



Universitatea "Lucian Blaga" din Sibiu

**ULBS**

Ministerul Educației Naționale

Universitatea Lucian Blaga din Sibiu

Facultatea de Inginerie

# **TEZĂ DE DOCTORAT**

**REZUMAT**

## **ȘCOLI DE CERCETARE PENTRU CREȘTEREA CALITĂȚII CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE ÎN INGINERIE**

**CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC**  
**Prof. Dr. Ing. Claudiu Vasile Kifor**

**DOCTORAND**  
**Magdalena Crîngașu**

2013

# Cuprins

## 1. Introducere

- 1.1 Evaluarea, clasificarea și ierarhizarea universităților
- 1.2 U-Multiranking
- 1.3 Evaluarea componentei de cercetare din universități
- 1.4 Particularități ale cercetării academice în inginerie
- 1.5 Scopul tezei de doctorat
  - 1.5.1 Obiective specifice
  - 1.5.2 Metodologia de cercetare
  - 1.5.3 Structura tezei de doctorat
  - 1.5.4 Dificultăți întâlnite și soluționarea acestora
  - 1.5.5 Potențiali beneficiari ai cercetării propuse

## 2. Analiza unor sisteme naționale de cercetare

- 2.1 Sistemul național de cercetare din Germania
- 2.2 Sistemul național de cercetare din Polonia
- 2.3 Sistemul național de cercetare din Finlanda
- 2.4 Sistemul național de cercetare din Japonia
- 2.5 Analiza SWOT a sistemelor naționale de cercetare din Germania, Finlanda, Polonia și Japonia
- 2.6 Sistemul național de cercetare din România

## 3. Evaluarea calității cercetării științifice

- 3.1 Particularități ale unor metodologii utilizate pe plan internațional
- 3.2 Analiza principalelor aspecte ale evaluării cercetării în universități
  - 3.2.1 Diseminarea rezultatelor cercetării
  - 3.2.2 Utilizatori și utilizare a evaluării cercetării științifice
  - 3.2.3 Analiza critică a indicatorilor pentru evaluarea cercetării științifice
- 3.3 Procesul de evaluare a cercetării în universitățile din România

#### **4. Excelența în cercetarea inginerescă**

- 4.1 Abordarea Royal Academy of Engineering, Marea Britanie
- 4.2 Abordarea din Exercițiul Național de Evaluare a Cercetării (ENEC), România
- 4.3 Analiza comparativă a metodologiilor RAE și ENEC

#### **5. Școala de Cercetare în domeniul științelor ingineresti**

- 5.1 Definirea și atributele Școlii de Cercetare
  - 5.1.1 Universități de top în științele ingineresti
- 5.2 Argumente în favoarea constituirii Școlilor de Cercetare
- 5.3 Finanțarea Școlilor de Cercetare

#### **6. Propunere de metodologie de evaluare a Școlilor de Cercetare**

- 6.1 Proiectarea metodologiei de evaluare
- 6.2 Analiza criteriilor de evaluare a Școlilor de Cercetare din domeniul științelor ingineresti
  - 6.2.1 Criterii și indicatori de evaluare la nivel de cercetător
  - 6.2.2 Criterii și indicatori de evaluare la nivelul grupului de cercetare
  - 6.2.3 Criterii și indicatori de evaluare la nivelul școlii de cercetare
- 6.3 Concluzii asupra metodologiei de evaluare a școlii de cercetare

#### **7. Evaluarea comparativă a Școlilor de Cercetare și identificarea direcțiilor de îmbunătățire a performanței**

- 7.1 Analiza multicriterială a Școlilor de Cercetare
- 7.2 Analiza de tip benchmarking a Școlilor de Cercetare cu ajutorul metodei QFD (Quality Function Deployment)

#### **8. Concluzii, contribuții personale și potențiale direcții de cercetare**

- 8.1 Concluzii
- 8.2 Principalele contribuții personale
- 8.3 Potențiale direcții de cercetare viitoare

#### **9. Bibliografie**

Anexe

Anexa 1 – Chestionar privind “*Evaluarea școlilor de cercetare din România în domeniile științelor ingineresti*”

Anexa 2 - Lista figurilor

Anexa 3 - Lista tabelelor

Anexa 4 - Curriculum Vitae

**Cuvinte cheie: evaluarea cercetării, ierarhizarea universităților, inginerie, școală de cercetare, benchmarking, analiză multicriterială, QFD.**

## REZUMAT

Abordarea sistemică a cercetării științifice conduce în mod implicit la definirea unor modalități de evaluare cantitativă a intrărilor și ieșirilor specifice entităților de cercetare, concretizate prin criterii de evaluare și indicatori specifici. Ideal ar fi ca procesul de evaluare să nu interfereze cu evoluția sistemului, așa cum investigarea experimentală a unui fenomen fizic (măsurarea unor mărimi fizice) nu trebuie să distorsioneze fenomenul în sine. Din păcate însă, procesul de evaluare a cercetării științifice transformă adesea indicatorii asociați diferitelor criterii de evaluare în ținte ale demersului în sine, rezultând o nedorită decuplare între eforturile comunității cercetătorilor și așteptările societății. Poziționarea cât mai favorabilă într-un clasament sau altul, creșterea prestigiului individual sau instituțional, ajung adesea să înlocuiască relevanța și impactul socio-economic al rezultatelor cercetării.

Evaluarea universităților a devenit în ultimul deceniu un exercițiu curent în mediul academic, cu impact important asupra deciziilor de organizare internă sau de finanțare. Evaluarea internă este o componentă esențială în procesul de asigurare a calității, iar evaluarea externă contribuie la recunoașterea valorii universității în ansamblu.

Indicatorii pentru cercetarea universitară pot fi grupați în trei grupe ce cuantifică:

- a) Productivitatea (*output*): măsurată din punct de vedere cantitativ (e.g. număr de articole științifice)
- b) Performanța (*outcome*), evaluată din punct de vedere al calității realizărilor (e.g. contribuții la dezvoltarea cunoașterii, citări, premii, distincții)
- c) Impactul (*impact*): efecte asupra societății, culturii, mediului înconjurător, economiei.

Dacă productivitatea și performanța beneficiază de un set comprehensiv de indicatori (începând cu cei bibliometrici), componenta de impact este practic absentă. Din păcate, tocmai impactul este fundamentul percepției publice, inclusiv a factorilor de decizie, asupra utilității cercetării.

Termenul generic de “cercetare în inginerie” presupune demersuri coerente în cercetare-dezvoltare-inovare, și include activități creative atât în zona teoretică cât și în cea aplicativă. Academia Regală de Inginerie (Royal Academy of Engineering - RAE) din Marea Britanie și-a propus să distileze opiniile și soluțiile propuse de experți din mediu academic și industrial pentru identificarea și cuantificarea excelenței în cercetarea inginerescă. Cercetarea inginerescă este

percepută ca având o importanță critică, din perspectiva faptului că realizează necesara punte între cercetarea științifică fundamentală, în ramurile tradiționale de științe, și exploatarea descoperirilor științifice prin intermediul tehnologiei, pentru a crea bunăstare și a spori calitatea vieții. Prin urmare, metodologiile de evaluare calitativă și cantitativă ale cercetării ingineresti trebuie să țină cont de aceste particularități și să încurajeze obținerea de rezultate cu impact socio-economic.

### **Scopul tezei de doctorat**

Tematica abordată în prezenta teză de doctorat este direct motivată de tendințele actuale la nivel internațional și național în direcția creșterii competitivității și sporirii reputației universităților, în condițiile intensificării competiției, scăderea sau limitarea finanțării (publice) pentru cercetare, respectiv a dificultăților crescânde în motivarea și formarea capitalului uman.

**Scopul** prezentei teze de doctorat este de a identifica un model de auto-organizare a colectivelor de cercetare în vederea maximizării performanțelor în condițiile asigurării sustenabilității, relevanței și impactului demersurilor de cercetare. Conceptul de “școală de cercetare”, abordat în teză, reunește în mod natural componenta de producție științifică și dezvoltare tehnologică cu cea de formare și perfecționare a resursei umane. În particular, ne propunem să identificăm și să analizăm principalele caracteristici ale școlilor de cercetare în inginerie, în vederea conturării unor metodologii de evaluare care să stimuleze performanța fără a deturna demersurile de cercetare de la soluționarea problemelor relevante și acute provenite din mediul economic sau din nevoile specifice ale societății în continuă schimbare.

### **Obiective specifice**

Obiectivele specifice ale tezei urmăresc parcurgerea etapelor necesare elaborării modelului de “școală de cercetare” propus în teză, și anume:

- Analiza critică a unor sisteme naționale de cercetare, considerate relevante din punct de vedere al performanței, pentru a evidenția modul de organizare instituțională pentru gestiunea optimă a resurselor și activităților de cercetare științifică, corelat cu politicile de cercetare specifice fiecărei țări analizate. În particular, este supus analizei sistemul de cercetare-dezvoltare-inovare din România, cu accent pe dinamica acestuia în ultimul deceniu.

- Analiza critică a diferitelor variante de metodologii de evaluare a cercetării științifice din universități, utilizate sau în curs de dezvoltare pe plan internațional, cu accent pe corelarea scopului evaluării și a potențialilor beneficiari cu setul de criterii și indicatori specifici.
- Identificarea particularităților specifice cercetării ingineresti în științe ingineresti, din prisma corelării obiectivelor tipice ale demersurilor de cercetare științifică inginerescă cu criteriile și indicatorii utilizați pentru evaluarea rezultatelor acestor demersuri. Analiza oportunității utilizării unor indicatori cantitativi quasi-universali, versus combinații de indicatori cantitativi și calitativi specifici domeniilor de științe ingineresti.
- Definirea și argumentarea unei structuri de auto-organizare a cercetării în universități, denumită “școală de cercetare”, care să combine cercetarea științifică și dezvoltarea tehnologică cu formarea și perfecționarea resursei umane pentru activități de cercetare prin programe doctorale.
- Dezvoltarea unei metodologii de evaluare a activității și performanțelor școlii de cercetare, adaptată specificului cercetării în inginerie.
- Utilizarea unei asemenea metodologii de evaluare pentru identificarea direcțiilor de îmbunătățire a performanțelor școlilor de cercetare, respectiv de clasificarea și ierarhizarea unor asemenea structuri.

### **Metodologia de cercetare**

Pornind de la analiza sistemelor naționale de organizare a activităților de cercetare științifică, respectiv a metodologiilor de evaluare a performanțelor diferitelor entități din cadrul unor asemenea sisteme pe componenta de cercetare științifică, s-a dezvoltat un chestionar relevant pentru a identifica percepția comunității academice din universitățile cu profil tehnic din România asupra utilității și relevanței diferitelor criterii, respectiv a indicatorilor asociați.

Utilizând acest chestionar se realizează o cercetare socială pe un eșantion reprezentativ pentru comunitatea academică din universitățile tehnice românești, cu experiență relevantă pentru managementul și evaluarea cercetării științifice, respectiv pentru formarea viitorilor cercetători prin programe doctorale și postdoctorale. Prelucrarea statistică a rezultatelor cercetării sociale este realizată cu metodologia implementată în programul SPSS16 (Statistical Package for Social Sciences). Deasemenea, este aplicată programarea multicriterială ca opțiune metodologică pentru

ierarhizarea școlilor de cercetare. Metodologia astfel constituită este pilotată în cadrul unui studiu de caz, pentru a identifica avantajele și potențialele corecții necesare.

Totodată, este aplicată metoda Quality Function Deployment (QFD) pentru identificarea caracteristicilor de calitate pe care școlile de cercetare din inginerie trebuie să pună accent pentru a-și îmbunătăți performanța. În cadrul studiului de caz asociat se analizează performanța unei școli de cercetare prin compararea cu alte două școli de cercetare, competitori direcți.

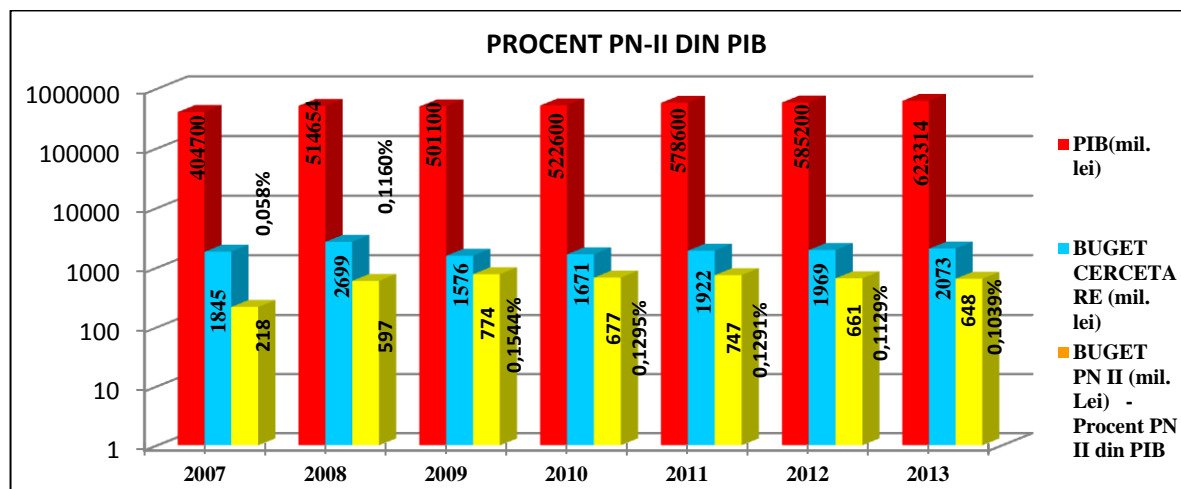
Parcurgerea etapelor de mai sus este, în opinia noastră, obligatorie pentru dezvoltarea metodologiilor de evaluare relevante pentru diverse segmente ale comunității academice, pe de o parte, și care să fie înțelese și acceptate de subiecții supuși procesului de evaluare.

### Structura tezei de doctorat

**Capitolul 1**, de introducere și formularea problemei, include și o prezentare generală a celor mai recente dezvoltări în materie de metodologii de evaluare a universităților, ținând cont de multitudinea de abordări existente.

**Capitolul 2** prezintă într-o manieră unitară sisteme de cercetare din diferite țări (Germania, Polonia, Finlanda, Japonia), finalizată prin analiza punctelor tari și slabe, respectiv a oportunităților și amenințărilor (analiza SWOT). La finalul capitolului este prezentat sistemul de cercetare din România, cu analiza SWOT asociată.

În România, pentru perioada 2007-2013, principalul instrument de finanțare a cercetării, pe bază de competiție, este Planul Național de Cercetare Dezvoltare și Inovare, PNII. Bugetul total alocat PNII, la sfârșitul anului 2015, va atinge doar 30% din bugetul estimate inițial a fi alocat.



**Bugetul PN II raportat la PIB**



<b>Puncte tari sistemul CDI din RO</b>	<b>Puncte slabe sistemul CDI din RO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existența unei strategii naționale și a unui plan național pentru Cercetare – Dezvoltare – Inovare pentru perioada 2007-2013, asumate la nivel politic</li> <li>- Operaționalizarea unui sistem de finanțare competițional (finanțare prin proiecte evaluate prin proces peer-review)</li> <li>- Existența unor actori performanți (universități, institute, colective de cercetare) care pot constitui poli de excelență pe baza capitalului uman și dotărilor performante</li> <li>- Dezvoltarea programelor de resurse umane pentru susținerea tinerilor cercetători în toate etapele de demarare a carierei de cercetător științific, respectiv pentru re-integrarea cercetătorilor tineri sau cu experiență, formați în străinătate</li> <li>- Investiții importante în perioada 2005-2008 în infrastructură publică de CDI, inclusiv pentru informare-documentare</li> <li>- Asigurarea continua a accesului cercetătorilor la publicații și baze de date internaționale, pentru documentare științifică și tehnică</li> <li>- Autonomie la nivelul universităților (care își dezvoltă componenta antreprenorială) și la nivelul institutelor naționale de cercetare (care pot desfășura activități comerciale)</li> <li>- Participarea României în parteneriate de constituire a unor infrastructuri de cercetare de tip “world-class” (e.g. Extreme Light Infrastructure – ELI)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Subfinanțarea CDI începând cu 2009, cu nerespectarea angajamentelor la nivel guvernamental asumate prin strategia națională și a Planului Național pentru Cercetare – Dezvoltare – Inovare pentru perioada 2007-2013. Aceasta conduce la lipsa de predictibilitate măcar pe termen scurt, cu perturbarea severă a derulării programelor din cadrul PN II</li> <li>- Lipsa atractivității mediului CDI din România manifestată prin rezultate modeste în atragerea de resursă umană înalt calificată din străinătate și număr redus de colaborări în proiecte internaționale</li> <li>- Deși s-a înregistrat un salt cantitativ al rezultatelor din cercetare-dezvoltare-inovare, nivelul calitativ se menține sub media europeană / internațională</li> <li>- Nivel slab de reflectare a rezultatelor CDI în creșterea competitivității economiei și a îmbunătățirii calității vieții</li> <li>- Slab interes al mediului economic privat pentru activități CDI reflectat prin ponderea total nesatisfăcătoare a finanțării private a CDI. Prin urmare, bugetul național pentru CDI este preponderent finanțat de la bugetul de stat</li> <li>- Fragmentarea sistemului CDI prin existența unui număr foarte mare de entități CDI dintre care foarte puține sunt performante sau au potențial de a deveni performante</li> <li>- Neimplicarea ministerelor de ramură și utilizatorilor rezultatelor cercetării în conturarea unor priorități pe domenii de interes major economico-social</li> </ul>

Oportunități sistemul CDI din RO	Amenințări / Riscuri sistemul CDI din RO
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaborarea strategiei naționale în domeniul cercetării dezvoltării tehnologice și inovării pentru perioada 2014-2020, prin metode prospective, cu identificarea domeniilor de <i>smart specialisation</i></li> <li>- Evaluarea performanțelor și rezultatelor CDI utilizând criterii / indicatori recunoscute / relevante pe plan internațional</li> <li>- Acordarea de avans până la 90% pentru derularea proiectelor de cercetare – dezvoltare – inovare din competițiile PN II, dar numai pentru entități CDI de drept public și organizații fără scop patrimonial</li> <li>- Disponibilitatea fondurilor europene structurale pentru activitățile de cercetare-dezvoltare prin axa prioritară “Creșterea competitivității economice”</li> <li>- Beneficiarii de fonduri publice CDI sunt și rămân deținătorii drepturilor de proprietate intelectuală asupra rezultatelor obținute</li> <li>- Diversificarea instrumentelor de finanțare pentru inovare (ex. Stimularea Exportului High – Tech, Cecuri de Inovare )</li> <li>- Programe internaționale de intensificare a colaborărilor științifice între România și țările EFTA</li> <li>- Existența stimulentei fiscale sporite pentru activitatea de cercetare</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Diminuarea / pierderea atractivității carierei de cercetător științific, cu amplificarea fenomenului de brain-drain, urmare a lipsei de predictibilitate a finanțării CDI</li> <li>-Accentul pe aspectele cantitative ale rezultatelor CDI menține nivelul calitativ scăzut</li> <li>-Lipsa unor bugete multi-anzuale conduce la ne-respectarea obligațiilor finanțatorului proiectelor CDI, cu dificultăți în menținerea unor standarde de calitate asumate pentru demersul în ansamblu de cercetare, dezvoltare sau inovare</li> <li>-Interesul și/sau capacitatea extrem de scăzute ale sectorului economic privat de a susține producerea de rezultate CDI sau cel puțin de asimilare și utilizare a lor. Structura exportului de produse industriale reflectă ponderea foarte mare a produselor cu valoare adăugată mică</li> </ul>

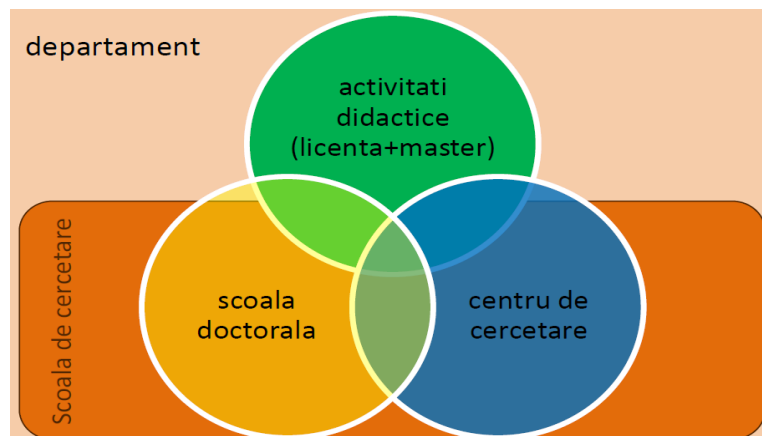
În **Capitolul 3** este abordată problematica evaluării calității cercetării științifice, cu accent pe specificul mediului academic. Se acordă o atenție specială corelării între scopul evaluării și setul

de criterii/indicatori utilizat. Principala problemă identificată este că procesul de evaluare tinde să perturbe semnificativ activitatea subiectului evaluat, distorsionând adesea cu efecte nedorite scopul real și legitim al demersurilor de cercetare. Acestea pot ajunge în extremis o colecție de eforturi orientate spre maximizarea unor indicatori, în cazul în care acești indicatori sunt pur cantitativi, și condiționează direct accesul la resurse sau evoluția în cariera științifică și universitară. Se prezintă metodologia de evaluare dezvoltată în România și utilizată pentru corecții ale finanțării instituționale a universităților, respectiv metodologia de certificare a entităților de cercetare-dezvoltare-inovare în vederea accesării fondurilor publice pentru cercetare.

**Capitolul 4** particularizează abordările generale de evaluare a cercetării științifice la cercetarea universitară în științe ingineresti. Astfel, devine clar faptul că pentru demersurile de cercetare intrinsec orientate spre aplicații practice, o componentă esențială corespunde selecției tematicii de cercetare și a potențialilor beneficiari. Acestei componente calitative i se adaugă elemente de evaluare cantitativă care servesc la aprecierea performanței realizate pentru atingerea scopului propus. Performanța privită izolat, și apreciată strict cantitativ, poate fi o opțiune comodă din punct de vedere strict al aplicării unei metodologii, dar poate produce distorsiuni severe prin utilizarea resurselor pentru maximizarea valorii unor indicatori cu diluarea sau neglijarea completă a scopului real de impact social și economic, respectiv de îmbunătățire a calității vieții.

Deasemenea, se prezintă abordările RAE (Royal Academy of Engineering, Marea Britanie) și ENEC (Exercițiul Național de Evaluare a Cercetării, România) privind evaluarea cercetării în inginerie și se realizează o analiză comparativă a celor două metodologii.

În **Capitolul 5** este introdus și argumentat conceptul de “școală de cercetare”, ca model de auto-organizare a resursei umane și infrastructurii de cercetare în universități, o posibilă coagulare a departamentelor, școlilor doctorale și centrelor de cercetare dintr-o universitate.



Astfel, se analizează avantajele imersării doctoranzilor în mediul de cercetare oferit de grupuri de cercetare cu identitate bine conturată la nivelul portofoliului de problematice abordate și de expertiză acumulată, atât din punctul de vedere al maximizării performanței în formarea doctorală cât și din punctul de vedere al sustenabilității grupului de cercetare.

Principalele avantaje ale constituirii școlilor de cercetare rezultă din coagularea resurselor umane și a infrastructurii performante într-o structura aptă să deruleze:

- a) Programe de formare doctorală la nivel ridicat, cu asigurarea calității resursei umane formate pentru cariera de cercetare științifică și cu realizarea unor teze de doctorat corespunzătoare cerințelor de calitate și originalitate;
- b) Programe și proiecte de cercetare, cu echipe de cercetare ce includ atât cercetători seniori cât și cercetători juniori sau în formare;
- c) Colaborări cu mediul industrial pentru transferul de cunoștințe și rezultate spre aplicațiile practice, dar și pentru oferirea unor oportunități atractive de angajare a cercetătorilor instruiți prin programe doctorale sau postdoctorale.

Atributele de mai sus definesc coordonatele de dezvoltare a școlii de cercetare pornind de la structuri și infrastructuri existente. Nucleul unei școli de cercetare îl constituie evident conducătorii de doctorat care:

- a) Coordonează pregătirea doctoranzilor în cadrul programului de studii universitare avansate, urmat de programul de cercetare științifică;
- b) Coordonează un grup de cercetare într-un domeniu disciplinar sau interdisciplinar, format din cercetători seniori sau cercetători juniori (postdoctoranzi);

- c) Stabilesc strategia de dezvoltare a grupului de cercetare pe care îl coordonează, inclusiv colaborările cu alte grupuri de cercetare din cadrul școlii de cercetare, din cadrul universității sau din alte universități, institute de cercetare sau parteneri din mediul economic;
- d) Răspund de atragerea resurselor financiare prin participarea la competiții de proiecte, licitații, etc.

Școala de cercetare include mai multe grupuri de cercetare, a căror asociere este liber consimțită și evident trebuie să urmărească creșterea performanței în activitatea de cercetare și de formare a tinerilor cercetători, având ca țintă nivelul de excelență pe plan internațional.

Școala de cercetare elimină principalele limitări asociate fie școlii doctorale separat, fie centrului de cercetare separat. Aceste limitări pot fi identificate după cum urmează:

1. Școala doctorală, ca structură administrativă pentru derulare de programe de formare doctorală:
  - Poate promova exclusiv binomul doctorand – conducător de doctorat, fără interacțiunea semnificativă a doctorandului cu alți cercetători și doctoranzi cu excepția prezentărilor publice de rapoarte de cercetare sau teze de doctorat;
  - Conducătorul de doctorat se poate afla în imposibilitatea de a susține costurile de logistică pentru proiectul de cercetare al doctorandului, sau nu îi poate asigura accesul la infrastructura de cercetare necesară;
  - Tematicile tezelor de doctorat tind să se adapteze resurselor disponibile la îndemâna conducătorului de doctorat, fără asumarea abordării unor cercetări interdisciplinare care presupun inerent un efort de colaborare.
2. Centrul de cercetare ca structură autofinanțată prin proiecte de cercetare-dezvoltare-inovare:
  - Își poate limita dramatic dezvoltarea, sau poate avea temporar o dezvoltare ne-sustenabilă în condițiile în care se bazează ca resursă umană doar pe cadre didactice și cercetători seniori cu normă întreagă;
  - Tinde să își auto-limiteze portofoliul de proiecte/contracte de cercetare într-un domeniu în care a înregistrat în prealabil succese și unde riscul cercetării este minimizat în favoarea siguranței finanțării;

- Se manifestă îmbătrânirea corpului de cercetători și scăderea motivării și a apetitului pentru tematici dificile și provocatoare.

În constituirea Școlilor de Cercetare, este necesară definirea clară, cât mai precisă, a portofoliului de direcții de cercetare abordate, concretizat la un moment dat printr-un set de tematici de cercetare. Principala amenințare la constituirea și evoluția sustenabilă a unei Școli de Cercetare o constituie continua adaptare conjuncturală a direcțiilor/tematicilor de cercetare, cu îngnorarea parțială sau totală a expertizei resursei umane și/sau a infrastructurii existente. Abordarea „cercetăm orice reușim să finanțăm” poate fi benefică din punct de vedere financiar-contabil, dar produce rapid o iremediabilă disoluție a identității științifice a Școlii de Cercetare. În acest sens, absolutizarea criteriilor cantitative (e.g. număr de publicații, număr de contracte, etc.) cu ignorarea conținutului propriu-zis și a tematicilor abordate, încurajează până la un punct chiar lipsa unei identități de grup de cercetare într-o greșită re-iterare a paradigmei renașcentiste.

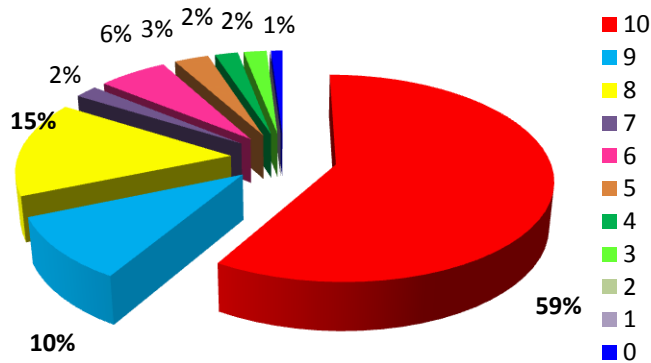
În domeniul cercetării în științe inginerești, al dezvoltării și inovării este odată în plus esențială definirea clară și argumentarea direcțiilor de cercetare asumate în misiunea Școlii de Cercetare, cu argumentarea solidă în raport cu cerințele mediului economic și așteptările societății. Adesea accentul este pus exclusiv pe recunoașterea în mediul academic (vezi fascinația scientometriei), având ca rezultat îndepărtarea de adevărații beneficiari ai cercetării-dezvoltării-inovării.

În **Capitolul 6** se propune o metodologie de evaluare a performanțelor școlilor de cercetare în științe inginerești, utilizând o elaborată cercetare sociologică pentru stabilirea setului de criterii și indicatori. În esență se propune un set de 6 criterii de evaluare, dintre care 2 sunt cu relevanță la nivel individual, 2 cu relevanță la nivel de grup de cercetare, și 2 apreciază caracteristici la nivelul școlii de cercetare.

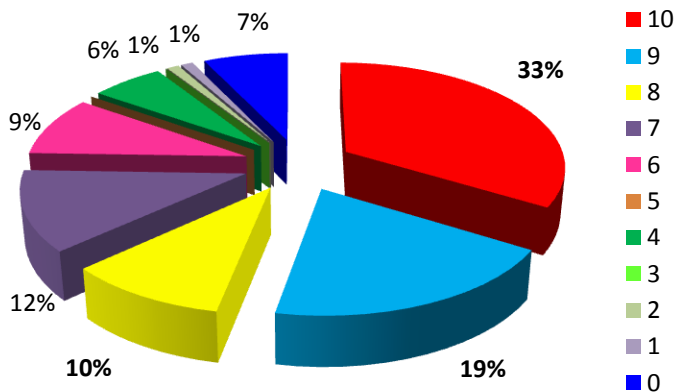
Nivel	Criteriu de evaluare	Indicatori
Individual (cercetători seniori, juniori în formare)	Publicații (nivel individual)	A1. Articole în jurnale științifice cu proces de recenzie; selecție articole reprezentative pentru fiecare cercetător (se includ factorul de impact al jurnalului și numărul de citări acumulate)
		A2. Articole în baze de date internaționale
		A3. Contribuții la conferințe cu proces riguros de recenzie (se include numărul de citări acumulate)
		A4. Monografii și capitole de carte (se includ recenziile și citările acumulate)

		A5. Software (se include descrierea funcționalității, eventual manualul de utilizare, se precizează comunitatea de utilizatori și nivelul de disponibilitate)
		A6. Brevete (se pot include citări ale brevetului în brevete ulterioare sau în alte publicații)
	Prestigiu (nivel individual)	B1. Prelegeri invitate prezentate la conferințe majore
		B2. Publicații care au câștigat premii
		B3. Brevete care au câștigat premii
		B4. Premii și evidențieri
		B5. Membri ai Academiei Române, Academiei de Științe Tehnice din România, Academiiilor naționale din străinătate
		B6. Membru în colective de redacție ale unor jurnale sau în comitetele științifice
		B7. Participare în colective de consultanță, recenzie în vederea finanțării proiectelor, elaborare de standarde, elaborare/planificare de programe de cercetare
		B8. Membru senior în asociații profesionale de prestigiu
B9. Coordonare consorții de proiecte de mare anvergură		
B10. Implicare activă și recunoscută în diseminare și informare publicului larg		
Grup de cercetare	Venituri din cercetare (nivel grup de cercetare)	C1. Finanțare publică (guvernamentală) națională
		C2. Finanțare internațională din fonduri publice (proiecte europene)
		C3. Finanțare din mediul industrial și alte surse de venituri de tip comercial
		C4. Finanțare de la organizații non-profit
Impact (nivel grup de cercetare)	Studii de caz asociate câte unui grup de cercetare. Studiul de caz include între altele toate rezultatele practice asociate de tip brevete, produse, standarde, reguli și proceduri de proiectare, tehnologii	
Școala de cercetare	Mediu de cercetare	D1. Conducători de doctorat, doctoranzi în stagiul, grupuri de cercetare
		D2. Atragere de tineri cercetători, poziții cercetători postdoctorali
		D3. Infrastructură majoră de cercetare, investiții în laboratoare
		D4. Organizare de manifestări științifice internaționale
	Strategie de cercetare și formare / perfecționare cercetători	E1. Realizările strategice ale departamentului de la precedenta evaluare până în prezent
		E2. Viziunea/abordarea strategică a departamentului cu privire la tipurile de demersuri de cercetare (disciplinară /multi-, inter-, cros-, trans-disciplinară)
		E3. Modul de încurajare și menținere a unui înalt nivel de creativitate, formarea și perfecționarea resursei umane
		E4. Cum este distribuită finanțarea între diversele tipuri de demersuri de cercetare

Rezultatele obținute au fost procesate cu SPSS 16, iar reprezentările au fost făcute prin histograme de tip diagramă circulară. De exemplu: Aprecierile respondenților cu privire la importanța articolelor ISI și a brevetelor, ca și indicatori de rezultat ai activității de cercetare, sunt reflectate în următoarele diagrame:



**Articole publicate în jurnale științifice indexate în Web of Knowledge**



**Brevete de invenție**

Analiza corelațiilor dintre diversele perechi de indicatori considerați în prezentul studiu relevă faptul că indicatorii sunt quasi-independenți, cu corelație de intensitate redusă între ei. Prin urmare, axele de coordonate ale sistemului multi-dimensional de evaluare sunt quasi-ortogonale, ceea ce denotă evitarea redundanței (aprecierea aceluiași aspecte cu indicatori diferiți).

Analiza criteriilor de evaluare și a indicatorilor propuși, prin chestionarea unui eșantion reprezentativ pentru comunitatea academică și de cercetare în științe inginerești, arată că percepția și acceptarea lor din punct de vedere al utilității și relevanței nu este uniformă. Prin



urmare, este clar că problema aprecierii criteriilor/indicatorilor necesită o definiție mai precisă a scopului evaluării și a utilizatorilor rezultatului.

Cel mai important neajuns al unui proces de evaluare, din perspectiva prezentului studiu, este că sunt definite criterii, detaliate în indicatori, ce definesc versorul dorit al direcției de dezvoltare în viitor, și se aplică rezultatelor pe o perioadă de timp din trecut, când cerințele și prioritățile erau considerabil diferite. Acest neajuns este accentuat de senzația că versorul direcției de dezvoltare definit de evaluator (sau de utilizatorul rezultatelor evaluării) este orientat într-o direcție diferită de așteptările societății în ansamblu. Neînțelegerea sau ne-acceptarea versorului direcției de dezvoltare impus de evaluator conduce pe termen scurt la efecte negative, cu consecințe grave pe termen mediu și lung. Spre exemplu, pentru științele ingineresti:

- 1) se estompează dramatic rezultatele așteptate de societate de la cercetarea-dezvoltarea-inovarea în inginerie, generându-se “rezultate” conform cerințelor indicatorilor cantitativi. Prin urmare, indicatorii devin obiectiv al activității CDI, și maximizarea lor devine disjunctă de scopul de bază al ingineriei de a produce tehnologii pentru produse și servicii ce îmbunătățesc calitatea vieții;
- 2) se diluează aria de expertiză a cercetătorului/grupului de cercetare prin faptul că se urmărește, fie maximizarea numărului de publicații, fie a fondurilor atrase, fie a ambelor, indiferent dacă se răspunde sau nu așteptărilor din partea societății și a mediului economic;
- 3) se accentuează alienarea cercetării-dezvoltării-inovării cu deprecierea percepției publice a acestor activități prin prisma rezultatelor furnizate și, implicit, se reduc constant resursele pe care societatea și mediul economic sunt dispuse să le pună la dispoziția sistemului CDI. Scade încrederea în societatea bazată pe cunoaștere, iar finanțarea sistemului CDI capătă conotațiile unui caz social.

Prin urmare, în definiția unui proces de evaluare, trebuie clar precizate, discutate, și în ultima instanță acceptate la nivelul societății, țintele de dezvoltare propuse de evaluator și/sau de beneficiarul evaluării. Astfel, fiecare criteriu/indicator poate fi definit, acceptat și însușit prin raportare directă la una sau mai multe ținte de dezvoltare.

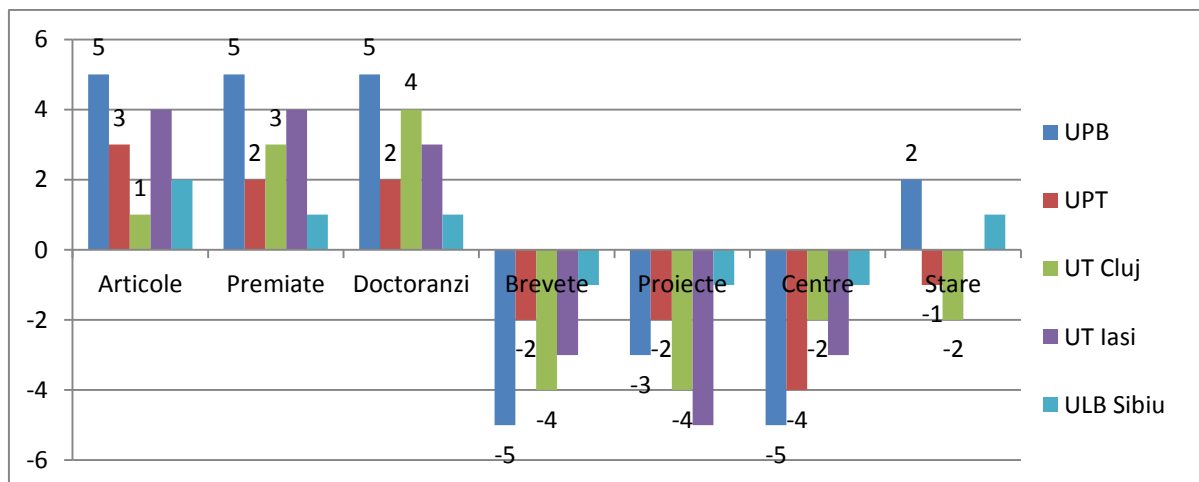
Trebuie evitată cu orice preț confuzia între obiectivele cercetării-dezvoltării-inovării și indicatorii de apreciere a rezultatelor. Se constată că transformarea indicatorilor în obiective este extrem de dăunătoare pe termen mediu-lung.

Revenind la setul de 6 criterii de evaluare prezentate, le apreciem ca fiind relevante în urma sondajului de opinie realizat pe un eșantion reprezentativ pentru comunitatea academică și de cercetare în științe inginerești. Pe de altă parte, nu toți indicatorii formulați au fost apreciați ca fiind relevanți, iar unii indicatori necesită o definiție mai precisă.

Considerăm esențial ca potențialii subiecți ai demersurilor de evaluare a cercetării să fie implicați în elaborarea metodologiilor de evaluare, pentru a asigura a-priori un grad cât mai ridicat de acceptabilitate, și implicit relevanță, a rezultatelor demersurilor de evaluare.

**Capitolul 7** utilizează tehnici și metode specifice managementului calității pentru realizarea unei evaluări comparative a școlilor de cercetare și identificarea direcțiilor de îmbunătățire a performanței acestora, folosinând elementele constitutive ale metodologiei de evaluare propusă în Capitolul 6. Se realizează analiza multicriterială a școlilor de cercetare, ce permite o viziune unitară asupra școlilor de cercetare din România în domeniul științelor inginerești și nu o analiză separată, distinctă pentru fiecare în parte. Au fost identificate două obiective generale ce pot fi stabilite prin strategiile școlilor de cercetare: *S1- cercetare academică de prestigiu*; Demersurile școlii de Cercetare sunt focalizate pe crearea de cunoaștere științifică, pe probleme definite și soluționate de comunitatea academică, și diseminate prin publicații, *S2- Cercetare cu impact în societate*; Demersurile școlii de cercetare sunt focalizate pe rezolvarea de probleme identificate de societate, producerea de cunoaștere în contextul dezvoltării de produse, sisteme și servicii. Diseminarea rezultatelor cercetării se produce pe măsură ce acestea sunt generate.

Metodologia de evaluare a școlilor de cercetare prezentată prin analiza multicriterială a fost utilizată în cadrul unui studiu de caz pentru cinci universități din România. Astfel, a fost determinată poziția fiecărei universități în raport cu cele două obiective identificate prin calculul amprentei de cercetare:



### Amprenta de cercetare pentru cele 5 universități studiate

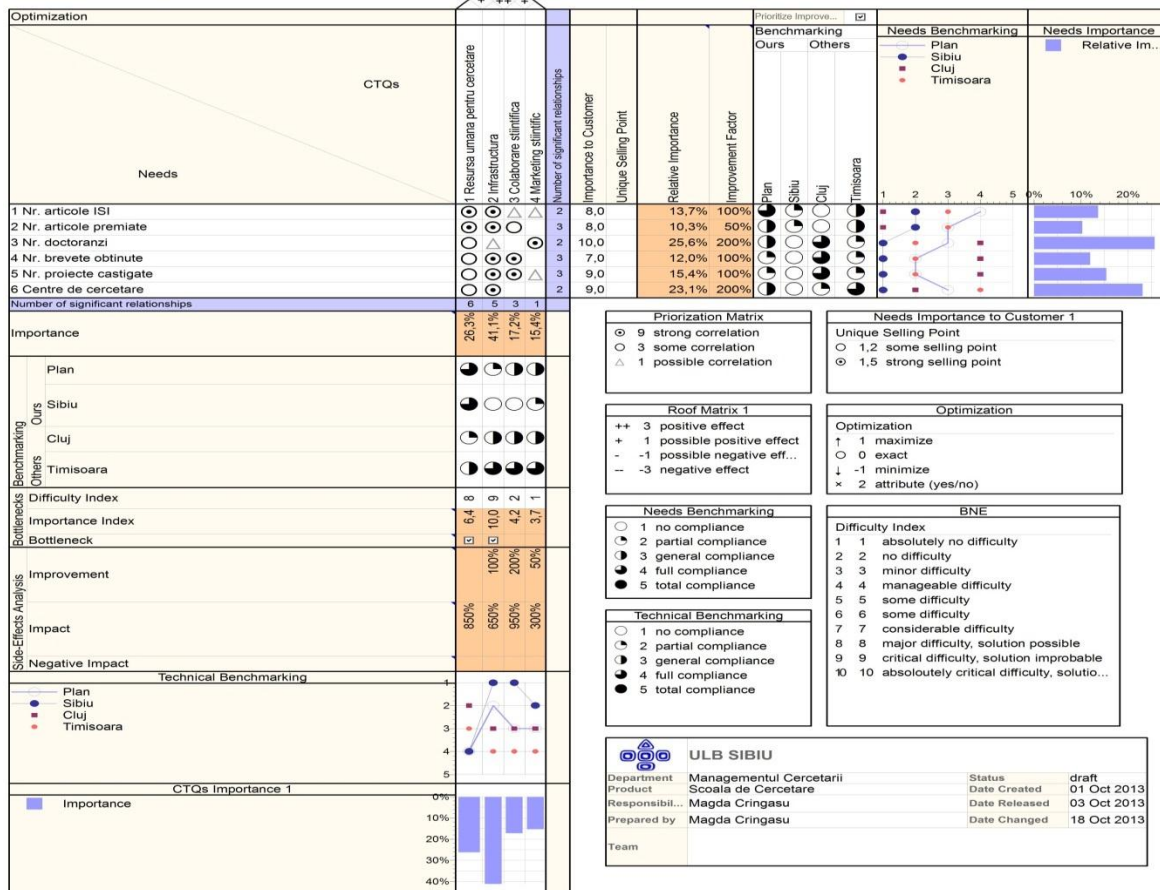
Se poate observa că demersurile de cercetare din Universitatea Politehnică din București și Universitatea Lucian Blaga din Sibiu sunt îndreptate spre atingerea obiectivului S1 – cercetare academică de prestigiu (semiplanul superior). Totodată, Universitatea Tehnică din Cluj Napoca și Universitatea Politehnică din Timișoara și-au propus atingerea obiectivului S2 – cercetare cu impact în societate (semiplanul inferior).

Este interesantă poziția Universității Tehnice din Iași care, prin însumarea notelor obținute pe fiecare criteriu, pentru fiecare obiectiv, rezultatul este zero. Astfel, se poate aprecia ca această universitate se poziționează bine în raport cu ambele obiective definite în analiza multi- criterială.

Totodată, în cadrul acestui capitol se realizează o analiză de tip benchmarking a școlilor de cercetare cu ajutorul metodei QFD (Quality Function Deployment). Au fost identificate caracteristicile de calitate pe care școlile de cercetare din inginerie trebuie să pună accent pentru a-și îmbunătăți performanța raportată la cerințele de calitate și la importanța acestora, din perspectiva clienților. Caracteristicile tehnice sau de calitate, considerate a fi reprezentative pentru activitatea de cercetare din cadrul unei structuri de tip școală de cercetare, sunt resursa umană pentru cercetare și infrastructura de cercetare (elemente de intrare pentru activitatea de cercetare), colaborarea științifică și marketingul științific.

În urma calculelor, realizate cu ajutorul aplicației software Qualica QFD, a rezultat caracteristica “Infrastructura” ca fiind cea mai importantă caracteristică și căreia trebuie să i se acorde o atenție sporită pentru a îmbunătăți rezultatele în cercetarea științifică. Următoarea caracteristică ca și importanță este “Resursa Umană”.

## House of Quality



### Casei Calității (Qualica) pentru analiza de tip benchmarking a școlilor de cercetare

Aplicarea metodei QFD pentru modelul școlii de cercetare propus și analizat în prezenta teză, relevă informații utile pentru focalizarea eficientă și eficace a eforturilor în vederea creșterii performanței activității de cercetare.

Astfel, pentru exemplul școlii de cercetare Universitatea Lucian Blaga Sibiu, s-a obținut o argumentare riguroasă pentru direcțiile prioritare de acțiune, ce pot fi concretizate în decizii manageriale:

- atragerea de resurse pentru îmbunătățirea infrastructurii de cercetare. Trebuie menționat că această direcție de acțiune include și facilitarea / încurajarea accesului la infrastructura de cercetare disponibilă în alte instituții (universități și institute de cercetare) și implicit creșterea colaborărilor științifice;

- atragerea și motivarea resursei umane pentru cercetare. Este clar că această direcție de acțiune include și crearea unui mediu de lucru creativ și stimulat, în care performanța să fie oglindită în recunoaștere academică și stimulente financiare.

Concluziile tezei de doctorat sunt sumarizate în *Capitolul 8*, împreună cu contribuțiile personale incluse în teză, respectiv cu perspectivele de dezvoltare și utilizare a rezultatelor obținute.

## **Concluzii**

Particularizarea metodologiilor de evaluare a cercetării-dezvoltării în științe ingineresti evidențiază clar că cercetarea inginerescă produce rezultate ce nu trebuie separate de contextul aplicării în industrie sau în orice alt segment al societății. Una din deficiențele metodologiilor analizate în contextul evaluării cercetării ingineresti, și nu numai, este absența evaluării explicite a componentei formative, neluându-se în considerare programe doctorale și post-doctorale, elemente esențiale în dezvoltarea corpului de cercetători și pe cale de consecință în asigurarea sustenabilității entității. O asemenea opțiune are avantajul că poate fi aplicată simultan universităților și institutelor de cercetare, deoarece acestea din urmă nu au misiunea de a forma resursă umană. Dacă însă ne propunem dezvoltarea unei metodologii particularizată pentru entități de cercetare din cadrul universităților, este necesară luarea în considerare a componentei formative (doctoranzi și postdoctoranzi) care se regăsește în misiunea universităților de cercetare. Această abordare stă la baza conceptului de “școală de cercetare” care îmbină resursa umană și infrastructura de cercetare proprii unui grup de cercetare (colectiv, centru, laborator, etc.) cu componenta formativă pentru cercetare (structura de tip școală doctorală asociată unui domeniu sau portofoliu de probleme specifice grupului de cercetare). Dintre avantajele structurilor tip școală de cercetare, am identificat: i) accesul doctoranzilor la infrastructura centrului de cercetare și la expertiza de utilizare a infrastructurii; ii) imersarea doctoranzilor într-un colectiv de cercetare unde pot deprinde în ritm accelerat cunoștințe esențiale pentru abordarea cu succes a tematicii tezei; iii) racordarea tematicii proiectelor de cercetare doctorală cu proiectele derulate în cadrul grupului de cercetare; iv) punerea la dispoziția centrului de cercetare a resursei umane doctoranzi și post-doctoranzi cu finanțare distinctă pe perioadă determinată.

Proiectarea unei metodologii pentru evaluarea școlilor de cercetare în științe ingineresti a ținut cont de particularitățile menționate mai sus. Totuși, pentru a obține o metodologie robustă și cu grad ridicat de acceptabilitate în comunitatea academică, am conceput un chestionar specific,

utilizat într-un studiu sociologic pe un eșantion reprezentativ de cadre didactice și cercetători din universități cu profil preponderent tehnic din România. Chestionarul a inclus un set comprehensiv de criterii și indicatori pentru a acoperi practic întregul spectru de producție științifică și de categorii de activități de cercetare și formative desfășurate. Rezultatele chestionarelor au fost procesate utilizând *Statistical Package for Social Sciences SPSS16*, pentru cele șase categorii de informații relevante pentru școala de cercetare: i) publicații; ii) prestigiu; iii) venituri din cercetare; iv) impact; v) mediu de cercetare; vi) strategie de cercetare și formare / perfecționare cercetători. Analiza corelațiilor dintre diversele perechi de indicatori, considerați în prezentul studio, relevă faptul că indicatorii analizați sunt quasi-independenți, cu corelație de intensitate redusă între ei. Prin urmare, axele de coordonate ale sistemului multi-dimensional de evaluare sunt quasi-ortogonale, ceea ce denotă evitarea redundanței (aprecierea acelorași aspecte cu indicatori diferiți).

Deși nu toți indicatorii propuși pentru fiecare din cele 6 criterii de mai sus au fost apreciați ca fiind relevanți, analiza multicriterială a setului de chestionare a relevat o concluzie clară și utilă: în medie, ponderea în termeni de importanță a fiecărui criteriu este practic aceeași, ceea ce demonstrează formularea echilibrată a criteriilor.

### **Principalele contribuții personale**

Principalele contribuții ale autorului prezentei teze de doctorat sunt sumarizate în cele ce urmează:

- 1) Analiza critică și sinteza în format SWOT (puncte tari, puncte slabe, oportunități și amenințări) a sistemelor naționale de organizare și desfășurare a activităților de cercetare științifică din Germania, Finlanda, Polonia și Japonia.
- 2) Prezentarea evoluției și analiza critică a sistemului de cercetare-dezvoltare-inovare din România, sintetizată în formatul analizei SWOT.
- 3) Analiza caracteristicilor definiției ale metodologiilor de evaluare a calității cercetării științifice, și corelarea seturilor de criterii și indicatori cu scopul evaluării și utilizatorii preliminați ai rezultatelor evaluării.
- 4) Prezentarea sintetică a primelor procese de evaluare a cercetării în entități CDI din România, cu accent pe evaluarea cercetării în universități, cu evidențierea principalelor caracteristici în

corelare cu scopul evaluării (bonificări în finanțarea de bază, certificare și atestare pentru acces la fonduri publice de cercetare).

- 5) Evidențierea particularităților cercetării științifice în științe inginerești, și corelarea acestora cu metodologii specifice de evaluare. Se arată clar că utilizarea unor “metodologii universale” conduce la rezultate cu relevanță scăzută și la concluzii cel puțin irelevante din perspectiva identificării direcțiilor de acțiune, pentru îmbunătățirea activităților și rezultatelor de cercetare-dezvoltare-inovare.
- 6) Analiza unitară a criteriilor utilizate pentru evaluarea cercetării în științe inginerești în cadrul metodologiilor propuse de Royal Academy of Engineering (Marea Britanie) și Exercițiul Național de Evaluare a Cercetării în universități – ENEC (România).
- 7) Introducerea, argumentarea, și analiza conceptului de “școală de cercetare”, ca formă eficientă și eficace de auto-organizare a entităților din cadrul universităților care derulează proiecte de cercetare și asigură formarea/perfecționarea resursei umane pentru cercetare prin programe doctorale/postdoctorale. O asemenea școală de cercetare are o identitate clară din punct de vedere a domeniului/subdomeniului de știință în care se încadrează demersurile de cercetare și formare.
- 8) Definirea unui set de criterii și indicatori specifici pentru evaluarea școlilor de cercetare în științe inginerești. Acest set de criterii este investigat printr-o anchetă socială, bazată pe un chestionar realizat de doctorand, aplicată unui eșantion reprezentativ de cadre didactice din universități cu profil tehnic din România.
- 9) Aplicarea programării multicriteriale pentru procesarea rezultatelor anchetei sociale și dezvoltarea unei metode de ierarhizare obiectivă a școlilor de cercetare în științe inginerești.
- 10) Prezentarea unui studiu de caz, utilizând metodologia dezvoltată în teză pentru 5 universități din România și determinarea amprentei de cercetare a acestora în raport cu cele două obiective generale (S1 – Cercetare academică de prestigiu și S2 - Cercetare cu impact în societate) stabilite în analiza multicriterială.
- 11) Aplicarea metodei QFD pentru identificarea caracteristicilor de calitate pe care școlile de cercetare din inginerie trebuie să pună accent pentru a-și îmbunătăți performanța.
- 12) Prezentarea unui studiu de caz asociat metodei QFD pentru trei universități din România și obținerea de argumente riguroase pentru direcții prioritare de acțiune în vederea îmbunătățirii performanței activității de cercetare.

## **Potențiale direcții de cercetare viitoare**

Este evident că prezenta teză este o lucrare limitată ca extensie în portofoliul de problematice abordate și timp de derulare al programului de cercetare doctorală. Prin urmare, a fost selectat un set relativ restrâns de obiective și activități derulate pentru atingerea lor. Continuarea prezentelor cercetări trebuie să includă, în opinia noastră, următoarele direcții:

- 1) Extinderea cercetării sociologice asupra conceptului de “școală de cercetare” introdus în teză, respectiv asupra metodologiei de evaluare a acestor entități. Pentru aceasta, eșantionul reprezentativ trebuie să includă preponderent directori de centre de cercetare și școli doctorale, respectiv prorectori de resort, pentru a atinge un grad cât mai ridicat de acceptare și/sau asumare la nivelul comunității academice.
- 2) Pilotarea metodologiei de evaluare pe un set reprezentativ de școli de cercetare. Esențial în acest proces este minimizarea efortului depus de entitățile evaluate, prin utilizarea informațiilor disponibile și verificate/validate. Colectarea și selectarea informațiilor cantitative va constitui etapa premergătoare evaluării colegiale calitative. Concluziile exercițiului de evaluare trebuie analizate în parteneriat cu coordonatorii școlilor de cercetare pentru elaborarea unei clasificări/ierarhizări acceptate de comunitate, pe de o parte, respectiv pentru corelarea cu strategiile de dezvoltare asumate de școlile de cercetare.
- 3) În perioada derulării programului doctoral și a elaborării tezei de doctorat, 2008-2013, am publicat un număr de 5 lucrări științifice în reviste indexate BDI, respectiv în volume de specialitate indexate, și comunicate la conferințe internaționale și naționale (3 lucrări ca prim autor și 2 co-autor). Totodată, am participat la implementarea unui număr de 7 proiecte de cercetare din domeniul tezei de doctorat, din care 3 cu finanțare națională (1 director de proiect) și 4 cu finanțare internațională (Programele Cadru 6 și 7 ale Comisiei Europene) în calitate de director adjunct (1) și coordonator partener din Romania (2).