergence of oligarchic networks under EU Framework Programmes. In *Knowledge flows in European industry* (pp. 294-324). Routledge. ISBN 9781134338566 https://didattica.unibocconi.it/mypage/upload/48944_20101220_020720_BRESCHI-CUSMANO04.PDF
- Brosius, M., Haki, M. K., Aier, S., & Winter, R. (2017). A literature review of coordination mechanisms: Contrasting organization science and information systems perspectives. In: Aveiro, D., Pergl, R., Guizzardi, G., Almeida, J., Magalhães, R., Lekkerkerk, H. (eds) *Advances in Enterprise Engineering XI*.

- EEWC 2017. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 284. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57955-9_1
- Burghardt, K. A., He, Z., Percus, A. G., & Lerman, K. (2021,a). The emergence of heterogeneous scaling in research institutions. *Communications Physics*, 4(1), 189. <https://doi.org/10.1038/s42005-021-00693-2>
- Burghardt, K. A., Percus, A. G., & Lerman, K. (2021,b). A model of densifying collaboration networks. *arXiv preprint arXiv:2101.11056*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2101.11056>
- Burt, R. S. (1992). *Structural Holes: The Social Structure of Competition*. Harvard University Press. <http://www.jstor.org/stable/j.ctv1kz4h78>
- Burt, R. S. (2005). *Brokerage and closure : An introduction to Social Capital*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199249145.001.0001>
- Buys, N., & Bursnall, S. (2007). Establishing university–community partnerships: Processes and benefits. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 29(1), 73-86. <https://doi.org/10.1080/13600800601175797>
- Čada, K., & Ptáčková, K. (2013). Possibilities and limits of collaboration between science and NGOs in the Czech Republic. *Journal of Cleaner Production*, 49, 25-34. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.039>
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. (2009). 'Mode 3'and'Quadruple Helix': toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International journal of technology management*, 46(3-4), 201-234. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2009.023374>
- Cernat, V. (2024). The unprincipled principal: How Romania's inconsistent research reform impacted scientific output. *Scientometrics*, 129(9), 5557-5575. <https://doi.org/10.1007/s11192-024-05118-9>
- Cerqueti, R., Iovanella, A., & Mattera, R. (2024). Clustering networked funded European research activities through rank-size laws. *Annals of Operations Research*, 342(3), 1707-1735. <https://doi.org/10.1007/s10479-023-05321-6>
- Chompalov, I., Genuth, J., & Shrum, W. (2002). The organization of scientific collaborations. *Research Policy*, 31(5), 749-767. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00145-7](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00145-7)
- Claeys-Kulik, A.-L. (2019). European Universities Initiative – Chances and challenges. *University World News*, 6. <https://www.university-worldnews.com/post.php?story=20191106144804387>
- Cugmas, M., Mali, F., & Žiberna, A. (2020). Scientific collaboration of researchers and organizations: a two-level blockmodeling approach. *Scientometrics*, 125(3), 2471-2489. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03708-x>
- Datta, S., Basuchowdhuri, P., Acharya, S., & Majumder, S. (2017). The Habits of Highly Effective Researchers: An Empirical Study. *IEEE Transactions on Big Data*, 3(1), 3-17. <https://doi.org/10.1109/TBDATA.2016.2611668>

- De Carli, M., Vankalc, S., Zonno, A., & Nemeth, A. (2021). *PSF review of the Romanian R&I System – Background report*. P. O. o. t. E. Union. https://projects.research-and-innovation.ec.europa.eu/sites/default/files/rio/report/PSF_background_report_final_23Nov_2021.pdf
- Ding, Y. (2011). Scientific collaboration and endorsement: Network analysis of coauthorship and citation networks. *Journal of Informetrics*, 5(1), 187-203. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.008>
- Dogra, S. (2025). Interdisciplinarity for Real-World Challenges. *Science Nexus*. <https://www.sciencenexus.org/blog/interdisciplinarity-for-real-world-challenges>
- Dooly, Z., Duane, A., & O'Driscoll, A. (2022). Creating and Managing EU Funded Research Networks: An Exploratory Case. *The Electronic Journal of Business Research Methods*, 20(1), 1-20. <https://doi.org/10.34190/ejbrm.20.1.2556>
- Durugbo, C. (2016). Collaborative networks: A systematic review and multi-level framework. *International Journal of Production Research*, 54(12), 3749-3776. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1122249>
- Easley, D., & Kleinberg, J. (2010). *Networks, crowds, and markets: Reasoning about a highly connected world* (Vol. 1). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511761942>
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and „Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), 109-123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- European Commission (Comisia Europeană). (2023). *Fostering excellence, collaboration and innovation through European Research Infrastructures*. Publications Office of the European Union. <https://cordis.europa.eu/article/id/448091-fostering-excellence-collaboration-and-innovation-through-european-research-infrastructures>
- European Commission: Directorate-General for Research and Innovation (Comisia Europeană: Direcția Generală pentru Cercetare și Inovație), *Science, research and innovation performance of the EU, 2024 – A competitive Europe for a sustainable future*, Publications Office of the European Union, 2024, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/965670>
- European Parliament: Directorate-General for Internal Policies of the Union (Parlamentul European: Direcția Generală Politici Interne ale Uniunii Europene), Gassler, H., Marcus, S., Gries, C.-I., Elixmann, D., & Dinges, M. (2013). *SMEs participation under Horizon 2020*, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2861/2426>
- Eurostat. (2023, November 27, 2023). *Romania. R&D Information*. <https://www.openaire.eu/os-romania>

- Fabrizi, A., Guarini, G., & Meliciani, V. (2016). Public knowledge partnerships in European research projects and knowledge creation across R&D institutional sectors. *Technology Analysis & Strategic Management*, 28(9), 1056-1072. <https://doi.org/10.1080/09537325.2016.1181741>
- Fagan, J., Eddens, K. S., Dolly, J., Vanderford, N. L., Weiss, H., & Levens, J. S. (2018). Assessing Research Collaboration through Co-authorship Network Analysis. *J Res Adm*, 49(1), 76-99. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31435193/>
- Ferligoj, A., Kronegger, L., Mali, F., Snijders, T. A., & Doreian, P. (2015). Scientific collaboration dynamics in a national scientific system. *Scientometrics*, 104, 985-1012. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1585-7>
- Fonseca, B. P., Fernandes, E., & Fonseca, M. V. (2017). Collaboration in science and technology organizations of the public sector: A network perspective. *Science and Public Policy*, 44(1), 37-49. <https://doi.org/10.1093/scipol/scw013>
- Freeman, L. C. (1978). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3), 215-239. [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(78\)90021-7](https://doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7)
- Gaskó, N., Lung, R. I., & Suci, M. A. (2016). A new network model for the study of scientific collaborations: Romanian computer science and mathematics co-authorship networks. *Scientometrics*, 108, 613-632. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-1968-4>
- Granovetter, M. S. (1973). The Strength of Weak Ties. *American journal of sociology*, 78(6), 1360-1380. <https://doi.org/10.1086/225469>
- Hage, P., & Harary, F. (1995). Eccentricity and centrality in networks. *Social Networks*, 17(1), 57-63. [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(94\)00248-9](https://doi.org/10.1016/0378-8733(94)00248-9)
- Hagedoorn, J., Link, A. N., & Vonortas, N. S. (2000, 2000/04/01/). Research partnerships. *Research Policy*, 29(4), 567-586. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00090-6](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00090-6)
- Hâncean, M.-G., Perc, M., & Lerner, J. (2021). The coauthorship networks of the most productive European researchers. *Scientometrics*, 126(1), 201-224. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03746-5>
- Hâncean, M.-G., Perc, M., & Vlăsceanu, L. (2014). Fragmented Romanian Sociology: Growth and Structure of the Collaboration Network. *PLoS ONE*, 9(11), e113271. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113271>
- Hâncean, M. G. (2014). *Rețelele sociale*. Polirom. ISBN: 978-973-46-4330-1
- Hashmi, S. D., Gulzar, S., Ghafoor, Z., & Naz, I. (2020). Sensitivity of firm size measures to practices of corporate finance: evidence from BRICS. *Future Business Journal*, 6(1), 9. <https://doi.org/10.1186/s43093-020-00015-y>
- Hell, P., & Nešetřil, J. (1992). The core of a graph. *Discrete Mathematics*, 109(1-3), 117-126. [https://doi.org/10.1016/0012-365X\(92\)90282-K](https://doi.org/10.1016/0012-365X(92)90282-K)

- Hoekstra, F., Mrklas, K. J., Sibley, K. M., Nguyen, T., Vis-Dunbar, M., Neilson, C. J., Crockett, L. K., Gainforth, H. L., & Graham, I. D. (2018). A review protocol on research partnerships: a Coordinated Multicenter Team approach. *Systematic Reviews*, 7(1), 217. <https://doi.org/10.1186/s13643-018-0879-2>
- Huang, S., Lv, T., Zhang, X., Yang, Y., Zheng, W., & Wen, C. (2014). Identifying Node Role in Social Network Based on Multiple Indicators. *PLoS ONE*, 9(8), e103733. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103733>
- Huang, Y., Zhang, Y., Youtie, J., Porter, A. L., & Wang, X. (2016). How Does National Scientific Funding Support Emerging Interdisciplinary Research: A Comparison Study of Big Data Research in the US and China. *PLoS ONE*, 11(5), e0154509. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154509>
- Huggins, R., Johnston, A., & Stride, C. (2012). Knowledge networks and universities: Locational and organisational aspects of knowledge transfer interactions. *Entrepreneurship & Regional Development*, 24(7-8), 475-502. <https://doi.org/10.1080/08985626.2011.618192>
- Huggins, R., & Prokop, D. (2017). Network structure and regional innovation: A study of university–industry ties. *Urban Studies*, 54(4), 931-952. <https://doi.org/10.1177/0042098016630521>
- Huggins, R., Prokop, D., & Thompson, P. (2020). Universities and open innovation: The determinants of network centrality. *The Journal of Technology Transfer*, 45, 718-757. <https://doi.org/10.1007/s10961-019-09720-5>
- Huian, M. C., Bisogno, M., & Mironiuc, M. (2022). Technology transfer performance of public research institutes: the case of Romania. *Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management*, 35(1), 41-64. <https://doi.org/10.1108/JPBAFM-01-2022-0023>
- Hwang, W., Cho, Y.-r., Zhang, A., & Ramanathan, M. (2006). Bridging centrality: identifying bridging nodes in scale-free networks. In *Proceedings of the 12th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*, 20-23.
- Jensen, P., Morini, M., Karsai, M., Venturini, T., Vespignani, A., Jacomy, M., Cointet, J.-P., Mercklé, P., & Fleury, E. (2016). Detecting global bridges in networks. *Journal of Complex Networks*, 4(3), 319-329. <https://doi.org/10.1093/comnet/cnv022>
- Jeong, S., Choi, J. Y., & Kim, J.-Y. (2014). On the drivers of international collaboration: The impact of informal communication, motivation, and research resources. *Science and public policy*, 41(4), 520-531. <https://doi.org/10.1093/scipol/sct079>
- Johnston, A. (2020). University-Industry Collaboration: Are SMEs Different? <https://www.enterpriseresearch.ac.uk/wp-content/uploads/2020/06/No41-University-Industry-Collaboration-Are-SMEs-Different-Johnston-FINAL-1.pdf>

- Josefy, M., Kuban, S., Ireland, R. D., & Hitt, M. A. (2015, 2015/01/01). All Things Great and Small: Organizational Size, Boundaries of the Firm, and a Changing Environment. *Academy of Management Annals*, 9(1), 715-802. <https://doi.org/10.5465/19416520.2015.1027086>
- Karakas, C. (2019). *European research area (ERA) – Regional and cross-border perspectives*. European Parliamentary Research Service. [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI\(2019\)637939](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2019)637939)
- Kienast, S.-R. (2023, 2023/06/01). How do universities' organizational characteristics, management strategies, and culture influence academic research collaboration? A literature review and research agenda. *Tertiary Education and Management*, 29(2), 139-160. <https://doi.org/10.1007/s11233-022-09101-y>
- Kleinberg, J. M. (1999). Authoritative sources in a hyperlinked environment. *J. ACM*, 46(5), 604–632. <https://doi.org/10.1145/324133.324140>
- Kneller, R., Mongeon, M., Cope, J., Garner, C., & Ternouth, P. (2014). Industry-university collaborations in Canada, Japan, the UK and USA–With emphasis on publication freedom and managing the intellectual property lock-up problem. *PLoS ONE*, 9(3), e90302. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0090302>
- Kotiranta, A., Tahvanainen, A., Kovalainen, A., & Poutanen, S. (2020). Forms and varieties of research and industry collaboration across disciplines. *Heliyon*, 6(3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03404>
- Krnc, M., Sereni, J.-S., Škrekovski, R., & Yilma, Z. B. (2020). Eccentricity of networks with structural constraints. *Discussiones Mathematicae Graph Theory*, 40(4), 1141-1162. <https://doi.org/10.7151/dmgt.2180>
- Kyvik, S., & Reymert, I. (2017). Research collaboration in groups and networks: differences across academic fields. *Scientometrics*, 113, 951 - 967. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2497-5>
- Laurenson, P., van Saaze, V., & van de Vall, R. (2022). Bridging the gaps between theory and practice through cross-institutional collaboration in the conservation of contemporary art. In A. Swinnen, A. Kluvelde, & R. van de Vall (Eds.), *Engaged Humanities: Rethinking Art, Culture, and Public Life* (pp. 271-304). Amsterdam University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv2rcnqpt.14>
- Link, A. N., & Rees, J. (1990, 1990/03/01). Firm size, university based research, and the returns to R&D. *Small Business Economics*, 2(1), 25-31. <https://doi.org/10.1007/BF00389891>
- Liu, G. M., Meadows, M. L., Wiley, K. T., Jurinsky, J., Anglemeyer, A. A., Wang, L., Schneider, J. T., & Suiter, S. (2023). Network Analysis for Formative Evaluation of Collaborative, Team Science Research Partnerships. *Evaluation & the Health Professions*, 46, 334 - 343. <https://doi.org/10.1177/01632787231195642>
- Lokot, M., & Wake, C. (2021). Research as usual in humanitarian settings? Equalising power in academic-NGO research partnerships through co-

- production. *Conflict and Health*, 15(1), 64. <https://doi.org/10.1186/s13031-021-00399-w>
- Long, J. C., Cunningham, F. C., & Braithwaite, J. (2013). Bridges, brokers and boundary spanners in collaborative networks: a systematic review. *BMC health services research*, 13(1), 158. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-13-158>
- Lopes, J. F., Couto, A. C., Daher, A., & Fonseca, B. d. P. (2024). Strengthening research networks: Insights from a clinical research network in Brazil. *PLoS One*, 19(8), e0307817. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0307817>
- Luo, J., Pelfrey, C., & Zhang, G.-Q. (2014). Visualizing and evaluating the growth of multi-institutional collaboration based on research network analysis. *AMIA Summits on Translational Science Proceedings, 2014*, 60. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4419767/>
- Ma, J., Jiang, F., Gu, L., Zheng, X., Lin, X., & Wang, C. (2020). Patterns of the Network of Cross-Border University Research Collaboration in the Guangdong-Hong Kong-Macau Greater Bay Area. *Sustainability*, 12(17), 6846. <https://doi.org/10.3390/su12176846>
- Malliaros, F. D., Giatsidis, C., Papadopoulos, A. N., & Vazirgiannis, M. (2020). The core decomposition of networks: Theory, algorithms and applications. *The VLDB Journal*, 29(1), 61-92. <https://doi.org/10.1007/s00778-019-00587-4>
- Marin, A., & Wellman, B. (2011). Social network analysis: An introduction. In J. Scott, & Carrington, P. J. (Ed.), *The SAGE handbook of social network analysis* (Vol. 11, pp. 25). SAGE. <https://doi.org/10.4135/9781446294413.n2>
- Mayhew, B. H., & Levinger, R. L. (1976). Size and the Density of Interaction in Human Aggregates. *American Journal of Sociology*, 82(1), 86-110. <https://doi.org/10.1086/226271>
- Meghanathan, N. (2021). Neighborhood-based bridge node centrality tuple for complex network analysis. *Applied Network Science*, 6(1), 47. <https://doi.org/10.1007/s41109-021-00388-1>
- Mihăilă, B. E. (2018). The impact of transnational co-authorship on the scientific quality of academic researchers-Case Studies: Slovenia, Poland and Romania. *International Review of Social Research*, 8(2). <https://doi.org/10.2478/irsr-2018-0015>
- Miricescu, D., Heinisch, M., & Heinisch, L. (2021). Collaborations between universities and the business environment in Romania. *MATEC Web Conf.*, 343, 07001. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202134307001>
- Mizruchi, M. S. (1984). Interlock groups, cliques, or interest groups? Comment on Allen. *Social Networks*, 6(2), 193-199. [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(84\)90017-0](https://doi.org/10.1016/0378-8733(84)90017-0)
- Mizruchi, M. S., Mariolis, P., Schwartz, M., & Mintz, B. (1986). Techniques for disaggregating centrality scores in social networks. *Sociological Methodology*, 16, 26-48. <https://doi.org/10.2307/270918>

- Moody, J. (2004). The Structure of a Social Science Collaboration Network: Disciplinary Cohesion from 1963 to 1999. *American Sociological Review*, 69(2), 213-238. <https://doi.org/10.1177/000312240406900204>
- Muscio, A., Quaglione, D., & Vallanti, G. (2013). Does government funding complement or substitute private research funding to universities? *Research Policy*, 42(1), 63-75. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.04.010>
- Musiał, K., & Juszczyszyn, K. (2009). Properties of Bridge Nodes in Social Networks. Computational Collective Intelligence. In: Nguyen, N.T., Kowalczyk, R., Chen, SM. (eds) *Computational Collective Intelligence. Semantic Web, Social Networks and Multiagent Systems. ICCCI 2009. Lecture Notes in Computer Science()*, vol 5796. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04441-0_31
- Newman, M. (2001). Scientific collaboration networks. II. Shortest paths, weighted networks, and centrality. *Physical Review E*, 64(1), 016132. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.64.016132>
- Newman, M. E. J. (2010). *Networks: An Introduction*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199206650.001.0001>
- Nezami, M., Chisam, N., & Palmatier, R. (2024, 08/15). Network centrality and firm performance: A meta-analysis. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 53, 1-26. <https://doi.org/10.1007/s11747-024-01043-8>
- O'Dwyer, M., Filieri, R., & O'Malley, L. (2023). Establishing successful university–industry collaborations: barriers and enablers deconstructed. *The Journal of Technology Transfer*, 48(3), 900-931. <https://doi.org/10.1007/s10961-022-09932-2>
- Oliveira, M., & Gama, J. (2012). An overview of social network analysis. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 2(2), 99-115. <https://doi.org/10.1002/widm.1048>
- Olson, M. (1965). *The logic of collective action; public goods and the theory of groups*. Harvard University Press. ISBN 9780674537514
- Opsahl, T., Agneessens, F., & Skvoretz, J. (2010). Node centrality in weighted networks: Generalizing degree and shortest paths. *Social Networks*, 32(3), 245-251. <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2010.03.006>
- Osareh, F., Zahabi, S. S., & Akbarzadeh, F. (2022). Co-authorship Network Analysis of Medical Images Researchers with Emphasis on Micro and Macro Metrics. *Journal of Clinical Research in Paramedical Sciences*, 11(2), e131621. <https://doi.org/10.5812/jcrps-131621>
- Pierroux, P., Sauge, B., & Steier, R. (2021). Exhibitions as a collaborative research space for university-museum partnerships. In S. Rousell & E. Cutter-Mackenzie-Knowles (Eds.), *Experimental museology: Institutions, representations, users*, 149–166. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780367808433-9-13>

- Powell, W. W., & Grodal, S. (2006). Networks of innovators. In I. Fagerberg, D. C. Mowery, & R. R. Nelson (Eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, 56-85. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199286805.003.0003>
- Purnell, P. J. (2025). Transdisciplinary research: How much is academia heeding the call to work more closely with societal stakeholders such as industry, government, and nonprofits? *Scientometrics*, 130(7), 3571-3595. <https://doi.org/10.1007/s11192-025-05367-2>
- Radu, A.-F., Bungau, S. G., Negru, P. A., Marcu, M. F., & Andronie-Cioara, F. L. (2022). In-depth bibliometric analysis and current scientific mapping research in the context of rheumatoid arthritis pharmacotherapy. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 154, 113614. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.113614>
- Ravasz, E., & Barabási, A.-L. (2003, 02/14/). Hierarchical organization in complex networks. *Physical Review E*, 67(2), 026112. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.67.026112>
- Roesler, C., & Broekel, T. (2017). The role of universities in a network of subsidized R&D collaboration: The case of the biotechnology-industry in Germany. *Review of Regional Research*, 37, 135-160. <https://doi.org/10.1007/s10037-017-0118-7>
- Rojas, M. G. A., Solis, E. R. R., & Zhu, J. J. (2018). Innovation and network multiplexity: R&D and the concurrent effects of two collaboration networks in an emerging economy. *Research Policy*, 47(6), 1111-1124. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.03.018>
- Rüegg, W. (Ed.). (2006). *A History of the University in Europe - Volume III, Universities in the Nineteenth and Early Twentieth Centuries (1800–1945)* (Vol. 3). Cambridge University Press. ISBN 9781139453028
- Sampaio, R. B., Fonseca, B. P., Bahulkar, A., & Szymanski, B. K. (2017). Network analysis to support public health: evolution of collaboration among leishmaniasis researchers. *Scientometrics*, 111(3), 2001-2021. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2346-6>
- Sandu, S. (2016). The Resilience of the Romanian R&D System. *Romanian Journal of Economics*, 43(2(52)), 107-132. <https://revecon.ro/articles/2016-2/2016-2-7.pdf>
- Schardosin, F. Z., De Rolt, C. R., Batista, A. M. L., Penz, D., Amorin, B., & Bier, C. A. (2020). Inter-organizational collaborative networks: a systematic review. In *2020 International Conference on Technology and Entrepreneurship (ICTE-V)*, 1-8. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICTE-V50708.2020.9114373>
- Scott, J. (2000). *Social Network Analysis: A Handbook* (2nd Edition ed.). SAGE Publications. ISBN 978-0761963394 <https://books.google.ro/books?id=m13UOGQs4-EC>
- Scott, J. (2017). *Social Network Analysis* (4th Edition ed.) SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781529716597>

- Shin, H., Kim, K., & Kogler, D. F. (2022). Scientific collaboration, research funding, and novelty in scientific knowledge. *PLoS One*, *17*(7), e0271678. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0271678>
- Smith, M., Sarabi, Y., & Christopoulos, D. (2023). Understanding collaboration patterns on funded research projects: A network analysis. *Network Science*, *11*(1), 143-173. <https://doi.org/10.1017/nws.2022.33>
- Suarez-Balcazar, Y., Harper, G. W., & Lewis, R. (2005). An interactive and contextual model of community-university collaborations for research and action. *Health Education & Behavior*, *32*(1), 84-101. <https://doi.org/10.1177/1090198104269512>
- Šubelj, L., Fiala, D., Ciglarič, T., & Kronegger, L. (2019, 2019/02/01/). Convexity in scientific collaboration networks. *Journal of Informetrics*, *13*(1), 10-31. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2018.11.005>
- Sueur, C., Deneubourg, J.-L., & Petit, O. (2012). From social network (centralized vs. decentralized) to collective decision-making (unshared vs. shared consensus). *PLoS ONE*, *7*(2), e32566. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032566>
- Tabassum, S., Pereira, F. S., Fernandes, S., & Gama, J. (2018). Social network analysis: An overview. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, *8*(5), e1256. <https://doi.org/10.1002/widm.1256>
- Tereshchenko, E., Salmela, E., Melkko, E., Phang, S. K., & Happonen, A. (2024, 2024/05/08). Emerging best strategies and capabilities for university–industry cooperation: opportunities for MSMEs and universities to improve collaboration. A literature review 2000–2023. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, *13*(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s13731-024-00386-4>
- Tocan, M. (2023). The Romanian Research-Development System-An Overview in Global Context. *Global Economic Observer*, *11*(1), 84-91. <https://ideas.repec.org/a/ntu/ntugeo/vol11-iss1-84-91.html>
- Trippel, M., Grillitsch, M., & Isaksen, A. (2018). Exogenous sources of regional industrial change: Attraction and absorption of non-local knowledge for new path development. *Progress in human geography*, *42*(5), 687-705. <https://doi.org/10.1177/0309132517700982>
- Vanni, T., Mesa-Frias, M., Sanchez-Garcia, R., Roesler, R., Schwartzmann, G., Goldani, M. Z., & Foss, A. M. (2014). International scientific collaboration in HIV and HPV: A network analysis. *PLoS One*, *9*(3), e93376. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093376>
- Voicu, B., Constantinescu, S., Andersen, Ș., Țălănar-Naghi, D., Niță, I., Balogh, M., Kivu, M., Comșa, M., Voicu, O., Radu, B. M., Anghi, D., & Dumitrescu, V. (2024). *Romania 2024. The Non-Governmental Sector Profile, Trends, Challenges*. FDSC. https://www.fdsc.ro/wp-content/uploads/2024/06/Romania-2024_EN.pdf
- Vonortas, N. S., & Spivack, R. N. (2006). Managing large research partnerships: Examples from the Advanced Technology Program's Information Infrastructure

- for Healthcare program. *Technovation*, 26(10), 1101-1110. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2005.08.011>
- Vozmediano, G. B. (2024). HERE Study Visit: Enhancing University-Industry Collaboration for current and future employment, innovation and Sustainable Ecosystems.
- Wagner, C. S. (2008). *The New Invisible College: Science for Development*. Brookings Institution Press. ISBN 9780815703648
- Wagner, C. S., & Leydesdorff, L. (2005). Network structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science. *Research Policy*, 34(10), 1608-1618. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.08.002>
- Yanchenko, E., & Sengupta, S. (2023). Core-periphery structure in networks: A statistical exposition. *Statistic Surveys*, 17, 42-74. <https://doi.org/10.1214/23-SS141>
- Yang, W., & Wang, Y. (2024). Higher-order structures of local collaboration networks are associated with individual scientific productivity. *EPJ Data Science*, 13(1), 15. <https://doi.org/10.1140/epjds/s13688-024-00453-6>



ISBN 978-606-37-2775-7

Accesați tabloul de bord și anexele online
ale cercetării noastre scanând codul QR

