



**ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE DIN MOLDOVA**

Cu titlu de manuscris

CZU: 004.45:[005.8:330.322](043)

**GHETMANCENCO SVETLANA**

**ANALIZA COMPARATIVĂ A CRITERIILOR DE  
EFICIENȚĂ A INVESTIȚIILOR ÎN INFORMATIZARE**

**122.02 Sisteme informatice**

Rezumatul tezei de doctor în informatică

**CHIȘINĂU, 2025**

Teza a fost elaborată în cadrul Academiei de Studii Economice a Moldovei, Școala Doctorală ASEM, Departamentul Tehnologii Informaționale și Managementul Informației.

**Conducător de doctorat:**

BOLUN Ion, dr.hab, prof.univ.

**Comisia de susținere publică a tezei de doctorat:**

PĂRȚACHI Ion, dr., prof.univ., ASEM	președinte
BOLUN Ion, dr. hab., prof.univ., UTM	conducător de doctorat
COSTAȘ Ilie, dr. hab., prof.univ., ASEM	referent
ALBU Svetlana, dr. hab., conf.univ., UTM	referent
BRAGARU Tudor, dr., prof.univ., USM	referent
BOTNARI Nadejda, dr., conf.univ., ASEM	referent
COJOCARU Igor, dr., conf.univ., IDSI	referent

Susținerea va avea loc la 04 Aprilie 2025, ora 15:00 în ședința Comisiei de susținere publică din cadrul Academiei de Studii Economice pe adresa: mun. Chișinău, str.Mitropolit Gavriil Bănulescu-Bodoni nr. 59, MD-2005, bloc. B, etaj 1, sala 104.

Teza de doctor și rezumatul pot fi consultate la Biblioteca Științifică a Academiei de Studii Economice din Moldova (MD-2005, str. G. Bănulescu-Bodoni 59, blocul F, Chișinău, Republica Moldova), pe situl web al ASEM ([www.ase.md](http://www.ase.md)) și pe situl web al ANACEC ([www.anacec.md](http://www.anacec.md)).

Rezumatul a fost expediat la data de "03"Martie 2025

Conducător de doctorat:

BOLUN Ion, dr., hab., prof. univ.



Autor:

GHETMANCENCO Svetlana



## CUPRINS

REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII .....	4
CONȚINUTUL TEZEI .....	7
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI .....	25
BIBLIOGRAFIE .....	28
LISTA PUBLICAȚIILOR AUTORULUI LA TEMA TEZEI.....	31
ADNOTARE .....	32
АННОТАЦИЯ.....	33
ANNOTATION.....	34

## REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

**Actualitatea temei de cercetare și importanța problemei abordate.** De mai mulți ani, informatizarea a devenit un pilon esențial în suportul dezvoltării durabile a economiilor moderne. Informatizarea a devenit un obiectiv național și în Republica Moldova [1]. Tehnologiile informaționale și de comunicație (TIC) au rolul principal în creșterea productivității, sporirea competitivității și rezilienței sectoarelor, valorificând în același timp capacitatea de inovare și capitalul uman [2, 3]. Această direcție strategică este susținută de așa documente precum Strategia Națională pentru Transformarea Digitală [1], Planul Național de Acțiuni pentru Implementarea Strategiei Naționale în domeniul TIC [4] și legislația în vigoare, inclusiv Legea privind telecomunicațiile [5], Legea privind securitatea cibernetică [6] și Legea privind protecția datelor cu caracter personal [7], oferind o bază solidă pentru implementarea și consolidarea proceselor de informatizare la nivel național.

Informatizarea activităților și proceselor din diverse domenii se concretizează, în principal, prin proiecte informatice (i-proiecte) ce necesită alocarea de resurse financiare (investiții) semnificative. În Republica Moldova, cadrul legal ce reglementează investițiile conține mai multe acte legislative și reglementări, inclusiv Legea nr. 81 din 18.03.2004 privind investițiile în activitatea de întreprinzător [8]. Conform [9], investiția presupune dobândirea de bunuri concrete și implică plata unui cost prezent în schimbul unor venituri viitoare.

Proiectele de investiții în informatizare (proiectele informatice) sunt, de obicei, de complexitate ridicată, implicând o gamă variată de resurse, echipamente și activități. Cerințele înalte către eficiența i-proiectelor impun o evaluare riguroasă a acestora prin intermediul unor indici relevanți, oferind, astfel, o perspectivă argumentată asupra fiecărui i-proiect analizat. Pentru a lua decizii informate în procesul de selecție a unui i-proiect, este esențială realizarea *analizei comparative a indicilor de eficiență*. Fără o astfel de analiză, alegerea i-proiectului oportun într-o situație anume devine dificilă, deoarece, indici diferiți pot oferi rezultate diferite.

Rezultatele teoretice ale cercetărilor privind aplicarea indicilor frecvent folosiți pentru evaluarea i-proiectelor [3, 11-19] nu întotdeauna oferă un răspuns univoc care din aceștia și în ce situații-problemă este oportun de aplicat. Totodată, aplicarea nereușită a unor indici poate conduce la soluții și, respectiv, decizii de selectare a unor i-proiecte mai puțin rezonabile. Deoarece prin metode analitice nu întotdeauna se pot compara reușit i-proiectele [11, 12], una din căile de comparare a acestora constă în folosirea simulării informatice (i-simulării). iSimularea poate asigura o evaluare detaliată, reducând incertitudinile și oferind decidenților instrumentele necesare pentru decizii argumentate.

Din aceste considerente și ținând cont de multitudinea i-proiectelor și volumul mare de investiții cu informatizarea în diverse domenii ale societății, tema tezei, orientată la analiza comparativă prin simulare informatică a diferitelor criterii de eficiență folosite pentru estimarea impactului investițiilor în informatizare, este foarte actuală.

**Cadrul de studiere la tema de cercetare.** În literatura științifică autohtonă și din afara hotarelor țării doar anumite aspecte legate de subiectul cercetării sunt acoperite pe scară largă. Aspectele teoretice generale ale conceptelor fundamentale precum „eficiență economică”,

„indici” și „proiecte” au fost cercetate de majoritatea clasicilor teoriei economice printre care: Adam Smith, David Ricardo, John Stuart Mill, Alfred Marshall, Vilfredo Pareto. Totodată, cercetări generale privind evaluarea eficienței economice a proiectelor de investiții, inclusiv principiile și metodele de realizare, tehnicile utilizate și indicatorii aplicabili, au fost realizate în mai multe lucrări ale savanților din țară și de peste hotare, inclusiv: S. Albu [13]; A. Barcaru [14], J. Baker [15], I. Blank [16, 17], N. Botnari [18], A. Damodaran [19], V. Livchits [20], M. Nowak [21], V. Platon [22], M. Law [23], S. Todiraș [2], C.A. Abramov [25], V. Esipov [26], P. Vilenskii [27], V. Kovaliov [28, 30], T. Teplova [31] ș.a. Însă majoritatea lor au examinat problema din perspectiva impactului criteriilor de eficiență asupra performanței investițiilor, fără a realiza o analiză comparativă aprofundată a acestor criterii prin metode analitice sau de simulare informatică.

În [11,12, 39] prin metode analitice se cercetează diverse aspecte ce țin de folosirea indicilor de eficiență pentru compararea i-proiectelor. Totodată, în aceste lucrări s-a ajuns la concluzia că, în unele situații, compararea i-proiectelor prin metode analitice este insuficientă, deoarece diferă soluțiile obținute la aplicarea unor criterii diferite. Deci, devine iminentă analiza comparativă a i-proiectelor prin simulare informatică.

**Scopul cercetării.** Scopul cercetării constă în analiza sistemică comparativă, inclusiv prin simulare informatică, a indicilor de estimare a eficienței proiectelor de investiții în informatizare și elaborarea de recomandări privind folosirea acestora.

Pentru a atinge acest scop, au fost stabilite următoarele **obiective ale cercetării**:

- identificarea și sistematizarea indicilor de eficiență a proiectelor de investiții în informatizare;
- elaborarea modelelor de caracterizare comparativă prin simulare informatică a indicilor de eficiență a proiectelor de investiții în informatizare;
- alcătuirea algoritmilor de evaluare comparativă prin simulare informatică a indicilor de eficiență a proiectelor de investiții în informatizare;
- definirea metodicii simulării informatice a caracteristicilor proiectelor de investiții în informatizare;
- dezvoltarea aplicației informatice de cercetare comparativă a indicilor de eficiență a i-proiectelor de investiții;
- cercetarea comparativă a indicilor de eficiență a proiectelor de investiții folosind aplicația informatică elaborată;
- elaborarea de recomandări privind aplicarea indicilor de eficiență a proiectelor de investiții în informatizare.

**Ipotezele de cercetare:**

1. Indicii de eficiență a i-proiectelor pot fi identificați și sistematizați astfel încât să ofere o bază solidă pentru evaluarea reușită cantitativă a proiectelor.
2. Modelele economico-matematic ce se vor propune pentru evaluarea eficienței i-proiectelor prin simulare informatică (i-simulare) vor permite o caracterizare comparativă adecvată a indicilor de eficiență, facilitând selecția i-proiectelor cu o probabilitate de succes mai mare.
3. Metodica simulării informatice va permite evaluarea cu o precizie acceptabilă a caracteristicilor i-proiectelor, generând rezultate aplicabile în diverse scenarii.

**Suportul metodologic și teoretico-științific al cercetărilor.** Baza teoretică și metodologică a tezei o constituie publicațiile științifice în domeniu ale unor savanți autohtoni și din afara hotarelor, cum ar fi: Albu S., Barcaru A., Baker J., Bolun I., Blank I., Botnari N., Damodaran A., Livchits V., Costas I., Nowak M., Pareto V., Platon V., Todiraș, S., Esipov V., Varanița, G., Vilenskii P. ș.a. Cercetările efectuate sunt bazate pe așa metode ca: observarea științifică, abstractizarea, clasificarea, formalizarea, modelarea matematică, teoria algoritmilor, analiza comparativă, actualizarea fluxurilor de numerar, inducția, deducția și simularea informatică.

**Problema științifică soluționată constă** în caracterizarea cantitativă (în premieră) prin simulare informatică a frecvenței cazurilor de necoincidență a soluțiilor obținute la folosirea indicilor valoarea adăugată netă, rata internă de rentabilitate și profitabilitatea, eventual în îmbinare cu metoda valorii anuale echivalente, pentru proiecte de informatizare de aceeași durată și de durată diferită și, de asemenea, a gradului influenței folosirii metodei valorii anuale echivalente asupra deciziilor de selectare a proiectelor de informatizare.

**Semnificația teoretică** rezidă în dezvoltarea cadrului metodologic de analiză comparativă cantitativă prin simulare informatică a proiectelor de investiții în informatizare în baza aplicării unor indici de eficiență relevanți.

**Noutatea și originalitatea științifică a cercetărilor constau în:**

1. Argumentarea oportunității folosirii simulării informatice pentru determinarea frecvenței cazurilor de necoincidență a soluțiilor obținute la aplicarea indicilor valoarea adăugată netă (NPV), rata internă de rentabilitate (IRR) și profitabilitatea (PI), eventual împreună cu metoda valorii anuale echivalente (EAV), pentru evaluarea eficienței proiectelor de informatizare.

2. Modelele de simulare informatică pentru analiză comparativă cantitativă a eficienței proiectelor de informatizare de aceeași durată și de durată diferită la folosirea indicilor NPV, IRR și PI, eventual în îmbinare cu metoda EAV.

3. Modelele de simulare informatică pentru estimarea gradului influenței folosirii metodei EAV asupra deciziilor de selectare a proiectelor de informatizare în baza indicilor NPV, IRR și PI.

4. Algoritmii de simulare informatică pentru analiza comparativă cantitativă a proiectelor de informatizare de aceeași durată și de durată diferită la folosirea indicilor NPV, IRR și PI, eventual în îmbinare cu metoda EAV.

5. Algoritmii de simulare informatică pentru analiză gradului influenței folosirii metodei valorii anuale echivalente asupra deciziilor de selectare a proiectelor de informatizare.

6. Metodica analizei comparative cantitative prin simulare informatică a eficienței proiectelor de informatizare.

7. Identificarea că, în medie, în medie, soluțiile, obținute la compararea, în baza indicilor NPV, PI și IRR, a eficienței i-proiectelor de aceeași durată, nu coincid în mai mult de 1/3 din cazuri, iar a eficienței i-proiectelor de durată diferită, nu coincid în mai mult de 18% din cazuri, dacă nu se utilizează metoda EAV, și depășește 30 %, dacă se utilizează metoda EAV.

**Valoarea aplicativă a cercetării.** Recomandările procedurale și metodologice elaborate pot fi utilizate în mediul academic și de cercetare pentru dezvoltarea de mai departe a metodologiei evaluării eficienței investițiilor în informatizare. De asemenea, ele pot servi drept ghid practic pentru conducătorii de proiect, specialiștii financiari și cei din domeniul TIC în procesul de luare a deciziilor referitoare la eficiența investițiilor în informatizare.

**Rezultate științifice principale înaintate spre susținere:**

1. Identificarea și sistematizarea și indicilor relevanți de evaluare a eficienței proiectelor de investiții în informatizare.

2. Modelele de simulare informatică pentru analiză comparativă cantitativă a eficienței proiectelor de informatizare de aceeași durată și de durată diferită la folosirea indicilor NPV, IRR și PI, eventual în îmbinare cu metoda EAV.

3. Modelele de simulare informatică pentru estimarea gradului influenței folosirii metodei EAV asupra deciziilor de selectare a proiectelor de informatizare în baza indicilor NPV, IRR și PI.

4. Algoritmii de simulare informatică pentru analiza comparativă cantitativă a proiectelor de informatizare de aceeași durată și de durată diferită la folosirea indicilor NPV, IRR și PI, eventual în îmbinare cu metoda EAV.

5. Algoritmii de simulare informatică pentru analiză gradului influenței folosirii metodei EAV asupra deciziilor de selectare a proiectelor de informatizare.

6. Metodica analizei comparative cantitative prin simulare informatică a eficienței proiectelor informatice de investiții.

7. Rezultatele analizei comparative cantitative prin simulare informatică a frecvenței cazurilor de necoincidență a soluțiilor obținute la folosirea indicilor NPV, RIR și PI, eventual în îmbinare cu metoda EAV, pentru proiecte de informatizare de aceeași durată și de durată diferită și, de asemenea, a gradului influenței folosirii metodei EAV asupra deciziilor de selectare a proiectelor de informatizare.

**Implementarea rezultatelor științifice.** Rezultatele obținute și descrise în teză sunt implementate în cadrul a trei companii: Întreprinderea Mixtă Moldo-Romano-Franceză TRIMARAN S.R.L, AUAJ „Criuleni” și BIC "VIA SCOPE" S.R.L, confirmând aplicabilitatea și utilitatea metodologiei propuse de comparare a proiectelor de investiții în informatizare prin eficientizarea deciziilor respective.

**Aprobarea rezultatelor cercetării.** Rezultatele de bază ale tezei au fost discutate în cadrul a trei conferințe științifice și au fost publicate în 8 lucrări, inclusiv, 3 articole în trei reviste științifice recenzate, dintre care una fără coautori; în total, 4 publicații fără coautori.

**Volumul și structura tezei:** introducere, trei capitole, concluzii generale și recomandări, 4 anexe, 136 titluri de surse bibliografice, 120 pagini de text de bază, 36 figuri și 29 tabele.

## CONȚINUTUL TEZEI

În teza de doctorat este abordată analiza comparativă a indicilor utilizați pentru determinarea eficienței i-proiectelor, cu accent pe aplicarea simulării informatice. Adnotările, listele abrevierilor, tabelelor, figurilor și materialul introductiv facilitează

studierea și analiza fiecărui compartiment și a lucrării în ansamblu. Fiecare capitol se încheie cu sistematizarea și formularea rezultatelor de bază obținute și descrise în cadrul acestuia. În compartimentul Concluzii generale și recomandări sunt descrise principalele rezultate ale cercetărilor obținute în cadrul lucrărilor asupra temei tezei. Cele trei anexe sunt constituite de trei certificate de implementare a rezultatelor cercetării în practică.

**Introducerea** cuprinde aspectele privind actualitatea și importanța temei de cercetare, cadrul de studiere la tema tezei, scopul, obiectivele, ipotezele și suportul metodologic al cercetării, problema științifică soluționată, noutatea, originalitatea științifică, semnificația teoretică și valoarea aplicativă a cercetării, rezultatele științifice principale înaintate spre susținere, nominalizarea celor trei companii în cadrul cărora au fost implementate rezultatele științifice, precum și aprobarea rezultatelor cercetării, alături de detalii privind volumul și structura tezei.

În **Capitolul 1** este dată analiza stării de lucruri și sunt identificate posibilele dezvoltări privind evaluarea comparativă a eficienței proiectelor de investiții în informatizare. În urma analizei lucrărilor savanților clasici și contemporani (Adam Smith, David Ricardo, John Stuart Mill, Alfred Marshall, Vilfredo Pareto, S. Albu [13], A. Barcaru [14], J. Baker [15], I. Blank [16, 17], N. Botnari [18], A. Damodaran [19], V. Livchits [20], M. Nowak [21], V. Platon [22], M. Law [23], S. Todiraș [2], S.A. Abramov [25], V. Esipov [26], P. Vilensky [27], V. Covaliov [28, 30], T. Teplova [31] ș.a.), care au definit concepte fundamentale precum „eficiență economică”, „indici” și „proiecte”, dar și principiile, metodele de realizare, tehnicile utilizate și indicii aplicabili în procesul de evaluare a proiectelor, s-a constatat că un aspect esențial în acest context este identificarea și aplicarea unor metodologii de evaluare comparativă adaptate specificului i-proiectelor.

iProiectele prezintă particularități distincte față de alte proiecte de investiții, dat fiind specificul implementării și folosirii tehnologiilor informaționale și de comunicații. Preponderent, produsele informatice rezultate sunt încorporate sau completează alte produse/activități, îmbunătățind performanțele ultimelor. Evaluarea i-proiectelor necesită o abordare distinctă, adaptată dinamicii rapide a domeniului și particularităților specifice asociat.

Prin îmbinarea conceptelor clasice și moderne sunt definite cerințele metodologice de evaluare comparativă cantitativă a eficienței i-proiectelor:

- metodologia trebuie să permită compararea beneficiilor aduse de diferite i-proiecte, utilizând criteriile financiare bine definite;
- metodologia trebuie să minimizeze influențele subiective, asigurând o evaluare bazată pe factori obiectivi și măsurabili;
- analiza comparativă trebuie să faciliteze luarea unor decizii informate, oferind un cadru clar pentru compararea eficienței investițiilor.

Sunt analizate metodele și indicii utilizați pentru evaluarea eficienței i-proiectelor de investiții și sistematizate rezultatele teoretice analitice în domeniu. Pentru orientarea mai facilă în multitudinea de i-proiecte, în [39] este data o clasificare a acestora în baza finalităților funcționale și a gradului de incertitudine al oportunității implementării finalităților funcționale. După finalitățile funcționale, se disting i-proiecte:

- A) cu aceleași finalități funcționale – proiecte alternative (ce se exclud reciproc), din acestea se implementează un singur proiect (Categorია A);



B) cu finalități funcționale diferite – proiecte nealternative (independente), acestea sunt candidate pentru portofolii de proiecte (Categorie B).

După gradul de incertitudine al oportunității implementării finalităților funcționale la etapa dată, i-proiectele pot fi grupate în trei categorii:

- 1) i-proiecte cu finalități funcționale, oportunitatea implementării cărora este certă;
- 2) i-proiecte cu finalități funcționale, oportunitatea implementării cărora este incertă, aceasta urmează să se decidă în baza examinării argumentelor de rigoare;
- 3) i-proiecte cu finalități funcționale, inoportunitatea implementării cărora este certă.

Marea majoritate a i-proiectelor se referă la categoria a doua, care și necesită cercetări speciale. După posibilitatea estimării cantitative a venitului de la implementare, i-proiectele pot fi grupate în două categorii [39, 41]:

- a) proiecte, veniturile de la implementarea cărora este într-atât de dificil de estimat cantitativ, încât nici nu se merită;
- b) proiecte, veniturile de la implementarea cărora pot fi estimate cu eforturi rezonabile.

Îmbinând ultimele două criterii, gradul de incertitudine a oportunității implementării finalităților funcționale și posibilitatea estimării cantitative a venitului de la implementare, i-proiectele pot fi grupate în patru categorii: 1a, 1b, 2a și 2b, respectiv. Se va considera, totodată, că pentru toate proiectele ce țin de o oarecare din aceste patru categorii, se pot determina toate costurile suportate cu întreținerea și folosirea lor.

Analiza comparativă, efectuată în [39] și bazată pe corelația dintre indici, specificul valorii în timp a banilor, durata diferită a proiectelor, precum și gama și importanța aspectelor caracterizate, a condus la reducerea numărului de indici pentru analiza comparativă a i-proiectelor de la 16 la 7, și anume [29]: durata actualizată  $R_d^q$  de recuperare a investițiilor, randamentul economic  $R^{EI}$  al investițiilor, valoarea actualizată netă (NPV), rata internă de rentabilitate (IRR), indicele de profitabilitate (PI), cheltuielile ajustate ( $C^{EN}$ ) și cheltuielile totale cu proprietatea (TCO), eventual în îmbinare cu metoda valorii anuale echivalente (EAV). Mai mult ca atât, conform [12], pentru proiectele ale căror venituri de la implementare pot fi estimate cu eforturi rezonabile, numărul acestora a fost redus până la trei: NPV, IRR și PI, eventual în îmbinare cu metoda EAV.

Totodată, este demonstrat [12] că indicii NPV, IRR și PI formează o mulțime Pareto, folosirea lor la compararea i-proiectelor poate conduce la soluții diferite. Prin cercetări teoretice analitice au fost identificate [12] doar situațiile în care aplicarea acestor trei indici conduce la aceleași soluții și, respectiv, la soluții diferite. Totodată, prin asemenea cercetări nu poate fi determinată frecvența unor asemenea cazuri, deși deseori aceasta poate prezenta un interes aparte. Totuși, frecvența în cauză poate fi determinată prin simulare informatică. Simularea informatică s-a dovedit eficientă pentru studierea sistemelor complexe [23, 24]. Aceasta permite analiza multiplelor scenarii, inclusiv modelarea și compararea i-proiectelor în funcție de diferiți indici de eficiență, luând în considerare așa caracteristici ca: fluxurile de numerar, ratele de actualizare, duratele de implementare a i-proiectelor ș.a.

Sunt definite, de asemenea, dezvoltările potențiale și enumerate rezultatele preconizate ale cercetărilor, stabilind cadrul conceptual de evaluare a i-proiectelor și, respectiv, de eficientizare a deciziilor privind selectarea acestora pentru realizare.

**În Capitolul 2** sunt descrise și discutate metodele, modelele și algoritmiile cercetării comparative cantitative prin simulare informatică a indicilor de eficiență a i-proiectelor

în baza dezvoltărilor potențiale și rezultatelor preconizate ale cercetărilor definite în Capitolul 1.

Una din metodele ce ar putea fi folosite la selectare proiectelor de investiții este **principiul Pareto** cunoscut și ca regula 80/20. În acest scop sunt definite etapele aplicării principiului Pareto la compararea i-proiectelor. Totodată, deși principiul Pareto, ca metodă auxiliară, ar putea ajuta la identificarea unor factori critici care influențează succesul unui proiect de investiții, folosirea acestuia pentru compararea i-proiectelor este inoportună din cauza numărului mic de indici folosiți (trei).

iProiectele sunt implementate și utilizate, de obicei, pe parcursul unei perioade extinse, iar diferite i-proiecte pot fi de durată diferită. De aceea este esențial ca la evaluarea comparativă a eficienței investițiilor în i-proiecte să se ia în considerare *factorul timp*. În acest scop, indicii de bază se aplică în îmbinare cu metoda valorii anuale echivalente (*Equivalent Annual Value – EAV*, eng.) [42]. Metoda EAV se bazează pe factorul de recuperare a capitalului (*Capital Recovery Factor - CRF*, eng.). Folosirea CRF oferă un mod uniform de a integra și compara fluxurile de numerar ale proiectelor de durată diferită. Conform [43], CRF este deosebit de util pentru proiectele de durată mare sau investiții semnificative. În cazul ratei de actualizare  $d$  și duratei de utilizare a produsului  $D$ , valoarea CRF se determină ca [42]:

$$CRF = \left[ \sum_{t=1}^D \frac{1}{(1+d)^t} \right]^{-1} = \frac{d(1+d)^D}{(1+d)^D - 1}, \quad (1)$$

De aici, se obține  $CRF(D=1) = d + 1$  și  $CRF(D \rightarrow \infty) = d$ ; prin urmare,  $d \leq CRF < d + 1$  [39]. Pentru indicele  $XX$ , care caracterizează o anumită valoare absolută pentru perioada  $D$ , valoarea anuală echivalentă se va nota  $EAXX$  și se determină ca

$$EAXX = CRF \times XX. \quad (2)$$

Dacă metoda EAV se aplică indicelui NPV, aceasta se mai numește **metoda costului anual echivalent** (*Equivalent Annual Cost - EAC*, eng.) [47]. De exemplu, între indicii NPV, EAC și CRF are loc relația  $EAC = EANPV = CRF \times NPV$ . Fie  $I$  sunt investițiile, iar  $CF_t$  sunt fluxurile de numerar în anul  $t$  ce țin de proiect. Atunci indicii NPV, IRR și PI se determină astfel:

$$NPV = \sum_1^D \frac{CF_t}{(1+d)^t} - I^C, \quad \sum_1^D \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} - I^C = 0, \quad PI = 1 + \frac{NPV}{I^C}, \quad (3)-(5)$$

Pentru o abordare mai completă a evaluării comparaive cantitative a i-proiectelor, sunt sistematizate argumentele oportunității folosirii indicilor NPV, IRR și PI, inclusiv cele ce au condus la oportunitatea reducerii numărului indicilor mai frecvent folosiți la compararea i-proiectelor de la 16 la 7, iar ulterior de la 7 la 3 (NPV, IRR și PI, eventual împreună cu metoda EAV) pentru i-proiectele, veniturile de la implementarea cărora pot fi estimate cu eforturi rezonabile (Categoriile 1b și 2b). Totodată, pentru i-proiectele, veniturile de la implementarea cărora este într-atât de dificil de estimat cantitativ, încât nici nu se merită (Categoriile 1a și 2a), este oportun de folosit [12, 32] indicele TCO, eventual în îmbinare cu metoda EAV.

Deoarece indicii NPV, IRR și PI formează o mulțime Pareto, există cazuri când soluțiile obținute cu folosirea acestora nu coincid. Prezintă interes, cât de frecvent au loc astfel de cazuri, iar abordările analitice nu oferă un răspuns la acest aspect [12, 33]. Totodată, răspunsul în cauză poate fi obținut prin i-simulare. Deci, scopul de bază al i-

simulării constă în identificarea frecvenței cazurilor în care soluțiile, obținute la aplicarea a doi sau chiar a celor trei indici, conduce la soluții deferite. Se vor examina doar i-proiecte, veniturile de la implementarea cărora pot fi estimate cu eforturi rezonabile (de Categoriile 1b și 2b). Fiecare i-proiect  $k$  se caracterizează de mărimile:

$I_k^C$  - volumul investițiilor necesare;

$\tau_k$  - durata însușirii investițiilor  $I_k^C$  (durata implementării proiectului);

$D_k$  - durata folosirii produsului rezultat în cazul implementării proiectului;

$L_k = \tau_k + D_k$  - durata desfășurării proiectului;

$CF_{kt}$  - este fluxul de numerar în anul  $t$ ;

$NPV_k$  - valoarea indicelui NPV;

$IRR_k$  - valoarea indicelui IRR;

$PI_k$  - valoarea indicelui PI.

Rata  $d$  se consideră constantă pentru întreaga perioadă  $L$  și egală pentru toate i-proiectele ce se compară. De asemenea, la actualizarea valorilor indicilor, ca punct de referință temporală se va folosi momentul lansării proiectelor în exploatare, această dată fiind aceeași pentru toate i-proiectele ce se compară. Frecvența scontată se va determina de procentajul cazurilor în care soluțiile obținute la aplicarea a cel puțin doi indici conduce la soluții diferite.

Deci, în cazul comparării i-proiectelor de aceeași durată, este necesară identificarea, prin simulare informatică, a procentajelor cazurilor în care aplicarea indicilor fiecărei perechi  $NP = \{NPV, PI\} - q_{NP}$ ,  $NR = \{NPV, IRR\} - q_{NR}$ ,  $PR = \{PI, IRR\} - q_{PR}$  și, de asemenea, a cel puțin uneia dintre perechile tripletului  $NPR = NPV \cup NR \cup PR - q_{NPR}$  conduce la soluții diferite. Evident, procentajul de coincidență a tuturor soluțiilor la aplicarea celor trei indici (NPV, PI și IRR) este egal cu  $100 - q_{NPR}$ .

De asemenea, în cazul comparării i-proiectelor de durată diferită, este necesară identificarea procentajelor cazurilor în care aplicarea indicilor fiecărei perechi  $NP = \{NPV, PI\} - q_{NP}$ ,  $NR = \{NPV, IRR\} - q_{NR}$  și  $PR = \{PI, IRR\} - q_{PR}$ ,  $NPE = \{EANPV, EAPI\} - q_{NPE}$ ,  $NRE = \{EANPV, IRR\} - q_{NRE}$ , și  $PRE = \{EAPI, IRR\} - q_{PRE}$  și, de asemenea, a cel puțin uneia dintre perechile tripletului  $NPER = EANP \cup EANR \cup EAPR - q_{NPER}$  conduce la soluții diferite. Evident, procentajul de coincidență a tuturor soluțiilor la aplicarea celor trei indici (EANP, EAPI și IRR) este egal cu  $100 - q_{NPER}$ .

### **Modele de analiză comparativă a i-proiectelor de aceeași durată [48]**

Fie este necesară compararea a două i-proiecte, 1 și 2, de durată egală, adică  $D_1 = D_2 = D$ . În acest scop sunt propuse 7 modele, iar pentru fiecare din acestea - câte un algoritm de analiză comparativă prin simulare informatică a 7 situații-problemă corespunzătoare.

Rata de actualizare  $d$  se consideră constantă și egală pentru cele două proiecte, dar valorile fluxurilor  $CF_t$  de numerar și, la fel, cele ale volumului  $I$  al investițiilor pot să difere pentru cele două i-proiecte. De asemenea, sunt introduși doi parametri,  $g$  și  $v$ . Valoarea  $g$  se determină din considerente de asigurare a unei valori date  $r$  pentru indicele IRR. Deci, din egalitatea (4) la  $CF_t = CF$ ,  $t = 1, 2, \dots, D$ , se obține

$$\sum_{t=1}^D \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I = CF \sum_{t=1}^D \frac{1}{(1+r)^t} - I = CF \frac{1-(1+r)^{-D}}{r} - I = CF/g - I = 0,$$

unde:

$$g = CF/I = r[1 - (1+r)^{-D}]. \quad (6)$$

Astfel,  $g$  depinde de  $r$  și  $D$  și, în același timp, stabilește relația dintre valoarea  $I$  a investiției și valoarea medie  $CF$  a fluxurilor de numerar  $CF_t$ ,  $t = 1, 2, \dots, D$ . Desigur, la  $CF_t \neq CF$ ,  $t = 1, 2, \dots, D$  valoarea  $IRR$  nu este egală cu  $r$ , dar este relativ apropiată de aceasta.

La rândul său, parametrul  $v$  caracterizează intervalul de variație relativă a  $CF_t$  față de  $CF$ . Deci, valoarea lui  $v$  este atribuită în funcție de valoarea  $CF = gI$  și anume:

$$v = (CF - CF_{\min})/CF = (CF_{\max} - CF)/CF; \quad (7)$$

$$CF_{\min} = CF(1 - v) = gI(1 - v); \quad (8)$$

$$CF_{\max} = CF(1 + v) = gI(1 + v); \quad (9)$$

$$CF_t \in [CF_{\min}; CF_{\max}], t = 1, 2, \dots, D. \quad (10)$$

În calcule, pentru parametrii  $d$ ,  $r$ ,  $v$ ,  $D$  și  $I$  se vor folosi valori din intervalele date:  $d \in [d_{\min}; d_{\max}]$ ,  $r \in [r_{\min}; r_{\max}]$ ,  $v \in [v_{\min}; v_{\max}]$ ,  $D \in [D_{\min}; D_{\max}]$  și  $I \in [I_{\min}; I_{\max}]$ . Folosind aceste intervale de valori, se poate forma un număr mare de grupuri de alternative de date inițiale. Dintre acestea, ca în [48], sunt selectate șapte grupuri, și anume a1-a7. În toate cazurile, valorile  $CF_t$  sunt generate aleatoriu la repartiție uniformă în intervalul respectiv, după cum urmează (ținând cont de (8)-(10)):

$$CF_{1t} \in [CF_{1\min}; CF_{1\max}], \text{ unde } CF_{1\min} = g(1 - v)I_1 \text{ și } CF_{1\max} = g(1 + v)I_1; \quad (11)$$

$$CF_{2t} \in [CF_{2\min}; CF_{2\max}], \text{ unde } CF_{2\min} = g(1 - v)I_2 \text{ și } CF_{2\max} = g(1 + v)I_2. \quad (12)$$

În Grupul a6 de alternative, valorile mărimilor  $I$  și  $D$  sunt, de asemenea, generate aleatoriu la repartiție uniformă în intervalele:  $I_1 \in [I_{\min}; I_{\max}]$ ,  $I_2 \in [I_{\min}; I_{\max}]$  și  $D \in [D_{\min}; D_{\max}]$ . În plus, Grupul a7 de alternative, valorile mărimilor  $r$  și  $v$  sunt generate aleatoriu în intervalele:  $r \in [r_{\min}; r_{\max}]$  și  $v \in [v_{\min}; v_{\max}]$ . În același timp, orice set de date inițiale astfel generat este acceptat doar dacă  $NPV_1 > 0$ ,  $NPV_2 > 0$  și  $|\text{IRR}_1 - \text{IRR}_2| \geq \varepsilon$ . Motivul utilizării parametrului  $\varepsilon$  ( $\varepsilon = 0.005$ ) este de a lua în considerare eroarea de calcul la determinarea valorilor  $\text{IRR}_1$  și  $\text{IRR}_2$ .

Astfel, Grupurile a1-a7 de alternative (modele de simulare informatică) sunt [48]:

a1) dependență de  $d$ :  $d = d_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $D$ ;  $I_1$ ;  $I_2$ ;  $r$ ;  $v$ . Aici  $n$  este numărul de valori ale mărimii  $d$  în intervalul  $[d_{\min}; d_{\max}]$ , iar mărimilor  $D$ ,  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $r$  și  $v$  în calcule li se atribuie câte o valoare anume în cadrul intervalelor  $[D_{\min}; D_{\max}]$ ,  $[I_{\min}; I_{\max}]$ ,  $[r_{\min}; r_{\max}]$  și  $[v_{\min}; v_{\max}]$ ;

a2) dependență de  $D$ :  $D = D_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $d$ ;  $I_1$ ;  $I_2$ ;  $r$ ;  $v$ . Aici  $n$  poate fi diferit de cel folosit pentru Grupul a1, iar mărimilor  $d$ ,  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $r$  și  $v$  în calcule li se atribuie câte o valoare anume în cadrul intervalelor  $[d_{\min}; d_{\max}]$ ,  $[I_{\min}; I_{\max}]$ ,  $[r_{\min}; r_{\max}]$  și  $[v_{\min}; v_{\max}]$ ;

a3) dependență de  $I$ :  $I_2 = I_{2i}$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $d$ ;  $D$ ;  $I_1$ ;  $r$ ;  $v$ . Aici mărimilor  $d$ ,  $D$ ,  $I_1$ ,  $r$  și  $v$  în calcule li se atribuie câte o valoare anume în cadrul intervalelor  $[d_{\min}; d_{\max}]$ ,  $[D_{\min}; D_{\max}]$ ,  $[I_{\min}; I_{\max}]$ ,  $[r_{\min}; r_{\max}]$  și  $[v_{\min}; v_{\max}]$ ;

a4) dependență de  $r$ :  $r = r_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $d$ ;  $D$ ;  $I_1$ ;  $I_2$ ;  $v$ . Aici mărimilor  $d$ ,  $D$ ,  $I_1$ ,  $I_2$  și  $v$  în calcule li se atribuie câte o valoare anume în cadrul intervalelor  $[d_{\min}; d_{\max}]$ ,  $[D_{\min}; D_{\max}]$ ,  $[I_{\min}; I_{\max}]$  și  $[v_{\min}; v_{\max}]$ , respectiv;

a5) dependență de  $v$ :  $v = v_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $d$ ;  $D$ ;  $I_1$ ;  $I_2$ ;  $r$ . Aici mărimilor  $d$ ,  $D$ ,  $I_1$ ,  $I_2$  și  $r$  în calcule li se atribuie câte o valoare anume în cadrul intervalelor  $[d_{\min}; d_{\max}]$ ,  $[D_{\min}; D_{\max}]$ ,  $[I_{\min}; I_{\max}]$  și  $[r_{\min}; r_{\max}]$ ;

a6) dependență de  $d+$  (de  $d$  la generarea aleatorie a valorilor mărimilor  $D$ ,  $I_1$  și  $I_2$  – grup parțial general):  $d = d_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , iar mărimile  $D_i$ ,  $I_{1i}$  și  $I_{2i}$  iau valori aleatoriu, pe când cele  $r$  și  $v$  – câte o valoare anume în intervalele respective;

a7) dependență de  $d$  (de  $d$  la generarea aleatorie a valorilor pentru  $D$ ,  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $r$  și  $v$  – grupul general):  $d = d_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , iar  $D$ ,  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $r$  și  $v$  iau valori în intervalele respective.

### **Algoritmi de analiză comparativă a i-proiectelor de aceeași durată [48]**

Dintre Algoritmii 1-7 de analiză comparativă a i-proiectelor de aceeași durată, în cele ce urmează sunt descriși, ca exemple, Algoritmii 2 și 7.

Algoritm 2 pentru Grupul a2 de alternative - determinarea procentajelor  $q_{NP}(D)$ ,  $q_{NR}(D)$ ,  $q_{PR}(D)$ ,  $q_{NPR}(D)$  și  $f(D)$ , constă în următoarele:

1. Date inițiale:  $d$ ;  $n$ ;  $D_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $I_1$ ;  $I_2$ ;  $r$ ;  $v$ ;  $K$ .
2.  $j := 1$ .
3.  $D := D_j$ ;  $g := r/[1 - (1 + r)^{-D}]$ ;  $CF_{1\min} := g(1 - v)I_1$ ,  $CF_{1\max} := g(1 + v)I_1$ ,  $CF_{2\min} := g(1 - v)I_2$ ,  $CF_{2\max} := g(1 + v)I_2$ ;  $m_f := 0$ ,  $m_{NP} := 0$ ,  $m_{NR} := 0$ ,  $m_{PR} := 0$ ,  $m_{NPR} := 0$  și  $k := 1$ , unde  $k$  este numărul iterației curente în cadrul eșantionului de dimensiune  $K$ .
4. Generarea, la distribuție aleatoare uniformă, a valorilor mărimilor  $CF_{I_t} \in [CF_{1\min}; CF_{1\max}]$ ,  $t = 1, 2, \dots, D$  și  $CF_{2t} \in [CF_{2\min}; CF_{2\max}]$ ,  $t = 1, 2, \dots, D$ .
5. Calcularea  $NPV_1$  conform (3). Dacă  $NPV_1 < 0$ , atunci  $m_f := m_f + 1$  și trecere la Pasul 10.
6. Calcularea  $NPV_2$  conform (3). Dacă  $NPV_2 < 0$ , atunci  $m_f := m_f + 1$  și trecere la Pasul 10.
7. Determinarea  $IRR_1$  și  $IRR_2$  ținând cont de (4). Dacă  $|IRR_1 - IRR_2| \leq \varepsilon$ , atunci  $m_f := m_f + 1$  și trecere la Pasul 10.
8. Determinarea  $PI_1$  și  $PI_2$  conform (5).
9. Identificarea cazurilor și actualizarea, la necesitate, a valorilor mărimilor  $m_{NP}$ ,  $m_{NR}$ ,  $m_{PR}$  și  $m_{NPR}$ .
10. Dacă  $k < K$ , atunci  $k := k + 1$  și trecere la Pasul 4.
11.  $q_{NP}(D) := 100m_{NP}/(K - m_f)$ ,  $q_{NR}(D) := 100m_{NR}/(K - m_f)$ ,  $q_{PR}(D) := 100m_{PR}/(K - m_f)$ ,  $q_{NPR}(D) := 100m_{NPR}/(K - m_f)$  și  $f(D) := 100m_f/K$ .
12. Dacă  $j < n$ , atunci  $j := j + 1$  și trecere la Pasul 3.
13. Preluarea rezultatelor simulării. Stop.

Aici  $K$  este dimensiunea eșantionului de seturi de date inițiale pentru i-simulare,  $m_f$  este numărul cazurilor, iar  $f$  - procentajul cazurilor de eșec la generarea seturilor de date inițiale. Un asemenea eșec are loc dacă la generarea unui set de date inițiale se confirmă cel puțin una dintre inegalitățile  $NPV_1 < 0$ ,  $NPV_2 < 0$  și  $|IRR_1 - IRR_2| > \varepsilon$ .

Algoritm 7 pentru Grupul a7 - determinarea procentajelor  $q_{NP}(d^-)$ ,  $q_{NR}(d^-)$ ,  $q_{PR}(d^-)$ ,  $q_{NPR}(d^-)$  și  $f(d^-)$ , constă în următoarele:

1. Date inițiale:  $n$ ;  $d_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $K$ .
2.  $j := 1$ .
3.  $d := d_j$ ;  $m_f := 0$ ,  $m_{NP} := 0$ ,  $m_{NR} := 0$ ,  $m_{PR} := 0$ ,  $m_{NPR} := 0$  și  $k := 1$ .
4. Generarea, la distribuție aleatoare uniformă, a valorilor mărimilor  $D \in [D_{\min}; D_{\max}]$ ,  $I_1 \in [I_{\min}; I_{\max}]$ ,  $I_2 \in [I_{\min}; I_{\max}]$ ,  $r \in [r_{\min}; r_{\max}]$  și  $v \in [v_{\min}; v_{\max}]$ , unde  $r_{\min}$  și  $r_{\max}$  sunt valoarea minimă și, respectiv, maximă admise pentru mărimea  $r$ , iar  $v_{\min}$  și  $v_{\max}$  sunt valoarea minimă și, respectiv, maximă admisă pentru mărimea  $v$ . De asemenea,  $g := r/[1 - (1 + r)^{-D}]$ ;  $CF_{1\min} := g(1 - v)I_1$ ,  $CF_{1\max} := g(1 + v)I_1$ ;  $CF_{2\min} := g(1 - v)I_2$  și  $CF_{2\max} := g(1 + v)I_2$ .
5. Generarea, la distribuție aleatoare uniformă, a valorilor mărimilor  $CF_{I_t} \in [CF_{1\min}; CF_{1\max}]$ ,  $t = 1, 2, \dots, D$  și  $CF_{2t} \in [CF_{2\min}; CF_{2\max}]$ ,  $t = 1, 2, \dots, D$ .
6. Calcularea  $NPV_1$  conform (3). Dacă  $NPV_1 < 0$ , atunci  $m_f := m_f + 1$  și trecere la Pasul 11.
7. Calcularea  $NPV_2$  conform (3). Dacă  $NPV_2 < 0$ , atunci  $m_f := m_f + 1$  și trecere la Pasul 11.
8. Determinarea  $IRR_1$  și  $IRR_2$  ținând cont de (4). Dacă  $|IRR_1 - IRR_2| \leq \varepsilon$ , atunci  $m_f := m_f + 1$  și trecere la Pasul 11.
9. Determinarea  $PI_1$  și  $PI_2$  conform (5).

10. Identificarea cazurilor și actualizarea, la necesitate, a valorilor mărimilor  $m_{NP}$ ,  $m_{NR}$ ,  $m_{PR}$  și  $m_{NPR}$ .
11. Dacă  $k < K$ , atunci  $k := k + 1$  și trecere la Pasul 4.
12.  $q_{NP}(d+) := 100m_{NP}/(K - m_i)$ ,  $q_{NR}(d+) := 100m_{NR}/(K - m_i)$ ,  $q_{PR}(d+) := 100m_{PR}/(K - m_i)$ ,  $q_{NPR}(d+) := 100m_{NPR}/(K - m_i)$  și  $f(d+) := 100m_i/K$ .
13. Dacă  $j < n$ , atunci  $j := j + 1$  și trecere la Pasul 3.
14. Preluarea rezultatelor simulării. Stop.

### **Modele de analiză comparativă a i-proiectelor de durată diferită [43]**

Fie este necesară compararea a două i-proiecte, 1 și 2, de durată diferită, adică  $D_1 \neq D_2$ . Abordarea este similară celei pentru i-proiecte de aceeași durată, cu excepția că  $D_1 > D_2$ . În acest scop sunt propuse 7 modele, iar pentru fiecare din acestea - câte un algoritm de analiză comparativă prin simulare informatică a 7 situații-problemă ce corespund Grupurilor de alternative 1-7 de seturi de date inițiale.

Grupurile 1-7 de alternative (modele de simulare informatică) sunt:

1) dependența de  $d$ :  $d = d_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $D_1; D_2, D_2 < D_1; I_1; I_2; r; v$ . Aici  $n$  este numărul de valori ale mărimii  $d$  în intervalul  $[d_{\min}; d_{\max}]$ , iar mărimilor  $D_1, D_2, I_1, I_2, r$  și  $v$  în calcule li se atribuie câte o valoare anume în cadrul intervalelor  $[D_2 + 1; D_{\max}]$ ,  $[D_{\min}; D_{\max} - 1]$ ,  $[I_{\min}; I_{\max}]$ ,  $[r_{\min}; r_{\max}]$  și  $[v_{\min}; v_{\max}]$ , respectiv;

2) dependența de  $D_2$ :  $D_2 = D_{2i}$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $d; D_1 > D_2; I_1; I_2; r; v$ . Aici mărimilor  $d, D_1, I_1, I_2, r$  și  $v$  în calcule li se atribuie câte o valoare anume în cadrul intervalelor  $[d_{\min}; d_{\max}]$ ,  $[D_2 + 1; D_{\max}]$ ,  $[I_{\min}; I_{\max}]$ ,  $[r_{\min}; r_{\max}]$  și  $[v_{\min}; v_{\max}]$ , respectiv;

3) dependența de  $I_2$ :  $I_2 = I_{2i}$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $d; D_1; D_2, D_2 < D_1; I_1; r; v$ . Aici mărimilor  $d, D_1, D_2, I_1, r$  și  $v$  în calcule li se atribuie câte o valoare anume în cadrul intervalelor  $[d_{\min}; d_{\max}]$ ,  $[D_2 + 1; D_{\max}]$ ,  $[D_{\min}; D_{\max} - 1]$ ,  $[I_{\min}; I_{\max}]$ ,  $[r_{\min}; r_{\max}]$  și  $[v_{\min}; v_{\max}]$ , respectiv;

4) dependența de  $r$ :  $r = r_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $d; D_1; D_2, D_2 < D_1; I_1; I_2; v$ . Aici mărimilor  $d, D_1, D_2, I_1, I_2$  și  $v$  în calcule li se atribuie câte o valoare anume în cadrul intervalelor  $[d_{\min}; d_{\max}]$ ,  $[D_2 + 1; D_{\max}]$ ,  $[D_{\min}; D_{\max} - 1]$ ,  $[I_{\min}; I_{\max}]$  și  $[v_{\min}; v_{\max}]$ ;

5) dependența de  $v$ :  $v = v_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $d; D_1; D_2, D_2 < D_1; I_1; I_2; r$ . Aici mărimilor  $d, D_1, D_2, I_1, I_2$  și  $r$  în calcule li se atribuie câte o valoare anume în cadrul intervalelor  $[d_{\min}; d_{\max}]$ ,  $[D_2 + 1; D_{\max}]$ ,  $[D_{\min}; D_{\max} - 1]$ ,  $[I_{\min}; I_{\max}]$  și  $[r_{\min}; r_{\max}]$ ;

6) dependența de  $d+$  (de  $d$  la generarea aleatorie a valorilor mărimilor  $D_1, D_2$  ( $D_2 < D_1$ ),  $I_1$  și  $I_2$  - grup parțial general):  $d = d_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , iar mărimile  $D_i, I_{1i}$  și  $I_{2i}$  iau valori aleatorii, pe când cele  $r$  și  $v$  - câte o valoare anume în intervalele respective;

7) dependența de  $d$  (de  $d$  la generarea aleatorie a valorilor mărimilor  $D_1, D_2$  ( $D_2 < D_1$ ),  $I_1, I_2, r$  și  $v$  - grupul general):  $d = d_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , iar mărimile  $D_1, D_2, I_1, I_2, r$  și  $v$  iau valori aleatorii în intervalele respective.

### **Algoritmi de analiză comparativă a i-proiectelor de durată diferită [43]**

Dintre Algoritmii 8-14 de analiză comparativă a i-proiectelor de durată diferită, în cele ce urmează sunt descriși, ca exemple, Algoritmii 9 și 14.

Algoritmul 9 pentru Grupul 2 de alternative - determinarea procentajelor  $q_{NP}(D_2)$ ,  $q_{NR}(D_2)$ ,  $q_{PR}(D_2)$ ,  $q_{NPR}(D_2)$ ,  $q_{PRE}(D_2)$  și  $f(D_2)$ , constă în următoarele:

1. Date inițiale:  $n; D_{2i}, i = \overline{1, n}; d; D_1, D_1 > D_2; I_1; I_2; r; v; K$ . Aici  $D_1 \in [D_{2n} + 1; D_{\max}]$ ,  $D_{2i} \in [D_{\min}; D_{\max} - 1]$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $I_1 \in [I_{\min}; I_{\max}]$  și  $I_2 \in [I_{\min}; I_{\max}]$ .
2.  $j := 1$ .  $g_1 := r/[1 - (1 + r)^{D_1}]$ ;  $CF_{1\min} := g_1(1 - v)I_1$ ,  $CF_{1\max} := g_1(1 + v)I_1$ .

3.  $D_2 := D_2; g_2 := r/[1 - (1 + r)^{D_2}]; CF_{2\min} := g_2(1 - v)I_2, CF_{2\max} := g_2(1 + v)I_2; m_f := 0, m_{NP} := 0, m_{NR} := 0, m_{PR} := 0, m_{NPE} := 0, m_{NRE} := 0, m_{PRE} := 0$  și  $k := 1$ , unde  $k$  este numărul iterației curente în cadrul eșantionului de dimensiune  $K$ .
4. Generarea, la distribuție aleatoare uniformă, a valorilor mărimilor  $CF_{I_t} \in [CF_{1\min}; CF_{1\max}]$ ,  $t = 1, 2, \dots, D_1$  și  $CF_{2t} \in [CF_{2\min}; CF_{2\max}]$ ,  $t = 1, 2, \dots, D_2$ .
5. Calcularea  $NPV_1$  conform (3). Dacă  $NPV_1 < 0$ , atunci  $m_f := m_f + 1$  și trecere la Pasul 9.
6. Calcularea  $NPV_2$  conform (3). Dacă  $NPV_2 < 0$ , atunci  $m_f := m_f + 1$  și trecere la Pasul 9.
7. Determinarea  $PI_1$  și  $PI_2$  conform (5), EANPV conform  $\{(1)-(3)\}$ , EANPI conform  $\{(1), (2), (5)\}$  și  $IRR_1$  și  $IRR_2$  ținând cont de (4).
8. Identificarea cazurilor și actualizarea, dacă este cazul, a valorilor mărimilor  $m_{NP}$ ,  $m_{NR}$ ,  $m_{PR}$ ,  $m_{NPE}$ ,  $m_{NRE}$  și  $m_{PRE}$ .
9. Dacă  $k < K$ , atunci  $k := k + 1$  și trecere la Pasul 4.
10.  $q_{NP}(D) := 100m_{NP}/(K - m_f)$ ,  $q_{NR}(D) := 100m_{NR}/(K - m_f)$ ,  $q_{PR}(D) := 100m_{PR}/(K - m_f)$ ,  $q_{NPE}(D) := 100m_{NPE}/(K - m_f)$ ,  $q_{NRE}(D) := 100m_{NRE}/(K - m_f)$ ,  $q_{PRE}(D) := 100m_{PRE}/(K - m_f)$  și  $f(D) := 100m_f/K$ .
11. Dacă  $j < n$ , atunci  $j := j + 1$  și trecere la Pasul 3.
12. Preluarea rezultatelor simulării. Stop.

Aici  $K$  este dimensiunea eșantionului de seturi de date inițiale pentru  $i$ -simulare,  $m_f$  este numărul cazurilor, iar  $f$  - procentajul cazurilor de eșec la generarea seturilor de date inițiale. Un asemenea eșec are loc dacă la generarea unui set de date inițiale se confirmă cel puțin una dintre inegalitățile  $NPV_1 < 0$  și  $NPV_2 < 0$ .

Algoritmul 14 pentru Grupul 7 de alternative - determinarea procentajelor  $q_{NP}(d^*)$ ,  $q_{NR}(d^*)$ ,  $q_{PR}(d^*)$ ,  $q_{NPE}(d^*)$ ,  $q_{NRE}(d^*)$ ,  $q_{PRE}(d^*)$  și  $f(d^*)$ , constă în următoarele:

1. Date inițiale:  $n; d_i, i = \overline{1, n}; D_{\min}, D_{\max}; I_{\min}, I_{\max}; r_{\min}, r_{\max}; v_{\min}, v_{\max}; K$ .
2.  $j := 1$ .
3.  $d := d_j; m_f := 0, m_{NP} := 0, m_{NR} := 0, m_{PR} := 0, m_{NPE} := 0, m_{NRE} := 0, m_{PRE} := 0$  și  $k := 1$ , unde  $k$  este numărul iterației curente în cadrul eșantionului de dimensiune  $K$ .
4. Generarea, la distribuție aleatoare uniformă, a valorilor mărimilor  $D_2 \in [D_{\min}; D_{\max} - 1]$ ,  $D_1 \in [D_2 + 1; D_{\max}]$ ,  $I_1 \in [I_{\min}; I_{\max}]$ ,  $I_2 \in [I_{\min}; I_{\max}]$ ,  $r \in [r_{\min}; r_{\max}]$  și  $v \in [v_{\min}; v_{\max}]$  și determinarea  $g_1 := r/[1 - (1 + r)^{D_1}]$  și  $g_2 := r/[1 - (1 + r)^{D_2}]$ .
5.  $CF_{1\min} := g_1(1 - v)I_1$ ,  $CF_{1\max} := g_1(1 + v)I_1$ ;  $CF_{2\min} := g_2(1 - v)I_2$ ,  $CF_{2\max} := g_2(1 + v)I_2$  și generarea, la distribuție aleatoare uniformă, a valorilor mărimilor  $CF_{I_t} \in [CF_{1\min}; CF_{1\max}]$ ,  $t = 1, 2, \dots, D_1$  și  $CF_{2t} \in [CF_{2\min}; CF_{2\max}]$ ,  $t = 1, 2, \dots, D_2$ .
6. Calcularea  $NPV_1$  conform (3). Dacă  $NPV_1 < 0$ , atunci  $m_f := m_f + 1$  și trecere la Pasul 10.
7. Calcularea  $NPV_2$  conform (3). Dacă  $NPV_2 < 0$ , atunci  $m_f := m_f + 1$  și trecere la Pasul 10.
8. Determinarea  $PI_1$  și  $PI_2$  conform (5), EANPV conform  $\{(1)-(3)\}$ , EANPI conform  $\{(1), (2), (5)\}$  și  $IRR_1$  și  $IRR_2$  ținând cont de (4).
9. Identificarea cazurilor și actualizarea, dacă este cazul, a valorilor mărimilor  $m_{NP}$ ,  $m_{NR}$ ,  $m_{PR}$ ,  $m_{NPE}$ ,  $m_{NRE}$  și  $m_{PRE}$ .
10. Dacă  $k < K$ , atunci  $k := k + 1$  și trecere la Pasul 4.
11.  $q_{NP}(v) := 100m_{NP}/(K - m_f)$ ,  $q_{NR}(v) := 100m_{NR}/(K - m_f)$ ,  $q_{PR}(v) := 100m_{PR}/(K - m_f)$ ,  $q_{NPE}(v) := 100m_{NPE}/(K - m_f)$ ,  $q_{NRE}(v) := 100m_{NRE}/(K - m_f)$ ,  $q_{PRE}(v) := 100m_{PRE}/(K - m_f)$  și  $f(v) := 100m_f/K$ .

12. Dacă  $j < n$ , atunci  $j := j + 1$  și trecere la Pasul 3.
13. Preluarea rezultatelor simulării. Stop.

### **Modele de analiză a influenței metodei EAV asupra selecției i-proiectelor** [47]

După cum a fost menționat, utilizarea metodei EAV în analiza comparativă a i-proiectelor de durată diferită prezintă avantaje importante. Prezintă interes gradul în care utilizarea metodei EAV influențează soluțiile la compararea i-proiectelor de durată diferită. În acest scop, sunt propuse 7 modele și pentru fiecare din acestea câte un algoritm de analiză comparativă a i-proiectelor de durată diferită prin simulare informatică a 7 situații-problemă ce corespund Grupurilor 1-7 de alternative de seturi de date inițiale.

Pentru a determina gradul influenței metodei EAV, se vor compara, prin i-simulare, soluțiile obținute folosind indicii perechilor  $NPE = \{EANPV, EAPI\}$ ,  $NRE = \{EANPV, IRR\}$ ,  $PRE = \{EAPI, IRR\}$ ,  $2NE = \{NPV, EANPV\}$  și  $2PE = \{PI, EAPI\}$  și, de asemenea, cele ale triplețelor  $NPR = \{NPV, PI, IRR\}$  și  $NPER = \{EANPV, EAPI, IRR\}$ . Ca măsurători se vor folosi procentajele cazurilor în care soluțiile menționate diferă, respectiv:  $q_{NPE}$ ,  $q_{NRE}$ ,  $q_{PRE}$ ,  $q_{2NE}$ ,  $q_{2PE}$ ,  $q_{NPR}$  și  $q_{NPER}$ .

Ca și în cazul comparării i-proiectelor de aceeași durată,  $K$  este dimensiunea eșantionului de seturi de date inițiale pentru i-simulare,  $m_f$  este numărul cazurilor, iar  $f$  - procentajul cazurilor de eșec la generarea seturilor de date inițiale. Un asemenea eșec are loc dacă la generarea unui set de date inițiale se confirmă cel puțin una dintre inegalitățile  $NPV_1 < 0$ ,  $NPV_2 < 0$  și  $|IRR_1 - IRR_2| > \varepsilon$ .

### **Algoritmi de analiză a influenței metodei EAV asupra selecției i-proiectelor** [47]

Dintre Algoritmii 15-21 de analiză a influenței metodei EAV asupra selecției i-proiectelor, în cele ce urmează sunt descriși, ca exemple, Algoritmii 16 și 21.

Algoritmul 16 pentru Grupul 2 de alternative - determinarea procentajelor  $q_{NP}(D_2)$ ,  $q_{NR}(D_2)$ ,  $q_{PR}(D_2)$ ,  $q_{NPE}(D_2)$ ,  $q_{NRE}(D_2)$ ,  $q_{PRE}(D_2)$  și  $f(D_2)$ , constă în următoarele:

1. Date inițiale:  $n$ ;  $D_{2i}$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $d$ ;  $D_1$ ,  $D_1 > D_2$ ;  $I_1$ ;  $I_2$ ;  $r$ ;  $v$ ;  $K$ . Aici  $D_1 \in [D_{2n} + 1; D_{\max}]$ ,  $D_{2i} \in [D_{\min}; D_{\max} - 1]$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $I_1 \in [I_{\min}; I_{\max}]$  și  $I_2 \in [I_{\min}; I_{\max}]$ .
2.  $j := 1$ .  $g_1 := r/[1 - (1 + r)^{D_1}]$ ;  $CF_{1\min} := g_1(1 - v)I_1$ ,  $CF_{1\max} := g_1(1 + v)I_1$ .
3.  $D_2 := D_{2j}$ ;  $g_2 := r/[1 - (1 + r)^{D_2}]$ ;  $CF_{2\min} := g_2(1 - v)I_2$ ,  $CF_{2\max} := g_2(1 + v)I_2$ ;  $m_f := 0$ ,  $m_{NPE} := 0$ ,  $m_{NRE} := 0$ ,  $m_{PRE} := 0$ ,  $m_{2NE} := 0$ ,  $m_{2PE} := 0$ ,  $m_{NPR} := 0$ ,  $m_{NPER} := 0$  și  $k := 1$ , unde  $k$  este numărul iterației curente în cadrul eșantionului de dimensiune  $K$ .
4. Generarea, la distribuție aleatoare uniformă, a valorilor mărimilor  $CF_{1t} \in [CF_{1\min}; CF_{1\max}]$ ,  $t = 1, 2, \dots, D_1$  și  $CF_{2t} \in [CF_{2\min}; CF_{2\max}]$ ,  $t = 1, 2, \dots, D_2$ .
5. Calcularea  $NPV_1$  conform (3). Dacă  $NPV_1 < 0$ , atunci  $m_f := m_f + 1$  și trecere la Pasul 10.
6. Calcularea  $NPV_2$  conform (3). Dacă  $NPV_2 < 0$ , atunci  $m_f := m_f + 1$  și trecere la Pasul 10.
7. Determinarea  $IRR_1$  și  $IRR_2$  din (4). Dacă  $|IRR_1 - IRR_2| \leq \varepsilon$ , atunci  $m_f := m_f + 1$  și trecere la Pasul 10.
8. Determinarea  $PI_1$  și  $PI_2$  conform (5),  $EANPV$  conform  $\{(1)-(3)\}$  și  $EANPI$  conform  $\{(1), (2), (5)\}$ .
9. Identificarea cazurilor și actualizarea, dacă este cazul, a valorilor mărimilor  $m_{NPE}$ ,  $m_{NRE}$ ,  $m_{PRE}$ ,  $m_{2NE}$ ,  $m_{2PE}$ ,  $m_{NPR}$  și  $m_{NPER}$ .
10. Dacă  $k < K$ , atunci  $k := k + 1$  și trecere la Pasul 4.



11.  $q_{NP}(D) := 100m_{NP}/(K - m_f)$ ,  $q_{NR}(D) := 100m_{NR}/(K - m_f)$ ,  $q_{PR}(D) := 100m_{PR}/(K - m_f)$ ,  $q_{NPE}(D) := 100m_{NPE}/(K - m_f)$ ,  $q_{NRE}(D) := 100m_{NRE}/(K - m_f)$ ,  $q_{PRE}(D) := 100m_{PRE}/(K - m_f)$  și  $f(D) := 100m_f/K$ .
  12. Dacă  $j < n$ , atunci  $j := j + 1$  și trecere la Pasul 3.
  13. Preluarea rezultatelor simulării. Stop.
- Algoritmul 21 pentru Grupul 7 de alternative - determinarea procentajelor  $q_{NP}(d^*)$ ,  $q_{NR}(d^*)$ ,  $q_{PR}(d^*)$ ,  $q_{NPE}(d^*)$ ,  $q_{NRE}(d^*)$ ,  $q_{PRE}(d^*)$  și  $f(d^*)$ , constă în următoarele:
1. Date inițiale:  $n$ ;  $d_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $D_{\min}$ ,  $D_{\max}$ ;  $I_{\min}$ ,  $I_{\max}$ ;  $r_{\min}$ ,  $r_{\max}$ ;  $v_{\min}$ ,  $v_{\max}$ ;  $K$ .
  2.  $j := 1$ .
  3.  $d := d_j$ ;  $m_f := 0$ ,  $m_{NPE} := 0$ ,  $m_{NRE} := 0$ ,  $m_{PRE} := 0$ ,  $m_{2NE} := 0$ ,  $m_{2PE} := 0$ ,  $m_{NPR} := 0$ ,  $m_{NPER} := 0$  și  $k := 1$ , unde  $k$  este numărul iterației curente în cadrul eșantionului de dimensiune  $K$ .
  4. Generarea, la distribuție aleatoare uniformă, a valorilor mărimilor  $D_2 \in [D_{\min}; D_{\max} - 1]$ ,  $D_1 \in [D_2 + 1; D_{\max}]$ ,  $I_1 \in [I_{\min}; I_{\max}]$ ,  $I_2 \in [I_{\min}; I_{\max}]$ ,  $r \in [r_{\min}; r_{\max}]$  și  $v \in [v_{\min}; v_{\max}]$  și determinarea  $g_1 := r/[1 - (1 + r)^{D_1}]$  și  $g_2 := r/[1 - (1 + r)^{D_2}]$ .
  5.  $CF_{1\min} := g_1(1 - v)I_1$ ,  $CF_{1\max} := g_1(1 + v)I_1$ ;  $CF_{2\min} := g_2(1 - v)I_2$ ,  $CF_{2\max} := g_2(1 + v)I_2$  și generarea, la distribuție aleatoare uniformă, a valorilor mărimilor  $CF_{It} \in [CF_{1\min}; CF_{1\max}]$ ,  $t = 1, 2, \dots, D_1$  și  $CF_{2t} \in [CF_{2\min}; CF_{2\max}]$ ,  $t = 1, 2, \dots, D_2$ .
  6. Calcularea  $NPV_1$  conform (3). Dacă  $NPV_1 < 0$ , atunci  $m_f := m_f + 1$  și trecere la Pasul 11.
  7. Calcularea  $NPV_2$  conform (3). Dacă  $NPV_2 < 0$ , atunci  $m_f := m_f + 1$  și trecere la Pasul 11.
  8. Determinarea  $IRR_1$  și  $IRR_2$  ținând cont de (4). Dacă  $|IRR_1 - IRR_2| \leq \varepsilon$ , atunci  $m_f := m_f + 1$  și trecere la Pasul 11.
  9. Determinarea  $PI_1$  și  $PI_2$  conform (5), EANPV conform  $\{(1)-(3)\}$ , EANPI conform  $\{(1), (2), (5)\}$ .
  10. Identificarea cazurilor și actualizarea, dacă este cazul, a valorilor mărimilor  $m_{NPE}$ ,  $m_{NRE}$ ,  $m_{PRE}$ ,  $m_{2NE}$ ,  $m_{2PE}$ ,  $m_{NPR}$ , and  $m_{NPER}$ .
  11. Dacă  $k < K$ , atunci  $k := k + 1$  și trecere la Pasul 4.
  12.  $q_{NP}(v) := 100m_{NP}/(K - m_f)$ ,  $q_{NR}(v) := 100m_{NR}/(K - m_f)$ ,  $q_{PR}(v) := 100m_{PR}/(K - m_f)$ ,  $q_{NPE}(v) := 100m_{NPE}/(K - m_f)$ ,  $q_{NRE}(v) := 100m_{NRE}/(K - m_f)$ ,  $q_{PRE}(v) := 100m_{PRE}/(K - m_f)$  și  $f(v) := 100m_f/K$ .
  13. Dacă  $j < n$ , atunci  $j := j + 1$  și trecere la Pasul 3.
  14. Preluarea rezultatelor simulării. Stop.

**Capitolul 3** explorează rezultatele obținute în urma aplicării metodologiilor, indicilor și algoritmilor descriși în capitolele anterioare. Dar, mai întâi, este descrisă metoda simulării informatice a caracteristicilor i-proiectelor.

### ***Metodica simulării informatice a caracteristicilor i-proiectelor***

Pentru efectuarea de calcule conform Algoritmilor 1-21, sunt argumentate valorile unor caracteristici ale modelelor aferente și anume, în funcție de caz [38]:  $d = \{0.05, 0.06, 0.07, \dots, 0.14\}$ ,  $D = \{1, 2, 3, \dots, 10\}$ ,  $I = \{100, 200, 300, \dots, 1000\}$ ,  $v \in [0, 1; 0, 9]$ ,  $v = \{0.1, 0.2, \dots, 0.9\}$ ,  $r = \{0.1, 0.2, 0.3, \dots, 0.9\}$ ,  $\varepsilon = 0,05$ .

Dimensiunea  $K$  a eșantionului calculelor pentru un grup de alternative de date inițiale, la exactitatea necesară (marja  $\delta$  a erorii) s-a folosit expresia 45):

$$K = \frac{z(\beta)^2 p(1-p)}{\delta^2}, \quad (13)$$

unde:  $z$  este coeficientul de încredere, în funcție de nivelul de încredere  $\beta$  dorit;  $\delta$  - marja erorii de simulare;  $p$  - proporția estimată de referire a unor entități din mulțimea data la prima din cele două clase. Pentru  $p$  este folosită cea mai conservatoare estimare, adică cazul care necesită cea mai mare valoare a eșantionului  $K$  la marja  $\delta$  de eroare dată, adică  $p = 0,5$ . La  $p = 0,5$ , expresia (13), ia forma

$$K(\beta, \delta) = \frac{[z(\beta)]^2 0,5^2}{\delta^2} = \left[ \frac{0,5z(\beta)}{\delta} \right]^2. \quad (14)$$

Pentru a determina valoarea necesară  $K$  a eșantionului, sunt determinate unele valori aproximative ale funcției  $K(\beta, \delta)$ . Caracterul dependenței valorii  $K$  de  $\beta$  și  $\delta$  poate fi observat în Figurile 1 și 2.

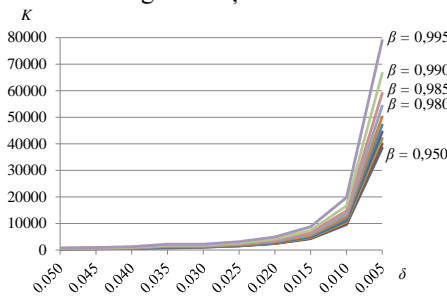


Figura 1. Dependenta  $K$  de eroarea  $\delta$  și nivelul de încredere  $\beta$

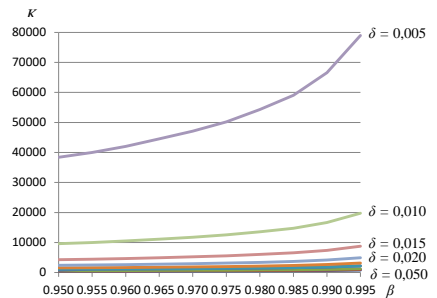


Figura 2. Dependenta  $K$  de nivelul de încredere  $\beta$  și eroarea  $\delta$

**Sursa:** elaborate de autor

Cum și era de așteptat, funcția  $K(\beta, \delta)$  este crescătoare față de  $\beta$  și descrescătoare față de  $\delta$ . Dar, la valori mari ale  $\delta$  (aprox.  $\delta > 0,015$ ) valoarea funcției  $K(\beta, \delta)$  descreește încet, iar la valori mici ale acesteia (aprox.  $\delta < 0,015$ ) – descreește din ce în ce mai rapid.

Rezultatele calculelor arată că chiar și pentru o eroare a simulării de 0,5% la nivelul de încredere de 99,5% este suficient un eșantion de cca. 80000 seturi de valori de date inițiale. Totodată, deoarece la generarea seturilor de date inițiale este necesară respectarea condițiilor  $NPV_1 > 0$ ,  $NPV_2 > 0$  și  $|IRR_1 - IRR_2| \geq \varepsilon$ , se poate întâmpla că dimensiunea efectivă a eșantionului de simulare să fie semnificativ mai mică de 80000. În calcule este folosit eșantionul  $K = 100000$ .

În baza metodicii descrise, este alcătuită, în C++ Builder, i-aplicația SIMINV de simulare conform Algoritmilor 2.1-2.21 și sunt efectuate calculele respective.

### **Rezultatele simulării informatice pentru i-proiecte de aceeași durată [43, 48]**

Unele din rezultatele calculelor efectuate pentru i-proiecte de aceeași durată sunt prezentate în Figurile 3 și 4. Figura 3 prezintă dependențele lui  $f$  de  $d$  pentru Grupurile a1, a6 și a7 de alternative de date inițiale.

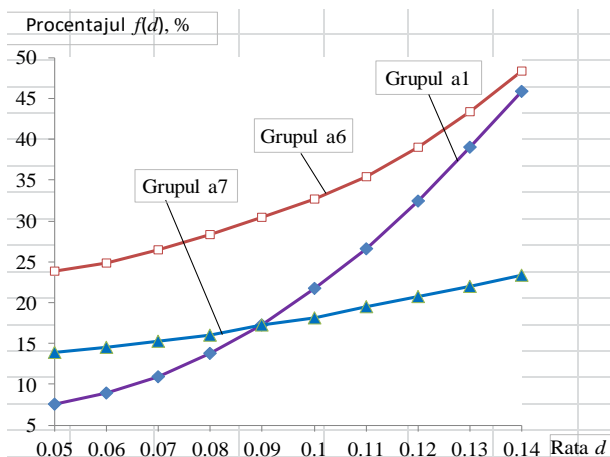


Figura 3. Procentajul eșecurilor la generarea seturilor de date inițiale

Sursa: elaborată de autor

Astfel, pentru Grupurile a1-a7 de alternative, dependențele  $f(\cdot)$  sunt crescătoare față de  $d$ , intervalul total de valori fiind  $[1,5; 74,3]$  %, cu excepția cazului Grupului a4 la  $r = 0,1$  când limita superioară este de 97,7%. Deci, în cazul Grupului a4 la  $r = 0,1$ , eșantionul efectiv de date inițiale este de  $100000(100 - 97,7)/100 = 2300$  seturi și este, de obicei, suficient de bun: conform calculelor,  $K = 2300$  convine cazurilor  $\{\beta \leq 0,980; \delta \geq 0,025\}$  și  $\{\beta \leq 0,995; \delta \geq 0,030\}$ . În toate celelalte cazuri, eșantionul de seturi de date inițiale depășește  $100000(100 - 74,3)/100 = 25700$  seturi și este foarte bun: conform calculelor,  $K = 25700$  convine cazurilor  $\{\beta \leq 0,995; \delta \geq 0,010\}$ .

Pentru Grupul a2 de alternative, dependențele  $q_{NP}(D_2)$ ,  $q_{NR}(D)$ ,  $q_{PR}(D)$  și  $q_{NPR}(D)$  la  $d = 0,08$  sunt prezentate în Figura 4.

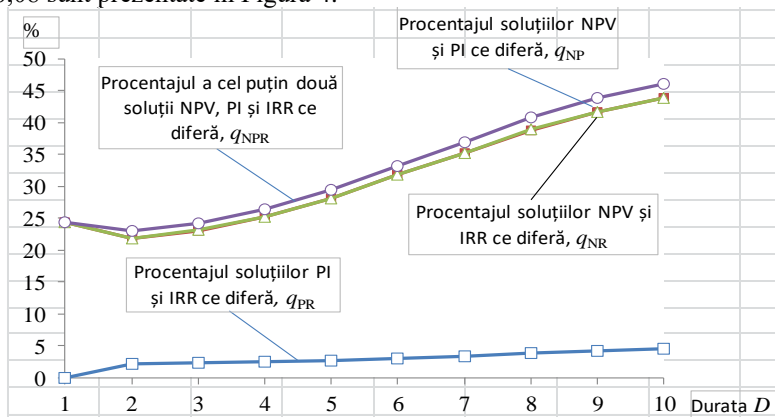


Figura 4. Procentajele  $q_{NP}(D)$ ,  $q_{NR}(D)$ ,  $q_{PR}(D)$  și  $q_{NPR}(D)$

Sursa: elaborată de autor

În perechi, pentru Grupurile a1-a6 de alternative de seturi de date inițiale, dependențele  $q_{NP}(\cdot)$  și  $q_{NR}(\cdot)$  practic coincid, iar pentru Grupul a7 acestea sunt foarte apropiate între ele. De asemenea, dependența  $q_{NPR}(\cdot)$  este relativ apropiată de acestea. În ceea ce privește procentajele  $q_{PR}(\cdot)$ , acestea sunt, de obicei, considerabil mai mici decât cele pentru  $q_{NP}(\cdot)$ ,  $q_{NR}(\cdot)$  și  $q_{NPR}(\cdot)$ . Astfel, dintre indicii NPV, PI și IRR, ultimii doi sunt cei mai apropiați între ei în ceea ce privește soluțiile obținute a eficienței i-proiectelor. O analiză comparativă a intervalului de valori pentru cele patru procentaje poate fi realizată pe baza datelor din Tabelul 1.

**Tabelul 1. Intervalele de valori pentru procentajele  $q_{NP}(\cdot)$ ,  $q_{NR}(\cdot)$ ,  $q_{PR}(\cdot)$  și  $q_{NPR}(\cdot)$ , %**

Indicii		$q_{NP}(\cdot)$	$q_{NR}(\cdot)$	$q_{PR}(\cdot)$	$q_{NPR}(\cdot)$
Minimum de	$q(d)$	21,60	21,60	1,30	22,20
	$q(D)$	20,32	21,05	0	21,14
	$q(I_2)$	0	1,26	1,24	1,26
	$q(r)$	13,36	13,36	0	13,36
	$q(v)$	20,58	20,20	0	21,71
	$q(d+)$	20,31	20,43	1,07	20,90
	$q(d-)$	33,40	34,03	8,32	37,88
Minimumul general		0	1,26	0	1,26
Maximum de	$q(d)$	32,10	32,10	3,84	34,00
	$q(D)$	47,67	47,57	7,06	51,15
	$q(I_2)$	48,34	48,31	3,89	50,25
	$q(r)$	49,22	49,35	19,11	58,67
	$q(v)$	50,01	50,03	5,56	50,35
	$q(d+)$	28,22	28,40	4,16	30,39
	$q(d-)$	34,68	35,74	10,95	40,69
Maximumul general		50,01	50,03	19,11	58,67
Valoarea totală a intervalului		50,01	48,77	19,11	57,41

*Sursa:* elaborat de autor

Astfel, pentru Grupurile a1-a7 de alternative de seturi de date inițiale folosite, procentajul mediu de cazuri cu soluții diferite pentru toate cele trei perechi de indici este considerabil, și anume:  $q_{NP}(\cdot) \in [0; 50,01]\%$ ,  $q_{NR}(\cdot) \in [1,26; 50,03]\%$  și  $q_{PR}(\cdot) \in [0; 19,11]\%$ . De asemenea, procentajul mediu  $q_{NPR}(\cdot)$  de cazuri cu soluții diferite, atunci când se utilizează cel puțin doi dintre cei trei indici examinați (NPV, PI și IRR), se află în intervalul de valori  $[1,26; 58,67]\%$ . Dimensiunea generală a intervalului de valori este aproximativ: 50 % pentru  $q_{NP}(\cdot)$ , 49 % pentru  $q_{NR}(\cdot)$ , 19 % pentru  $q_{PR}(\cdot)$  și 57 % pentru  $q_{NPR}(\cdot)$ . Totodată, există categorii de seturi de date inițiale în care indicii examinați în perechi conduc întotdeauna la aceeași soluție, inclusiv perechile:

- {NPV, PI} pentru Grupul a3 (dependența de  $I_2$ ) la  $I_1 = I_2 = 1000$  (este evident);
- {PI, IRR} pentru Grupul a2 (dependența de  $D$ ) la  $D = 1$ , pentru Grupul a4 (dependența de  $r$ ) la  $\{r = 0,1; d = 0,14\}$  și pentru Grupul a5 (dependența de  $v$ ) la  $\{v = 0,1; d \in [0,12; 0,14]\}$ .

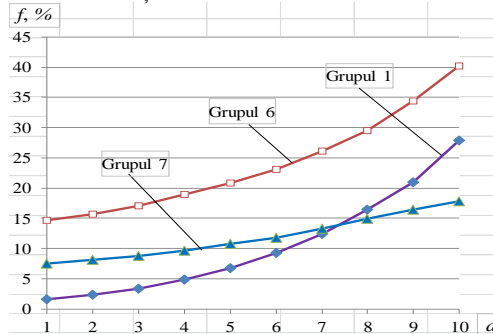
De menționat, de asemenea, că, pe baza Grupului a7 de alternative de date inițiale, procentajul mediu al cazurilor cu soluții diferite este de aproximativ: 9,1 % pentru  $q_{PR}(\cdot)$ , 34,1% pentru  $q_{NP}(\cdot)$ , 34,9 % pentru  $q_{NR}(\cdot)$  și 39,3 % pentru  $q_{NPR}(\cdot)$ . Astfel, în medie,

soluțiile obținute la compararea eficienței proiectelor, atunci când se utilizează indicii NPV, PI și IRR, nu coincid în mai mult de 1/3 din cazuri.

O parte din alte rezultate, obținute pentru i-proiecte de aceeași durată, sunt descrise în compartimentul Concluzii generale și recomandări.

**Rezultatele simulării informatice pentru i-proiecte de durată diferită [43]**

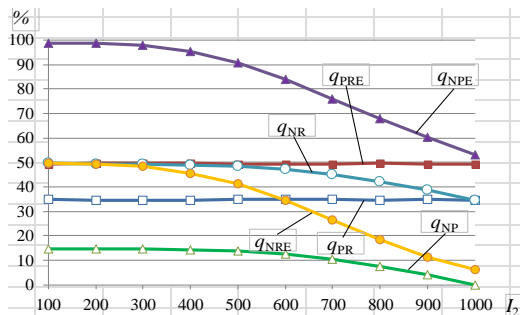
Unele din rezultatele calculelor efectuate pentru i-proiecte de durată diferită sunt prezentate în Figurile 5 și 6. Figura 5 prezintă dependențele lui  $f$  de  $d$  pentru Grupurile 1, 6 și 7 de alternative de date inițiale.



**Figura 5. Procentajul eșecurilor la generarea datelor inițiale, i-proiecte de durată diferită**  
*Sursa:* elaborată de autor

Pentru Grupurile 1-7 de alternative, dependențele  $f(\cdot)$  sunt crescătoare sau lent crescătoare față de  $d$ , intervalul de valori per total fiind  $[0; 51,8]\%$ , cu excepția Grupului 4 la  $r = 0,1$  când limita de sus este de  $99,65\%$ . Astfel, în cazul Grupului 4 la  $r = 0,1$ , eșantionul efectiv de date inițiale este de  $100000(100 - 99,65)/100 = 350$  seturi și poate fi insuficient: conform calculelor efectuate,  $K = 350$  convine cazurilor  $\{\beta \leq 0,939; \delta \geq 0,050\}$ . În toate celelalte cazuri, eșantionul efectiv de date inițiale depășește  $100000(100 - 51,8)/100 = 48200$  seturi și este foarte bun: conform calculelor,  $K = 48200$  convine cazurilor  $\{\beta \leq 0,995; \delta \geq 0,010\}$  și  $\{\beta \leq 0,970; \delta \geq 0,005\}$ .

Pentru Grupul 3 de alternative, dependențele  $q_{NP}(I_2)$ ,  $q_{NR}(I_2)$ ,  $q_{PR}(I_2)$ ,  $q_{NPE}(I_2)$ ,  $q_{NRE}(I_2)$  și  $q_{PRE}(I_2)$  la  $d = 0,08$  sunt prezentate în Figura 6.



**Figura 6. Procentajele  $q_{NP}(I_2)$ ,  $q_{NR}(I_2)$ ,  $q_{PR}(I_2)$ ,  $q_{NPE}(I_2)$ ,  $q_{NRE}(I_2)$  și  $q_{PRE}(I_2)$**   
*Sursa:* elaborată de autor

În perechi, pentru Grupurile 1-7 de alternative, dependențele  $f(\cdot)$  sunt crescătoare sau lent crescătoare față de  $d$ , intervalul de valori per total fiind  $[0; 51,8]\%$ , cu excepția Grupului 4 la  $r = 0,1$  când limita de sus este de  $99,65\%$ . Astfel, în cazul Grupului 4 la  $r = 0,1$ , eșantionul efectiv de date inițiale este de  $100000(100 - 99,65)/100 = 350$  seturi și poate fi insuficient: conform calculului efectuat,  $K = 350$  convine cazurilor  $\{\beta \leq 0,939; \delta \geq 0,050\}$ .

O analiză comparativă a intervalelor de valori pentru cele șase procentaje se poate face pe baza datelor din Tabelul 2.

**Tabelul 2. Intervalele de valori pentru  $q_{NP}(\cdot)$ ,  $q_{NR}(\cdot)$ ,  $q_{PR}(\cdot)$ ,  $q_{NPE}(\cdot)$ ,  $q_{NRE}(\cdot)$  și  $q_{PRE}(\cdot)$ , %**

		$q_{NP}(\cdot)$	$q_{NR}(\cdot)$	$q_{PR}(\cdot)$	$q_{NPE}(\cdot)$	$q_{NRE}(\cdot)$	$q_{PRE}(\cdot)$
Minimul față de	$q(d)$	7,37	44,25	20,81	71,59	31,66	39,93
	$q(D_2)$	3,38	31,40	4,55	13,18	4,61	9,38
	$q(I_2)$	0	20,40	20,40	43,25	3,89	40,11
	$q(r)$	0,004	26,99	9,66	36,93	15,54	19,40
	$q(v)$	0	38,89	16,31	59,85	25,86	33,99
	$q(d+)$	21,95	24,79	11,31	31,46	20,36	25,53
	$q(d-)$	28,59	38,14	30,30	40,47	34,59	28,11
Minimul general		0	20,40	4,55	13,18	4,61	9,38
Maximul față de	$q(d)$	23,44	48,39	40,54	93,67	43,72	50,05
	$q(D_2)$	37,50	82,73	75,61	93,61	47,26	50,75
	$q(I_2)$	37,10	57,85	40,54	99,27	56,58	50,38
	$q(r)$	23,34	49,23	49,11	93,76	49,21	50,40
	$q(v)$	22,97	48,94	47,43	100	47,43	53,26
	$q(d+)$	28,03	34,11	23,19	37,47	28,55	28,54
	$q(d-)$	29,17	40,56	35,26	41,38	36,58	30,51
Maximul per total		37,50	82,73	75,61	100	56,58	50,75
Valoarea totală a intervalului		37,50	62,33	71,06	82,82	51,97	41,37

*Sursa:* elaborat de autor

Datele din Tabelul 2 arată că, pentru toate Grupurile 1-7 de alternative de date inițiale folosite, procentajul mediu de cazuri cu soluții diferite pentru toate cele șase perechi de indici este de obicei considerabil, și anume:  $q_{NP}(\cdot) \in [0; 37,50]\%$ ,  $q_{PRE}(\cdot) \in [9,38; 50,75]\%$ ,  $q_{NRE}(\cdot) \in [4,61; 56,58]\%$ ,  $q_{NR}(\cdot) \in [20,40; 82,73]\%$ ,  $q_{PR}(\cdot) \in [4,55; 75,61]\%$  și  $q_{NPE}(\cdot) \in [13,18; 100]\%$ . De asemenea, dimensiunea totală a intervalului de valori este de aprox.: 38% pentru  $q_{NP}(\cdot)$ , 41% pentru  $q_{PRE}(\cdot)$ , 52% pentru  $q_{NRE}(\cdot)$ , 62% pentru  $q_{NR}(\cdot)$ , 71% pentru  $q_{PR}(\cdot)$  și 83% pentru  $q_{NPE}(\cdot)$ .

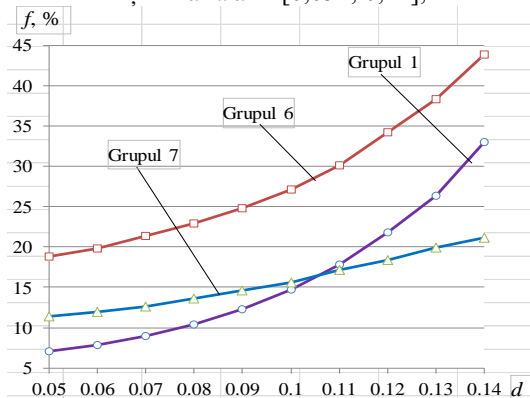
În același timp, dacă se ia în considerare distribuția uniformă a  $q(\cdot)$  în intervalul de valori, procentajul mediu de cazuri cu soluții diferite pe perechi de indici este de cca. (în ordinea crescătoare): 18,3% pentru  $q_{NP}(\cdot)$ , 30,1% pentru  $q_{PRE}(\cdot)$ , 30,6% pentru  $q_{NRE}(\cdot)$ , 40,1% pentru  $q_{PR}(\cdot)$ , 51,6% pentru  $q_{NR}(\cdot)$  și 56,6% pentru  $q_{NPE}(\cdot)$ .

O parte din alte rezultate, obținute pentru i-proiecte de durată diferită, sunt descrise în compartimentul Concluzii generale și recomandări.

### **Rezultatele analizei influenței metodei EAV asupra selecției i-proiectelor [47]**

Unele din rezultatele calculului pentru analiza influenței metodei EAV asupra selecției i-proiectelor de durată diferită sunt prezentate în Figurile 7 și 8. Figura 7

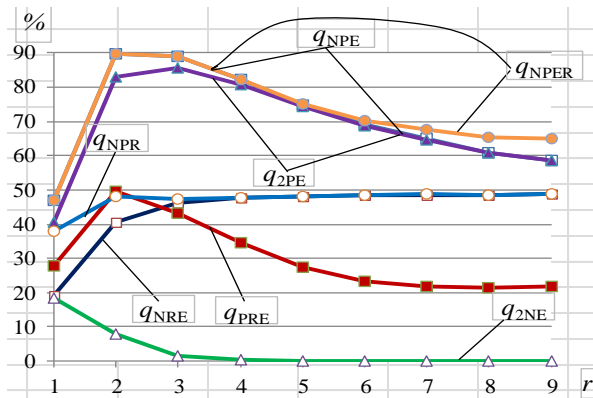
prezintă dependențele lui  $f$  de  $d$  pentru Grupurile 1, 6 și 7 de alternative. Aceste dependențe sunt crescătoare față de  $d$  la  $d \in [0,051; 0,14]$ , dar nu depășesc 43, 9%.



**Figura 7. Procentajul cazurilor de eșec la generarea seturilor de date inițiale**  
Sursa: elaborată de autor

Pentru toate Grupurile 1-7 de alternative, dependențele  $f(\cdot)$  sunt crescătoare față de  $d$ , cu excepția Grupului 2, pentru care este descrescătoare. Per total, intervalul de valori este  $[1,56; 54,18]\%$ , cu excepția Grupului 4 la  $r = 0,1$ , când limita de sus este de  $99,73\%$ . Astfel, în cazul Grupului 4 la  $r = 0,1$ , eșantionul efectiv de date inițiale este de  $100000(100 - 99,73)/100 = 270$  alternative și poate fi insuficient: conform calculelor efectuate,  $K = 270$  convine cazurilor  $\{\beta \leq 0,899; \delta \geq 0,050\}$ . În toate celelalte cazuri, eșantionul de date inițiale depășește  $100000(100 - 54,18)/100 = 45820$  alternative ale seturilor de date inițiale și este foarte bun: conform datelor Tabelului 3.2 din teză,  $K = 48200$  convine cazurilor  $\{\beta \leq 0,995; \delta \geq 0,010\}$  și  $\{\beta \leq 0,965; \delta \geq 0,005\}$ .

**Pentru Grupul 4 de alternative**, dependențele  $q_{NPE}(r)$ ,  $q_{NRE}(r)$ ,  $q_{PRE}(r)$ ,  $q_{2NE}(r)$ ,  $q_{2PE}(r)$ ,  $q_{NPR}(r)$  și  $q_{NPER}(r)$  la  $d = 0,08$  sunt prezentate în Figura 8.



**Figura 8. Procentajele  $q_{NPE}(r)$ ,  $q_{NRE}(r)$ ,  $q_{PRE}(r)$ ,  $q_{2NE}(r)$ ,  $q_{2PE}(r)$ ,  $q_{NPR}(r)$  și  $q_{NPER}(r)$  la  $d = 0,08$**   
Sursa: elaborată de autor

O analiză comparativă a intervalelor de valori pentru cele șapte procentaje se poate face pe baza datelor din Tabelul 3.

**Tabelul 3. Intervalele de valori pentru cele șapte dependențe la  $d \in [0,05; 0,14]$ , %**

		$q_{NPE}(\cdot)$	$q_{NRE}(\cdot)$	$q_{PRE}(\cdot)$	$q_{2NE}(\cdot)$	$q_{2PE}(\cdot)$	$q_{NPR}(\cdot)$	$q_{NPER}(\cdot)$
Minimul față de	$q(d)$ ( $d$ )	69,40 (0,14)	30,23 (0,14)	39,17 (0,14)	4,43 (0,05)	57,72 (0,14)	43,79 (0,14)	69,40 (0,14)
	$q(D_2)$ ( $d/D_2$ )	11,78 (0,14/1)	3,92 (0,14/1)	7,78 (0,12/9)	0,95 (0,05/9)	9,45 (0,14/9)	29,63 (0,05/9)	11,78 (0,14/1)
	$q(I_2)$ ( $d/I_2$ )	40,92 (0,14/1000)	1,61 (0,14/1000)	39,39 (0,06/100)	0,002 (0,05/100)	57,69 (0,14/700)	18,30 (0,14/1000)	41,02 (0,14/1000)
	$q(r)$ ( $d/r$ )	21,90 (0,14/0,1)	7,66 (0,14/0,1)	14,23 (0,14/0,1)	0,003 (0,05/0,9)	16,42 (0,14/0,1)	19,71 (0,14/0,1)	21,90 (0,14/0,1)
	$q(v)$ ( $d/v$ )	57,83 (0,14/0,9)	24,69 (0,14/0,9)	33,14 (0,14/0,1)	0 (toate/0,1)	47,86 (0,14/0,9)	38,38 (0,14/0,9)	57,83 (0,14/0,9)
	$q(d^+)$ ( $d$ )	30,08 (0,14)	18,38 (0,14)	23,65 (0,14)	8,70 (0,14)	33,02 (0,14)	26,73 (0,14)	36,05 (0,14)
	$q(d^-)$ ( $d$ )	40,06 (0,14)	34,02 (0,14)	27,18 (0,14)	13,97 (0,14)	51,80 (0,14)	48,06 (0,14)	50,63 (0,14)
Minimul per total		11,78	1,61	7,78	0	9,45	18,30	11,78
Maximul față de	$q(d)$ ( $d$ )	93,30 (0,05)	43,27 (0,05)	50,10 (0,06)	13,56 (0,14)	89,93 (0,05)	48,28 (0,09)	93,30 (0,05)
	$q(D_2)$ ( $d/D_2$ )	93,23 (0,05/5)	46,94 (0,05/9)	50,81 (0,05/4)	76,46 (0,09/1)	96,46 (0,05/2)	83,20 (0,07/1)	93,23 (0,05/5)
	$q(I_2)$ ( $d/I_2$ )	99,23 (0,05/100)	57,05 (0,14/100)	50,41 (0,06/100)	36,84 (0,05/1000)	90,17 (0,05/400)	56,35 (0,13/100)	99,23 (0,1/100)
	$q(r)$ ( $d/r$ )	93,40 (0,05/0,2)	49,18 (0,06/0,9)	50,45 (0,05/0,2)	19,78 (0,06/0,1)	90,13 (0,05/0,2)	49,18 (0,1/0,8)	93,40 (0,05/0,2)
	$q(v)$ ( $d/v$ )	100 (toate/0,1)	47,06 (0,06/0,2)	54,11 (0,14/0,9)	15,35 (0,09/0,9)	100 (0,05/0,1)	48,86 (0,06/0,7)	100 (toate/0,1)
	$q(d^+)$ ( $d$ )	37,22 (0,05)	27,53 (0,05)	27,56 (0,05)	14,23 (0,05)	48,97 (0,05)	41,34 (0,05)	46,16 (0,05)
	$q(d^-)$ ( $d$ )	40,93 (0,05)	35,99 (0,05)	29,70 (0,06)	17,03 (0,05)	58,34 (0,05)	51,53 (0,05)	53,26 (0,05)
Maximul per total		100	57,05	54,11	76,46	100	83,20	100
Valoarea maximă a intervalului		88,22	55,44	46,33	76,46	90,55	64,90	88,22

*Sursa:* elaborat de autor

Datele din Tabelul 3 arată că numărul mediu de cazuri, în care utilizarea celor trei indici, eventual în îmbinare cu metoda EAV, conduce la cel puțin două soluții diferite, este considerabil:  $q_{NPER}(d) \in [69,40; 93,30]\%$ ,  $q_{NPER}(D_2) \in [11,78; 93,23]\%$ ,  $q_{NPER}(I_2) \in [41,02; 99,23]\%$ ,  $q_{NPER}(r) \in [21,90; 93,40]\%$ ,  $q_{NPER}(v) \in [57,83; 100]\%$ ,  $q_{NPER}(d^+) \in [36,05; 46,16]\%$  și  $q_{NPER}(d^-) \in [50,63; 53,26]\%$ .

Pe baza datelor din Tabelul 3 și, de asemenea, a rezultatelor altor calcule efectuate, este ușor de concluzionat că soluțiile obținute utilizând indicii EANPV, EAPI și IRR pot forma un set Pareto în următoarele cazuri:

Pa) pentru Grupul 2, la  $\{d \in [0,05; 0,10], D_2 \in [8; 9]\}$  și  $\{d = 0,11, D_2 = 9\}$ ;



Pb) pentru Grupul 3, la  $\{d \in [0,05; 0,09], I_2 \in [800; 1000]\}$  și  $\{d \in [0,1; 0,14], I_2 \in [900; 1000]\}$ ;

Pc) pentru Grupul 4, la  $\{d \in [0,05; 0,09], r \in [0,4; 0,9]\}$  și  $\{d \in [0,13; 0,14], r \in [0,5; 0,9]\}$ ;

Pd) pentru Grupurile 6 și 7, la  $d \in [0,05; 0,14]$ .

În toate *celelalte cazuri*, doar soluțiile obținute folosind indicii EANPV și EAPI pot forma o mulțime Pareto, deoarece la  $\varepsilon = 0,005$  are loc  $q_{\text{NPER}}(\text{alte cazuri}) = q_{\text{NPE}}(\text{alte cazuri})$ ; adică indicele IRR nu are nicio contribuție nouă la valoarea  $q_{\text{NPER}}(\text{alte cazuri})$ .

Totodată s-a demonstrat, cu cât este mai mare numărul grupului, cu atât este mai mare discrepanța maximă dintre procentajele  $q_{\text{NPER}}(\cdot)$  și  $q_{\text{NPE}}(\cdot)$ . Doar pentru Grupurile 1 și 5 au loc egalitățile  $q_{\text{NPER}}(d) = q_{\text{NPE}}(d)$  și  $q_{\text{NPER}}(v) = q_{\text{NPE}}(v)$ .

O parte din alte rezultate, obținute pentru analiza influenței metodei EAV asupra selecției i-proiectelor, sunt descrise în compartimentul Concluzii generale și recomandări.

### CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

În rezultatul cercetărilor privind analiza comparativă a criteriilor de eficiență a investițiilor în informatizare efectuate și descrise în teză se conturează următoarele **concluzii generale**:

1. În baza analizei literaturii de specialitate sunt: identificați și clasificați indicii de eficiență economică necesari pentru evaluarea proiectelor de investiții în informatizare (i-proiectelor); sistematizate particularitățile i-proiectelor, metodele de evaluare a beneficiilor acestora, precum și argumentată necesitatea analizei comparative a criteriilor de eficiență pentru raționalizarea deciziilor investiționale în domeniu; sistematizate argumentele oportunității folosirii indicilor NPV, IRR și PI, eventual împreună cu metoda EAV, pentru evaluarea comparativă cantitativă a i-proiectelor. Acești trei indici formează o mulțime Pareto, iar soluțiile analitice cunoscute nu dau un răspuns univoc pe cât de frecvente sunt cazurile de necoincidență a soluțiilor la folosirea lor. Frecvența unor asemenea cazuri, în diferite situații, poate fi determinată prin simulare informatică.

2. Este formulată problema generală de cercetare sistemică și sunt definite obiectivele analizei comparative a indicilor NPV, IRR și PI, eventual împreună cu metoda EAV, de eficiență a investițiilor în informatizare prin simulare informatică.

3. Sunt definite cerințele metodologice pentru evaluarea comparativă cantitativă a eficienței i-proiectelor, asigurând o evaluare bazată pe factori obiectivi măsurabili, oferind, astfel, un cadru conceptual adecvat de evaluare a i-proiectelor și, respectiv, de eficientizare a deciziilor la selectarea acestora.

4. Sunt elaborate modele de simulare informatică pentru analiză comparativă a i-proiectelor de aceeași durată, care includ Grupurile a1-a7 de alternative de seturi de date inițiale și dependențele de determinat pentru fiecare grup, și de durată diferită, care includ Grupurile 1-7 de alternative de seturi de date inițiale și dependențele de determinat pentru fiecare grup. Aparte sunt elaborate 7 modele de simulare informatică pentru analiză influenței folosirii metodei EAV asupra deciziilor de selectare a i-proiectelor de durată diferită.

5. Pentru fiecare din cele 21 de modele de i-simulare menționate în alineatul 4, este alcătuit algoritmul de realizare a simulării informatice în scopul determinării

procentajelor frecvenței cazurilor de necoincidență a soluțiilor comparării i-proiectelor pentru perechi sau tripleți de indici din cei NPV, IRR, PI, EANPV și EAPI.

6. Este elaborată metodică analizei comparative cantitative prin simulare informatică a eficienței economice a i-proiectelor. Metodică concretizează argumentat valorile/intervalele-de-valori ale mărimilor folosite în cele 21 de modele și cei 21 de algoritmi aferenți menționați în alineatele 7 și 8, inclusiv dimensiunea eșantionului la exactitatea dată a simulării: marja  $\delta$  a erorii, nivelul de încredere  $\beta$  și cea mai conservatoare estimare -  $p = 0,5$ .

7. Prin simulare informatică folosind i-aplicația SIMINV elaborată, este determinată frecvența cazurilor de eșec la generarea seturilor de date inițiale conform metodicii menționate în alineatul 6.

8. Rezultatele simulării informatice în cazul i-proiectelor de aceeași durată arată că pentru Grupurile a1-a7 de alternative de seturi de date inițiale folosite (42 dependențe):

a) procentajul mediu de cazuri cu soluții diferite pentru toate cele trei perechi de indici este de:  $q_{NP(\cdot)} \in [0; 50,01]\%$ ,  $q_{NR(\cdot)} \in [1,26; 50,03]\%$  și  $q_{PR(\cdot)} \in [0; 19,11]\%$ . De asemenea, procentajul mediu  $q_{NPR(\cdot)}$ , atunci când se utilizează cel puțin doi dintre indicii NPV, PI și IRR, se află în intervalul  $[1,26; 58,67]\%$ . Dimensiunea generală a intervalului de valori este de aproximativ: 50 % pentru  $q_{NP(\cdot)}$ , 49 % pentru  $q_{NR(\cdot)}$ , 19 % pentru  $q_{PR(\cdot)}$  și 57 % pentru  $q_{NPR(\cdot)}$ ;

b) din Grupurile a1-a7, există grupuri pentru care indicii examinați în perechi întotdeauna conduc la aceeași soluție, inclusiv perechile: {NPV, PI} pentru Grupul a3 (dependența de  $I_2$ ) la  $I_1 = I_2 = 1000$ ; {PI, IRR} pentru Grupul a2 (dependența de  $D$ ) la  $D = 1$ , pentru Grupul a4 (dependența de  $r$ ) la  $\{r = 0,1; d = 0,14\}$  și pentru Grupul a5 (dependența de  $v$ ) la  $\{v = 0,1; d \in [0,12; 0,14]\}$ ;

c) din Grupurile a1-a7, nu au fost identificate grupuri pentru care indicii NPV și IRR și, respectiv, toți indicii NPV, PI și IRR împreună întotdeauna să conducă la aceeași soluție;

d) în medie (Grupului a7 - general), soluțiile obținute, la compararea eficienței i-proiectelor în baza indicilor NPV, PI și IRR, nu coincid în mai mult de 1/3 din cazuri.

9. Rezultatele simulării informatice în cazul i-proiectelor de durată diferită arată că pentru Grupurile 1-7 de alternative de seturi de date inițiale folosite (42 dependențe):

a) procentajul mediu de cazuri cu soluții diferite este:  $q_{NP(\cdot)} \in [0; 37,50]\%$ ,  $q_{PRE(\cdot)} \in [9,38; 50,75]\%$ ,  $q_{NRE(\cdot)} \in [4,61; 56,58]\%$ ,  $q_{NR(\cdot)} \in [20,40; 82,73]\%$ ,  $q_{PR(\cdot)} \in [4,55; 75,61]\%$  și  $q_{NPE(\cdot)} \in [13,18; 100]\%$ . De asemenea, dimensiunea totală a intervalului de valori este de aprox.: 38% pentru  $q_{NP(\cdot)}$ , 41 % pentru  $q_{PRE(\cdot)}$ , 52% pentru  $q_{NRE(\cdot)}$ , 62% pentru  $q_{NR(\cdot)}$ , 71% pentru  $q_{RP(\cdot)}$  și 83% pentru  $q_{NPE(\cdot)}$ ;

b) cea mai mare discrepanță este între  $q_{NP(\cdot)}$  și  $q_{NPE(\cdot)}$  (cu excepția Grupului 6 la valori mari ale lui  $d$  când aceasta este perechea  $\{q_{PR}(d+), q_{PRE}(d+)\}$ ); urmează, în majoritatea cazurilor, perechea  $\{q_{PR(\cdot)}, q_{PRE(\cdot)}\}$ , iar cea mai mică discrepanță este de obicei între procentajele  $q_{NR(\cdot)}$  și  $q_{NRE(\cdot)}$ . În același timp, au loc relațiile  $q_{NP(\cdot)} < q_{NPE(\cdot)}$  și  $q_{NR(\cdot)} \geq q_{NRE(\cdot)}$ ; are loc și  $q_{PR(\cdot)} \leq q_{PRE(\cdot)}$  pentru unele grupuri și  $q_{PR(\cdot)} \geq q_{PRE(\cdot)}$  pentru alte grupuri;

c) procentajul mediu de cazuri cu soluții diferite pe perechi de indici este de cca. 18,3% pentru  $q_{NP(\cdot)}$ , 30,1% pentru  $q_{PRE(\cdot)}$ , 30,6% pentru  $q_{NRE(\cdot)}$ , 40,1% pentru  $q_{PR(\cdot)}$ , 51,6% pentru  $q_{NR(\cdot)}$  și 56,6% pentru  $q_{NPE(\cdot)}$ ;

d) procentajul mediu de cazuri cu soluții diferite este considerabil; acesta depinde de perechea de indici utilizată, dar de obicei depășește 18%, dacă nu se utilizează metoda EAV, și depășește 30 %, dacă se utilizează metoda EAV.

10. Rezultatele simulării informatice în scopul determinării influenței folosirii metodei EAV asupra deciziilor de selectare a i-proiectelor arată că (49 dependențe):

a) dimensiunea per total a intervalului de valori ale procentajelor  $q_{NRE}(\cdot)$ ,  $q_{PRE}(\cdot)$ ,  $q_{2NE}(\cdot)$ ,  $q_{2PE}(\cdot)$ ,  $q_{NPR}(\cdot)$  și  $q_{NPER}(\cdot)$  este considerabilă: 46,3% pentru  $q_{PRE}(\cdot)$ , 55.4% pentru  $q_{NRE}(\cdot)$ , 64.9% pentru  $q_{NPR}(\cdot)$ , 76.5% pentru  $q_{2NE}(\cdot)$ , 88.2% pentru  $q_{NPE}(\cdot)$  și  $q_{NPER}(\cdot)$  și 90.5% pentru  $q_{2PE}(\cdot)$ ;

b) procentajul mediu de cazuri cu soluții diferite este de cca. 29,3% pentru  $q_{NRE}(\cdot)$ , 30.9% pentru  $q_{PRE}(\cdot)$ , 38.2% pentru  $q_{2NE}(\cdot)$ , 50.7% pentru  $q_{NPR}(\cdot)$ , 54.7% pentru  $q_{2PE}(\cdot)$  și 55.9% pentru  $q_{NPE}(\cdot)$  și  $q_{NPER}(\cdot)$ ;

c) utilizarea metodei EAV împreună cu indicii NPV și PI poate influența considerabil decizia. De obicei, această afirmație este valabilă și pentru perechile de indici {EAPI, IRR} și {PI, IRR}, dar este una inversă pentru perechile de indici {EANPV, IRR} și {NPV, IRR};

d) în ce privește gradul influenței asupra deciziei, are loc EAPI >> EANPV;

e) utilizarea indicelui IRR împreună cu indicii EANPV și EAPI poate influența decizia, în medie, în cel mult 12,3 % din cazuri.

11. Ipotezele cercetării formulate în compartimentul Introducere au fost validate.

12. Rezultatele obținute pot facilita semnificativ înțelegerea de către decidenți a particularităților aplicării indicilor de eficiență la selectarea i-proiectelor și pot fi folosite, de asemenea, pentru probleme de optimizare multicriteriale în domeniu.

13. Rezultatele cercetării obținute și descrise în teză au fost implementate în trei companii: întreprinderea mixtă moldo-româno-franceză TRIMARAN S.R.L, AUA I „Criuleni” și B.I.C. "VIA SCOPE" S.R.L, confirmând aplicabilitatea și eficiența lor.

Ca urmare a cercetărilor efectuate și a rezultatelor obținute la tema tezei, **se recomandă:**

1. Instituțiilor de învățământ superior cu programe de studii în domeniul TIC - utilizarea metodologiei de analiză și evaluare cantitativă a proiectelor de informatizare în cadrul curriculei unor discipline universitare.

2. Agenților economici - utilizarea metodologiei de analiză și evaluare cantitativă a proiectelor informatice la luarea deciziilor de investiții în domeniu.

3. Cercetătorilor științifici, doctoranzilor și studenților, pentru dezvoltări viitoare:

- dezvoltarea modelelor de evaluare a eficienței i-proiectelor printr-o abordare multi-criterială, inclusiv cu luarea în considerare atât a aspectelor financiare, cât și unor aspecte non-financiare;
- dezvoltarea modelelor de evaluare a eficienței proiectelor informatice prin extinderea setului caracteristicilor de modelare folosite;
- studii comparative de aplicare a metodologiei de analiză și evaluare cantitativă a i-proiectelor în diferite sectoare precum sănătatea, educația, construcțiile etc.

## BIBLIOGRAFIE

1. Strategia Națională pentru Transformarea Digitală a Republicii Moldova 2021-2025. <https://e-transformare.md/2021/12/17/transformarea-digitala-a-republicii-moldova/> (accesat 21.11.2022).
2. ALBU, I.; TODIRAȘ, S. Investiții. Evaluarea proiectelor. - Chișinău: CEP USM, 1998. ISBN 9975-70-127-0.
3. ROMANU, I.; VASILESCU, I. Eficiența economică a investițiilor și a capitalului fix. – București: Editura ASE, 1993. ISBN 973-30-2689-5.
4. Planul Național de Acțiuni în domeniul TIC. [https://gov.md/sites/default/files/document/attachments/intr02\\_1\\_7.pdf](https://gov.md/sites/default/files/document/attachments/intr02_1_7.pdf) (accesat 10.12.2023).
5. Legea nr. 46 din 25.03.2008 privind telecomunicațiile. [https://www.legis.md/cautare/getResults?doc\\_id=130448&lang=ro](https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=130448&lang=ro) (accesat 12.08.2021).
6. Legea nr. 64 din 22.03.2012 privind securitatea cibernetică. <https://www.parlament.md/ProcesulLegislativ/Proiectedeactenormative/tabid/61/LegislativId/6386/language/ro-RO/Default.aspx> (accesat 25.10.2020).
7. Legea nr. 113 din 30.05.2018 privind protecția datelor cu caracter personal. [https://www.legis.md/cautare/getResults?doc\\_id=10607&lang=ro](https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=10607&lang=ro) (accesat 16.07.2020).
8. Legea nr. 81 din 18.03.2004 privind investițiile în activitatea de întreprinzător. [https://www.legis.md/cautare/getResults?doc\\_id=27427&lang=ro](https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=27427&lang=ro) (accesat 23.09.2020).
9. PEUMANS, H. Valoración de proyectos de inversión. - Editura Deusto, 1967. ISBN 978-84-234-0184.
10. *Strategia Națională pentru Societatea Informațională „Moldova Digitală 2020”*. [https://www.egov.md/sites/default/files/document/attachments/strategia\\_de\\_transformare\\_digitala\\_2023-2030.pdf](https://www.egov.md/sites/default/files/document/attachments/strategia_de_transformare_digitala_2023-2030.pdf) 10 (accesat 05.06.2023).
11. BOLUN, I. Efficiency of investments in informatization. - Saarbrücken: Scholars' Press, 2017. - 218 p. ISBN 978-620-2-30270-8.
12. BOLUN, I. Criteria to be used by mission of investment projects. *Economica* nr.4 (102) 2017, pp. 135-148.
13. ALBU, S., CAPSÎZU, V., ALBU, I. *Eficiența investițiilor: Curs universitar*. - Chișinău: CEP USM, 2005. – 138 p.
14. BARCARARU, A. *Eficiența investițiilor în condiții de risc valutar*, teză de doctorat. ASE București, 2005.
15. BAKER, J.R., MONEYPENNY, J.W. Financial Metrics for IT Investments: A Practical Guide. *Information Systems Management*, 22(3), 2005, pp. 20-30.
16. BLANK, I.A. *Upravlenie ispolzovaniem kapitala*. - Elga: Nika-Tsentr, 2000. – 651 p. ISBN 5-89319-013-9 (în rusă).
17. BLANK, I.A. *Osnovy finansovogo menedzhmenta*. 2-e izdanie. - Elga: Nika-Tsentr, 2009. – 1374 p. ISBN 5-89319-187-8 (în rusă).
18. BOTNARI, N., ȘCHIOPU, I. *Implicațiile managementului financiar în realizarea obiectivelor financiare ale întreprinderii*. Cahul: Editura Universitatea de Stat "Bogdan Petriceicu Hasdeu" din Cahul, 2022. ISBN 978-9975-88-088-6.
19. DAMODARAN, A. *Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset*, 3rd Edition. 2012, 992 p. ISBN: 978-1-118-20659-1.
20. LIVCHITS, V.N. Systems analysis of investment project efficiency evaluation. In: *Systems analysis and modeling of integrated world systems*, Vol. I, 2009.
21. NOWAK, Maciej. Investment projects evaluation by simulation and multicriteria decision aiding procedure. *Journal of Civil Engineering and Management*, 2005, 11(3), pp. 193-202, ISSN 1392-3730.

22. PLATON, V., CONSTANTINESCU, A. Monte Carlo Method in risk analysis for investment projects. *Procedia Economics and Finance*, 2014, no. 15, pp. 393 – 400. ISSN 2212-5671.
23. LAW, AVERILL M. *Simulation modeling and analysis*, 5<sup>th</sup> edition. - McGraw-Hill, 2014. ISBN 978-0-07-340132-4.
24. GHETMANCENCO, S. Evaluation of the economic efficiency of investment projects in informatization through the method of computer simulation. În: “*Development through research and innovation - 2024*”, conf. științ. internaț., Ediția V, August 23, 2024. Chisinau.
25. ABRAMOV, S.A. Ekonomicheskoe obosnovanie avtomatizatsii obrabotki informatsii. – Moskva: Statistika, 1974. - 234 p. ISBN 5-98762-320-4 (în rusă).
26. ESIPOV, V.E.; MAKHOVIKOVA, V.A.; BUZOVA, V.V. i dr. Ekonomicheskaya otsenka investitsiy. – Sankt-Peterburg: Vektor, 2006. - 320 p. ISBN 5-4645-1320-X, (sursa în rusă).
27. Vilensky, P.L.; Livchits, V.N.; Smoleak, S.A. *Estimarea eficienței proiectelor de investiții*. – M.: Delo, 2004 (în rusă).
28. KOVALEV, V.V. *Metody otsenki investitsionnykh proektov*. - Moskva: Finansy i statistika, 2000. - 432 p. ISBN 5-9740-0124-X (în rusă).
29. GHETMANCENCO, S. Analiza indicilor de apreciere a eficienței proiectelor de investiții în informatizare. În: „*Competitivitate și inovare în economia cunoașterii*”, conf. științ. internaț., Ediția a XXI-a, 27-28 septembrie 2019. Chișinău: Editura ASEM, 2019, pp. 649-655, 0,49 c.a. ISBN 978-9975-75-968-7. Disponibil: [https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag\\_file/632-638.pdf](https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/632-638.pdf).
30. KOVALEV, V.V. *Finansovy analiz. Upravlenie kapitalom. Vybor investitsii*. - Moskva, Finansy i statistika, 1995. - 512 p. ISBN 5-93229-134-9 (în rusă).
31. TEPLOVA, T.V. *7 stupenei analiza investitsiy v realnye aktivy*. - Moskva, Eksmo, 2008. - 368 p. ISBN 978-5-699-27389-6. (în rusă).
32. GHETMANCENCO, S., NASTAS, V. Methods of evaluation of the economic effect in mobile application development projects. În: „*Development through Research and Innovation – 2020*”, conf. științ. internaț., Ediția I, 28 august 2020. Chișinău: ASEM, 2020, pp.17-27, 0,46 c.a. ISBN 978-9975-155-03-8. Disponibil: <http://irek.ase.md:80/xmlui/handle/1234567890/1317>.
33. GHETMANCENCO, S. Metode matematice de evaluare a eficienței proiectelor de investiții. În: „*30 years of economic reforms in the Republic of Moldova: economic progress via innovation and competitiveness*”, conf. științ. internaț., 24-25 septembrie, 2021. Chisinau: ASEM, 2021, pp. 246-250, 0,83 c.a. ISBN 978-9975-155-66-3. Disponibil: <https://irek.ase.md/xmlui/handle/123456789/2083>.
34. MARQUETTI, A.A., MORRONE, H., MIEBACH, A., OURIQUE, L.E. Measuring the Profit Rate in an Inflationary Context: The Case of Brazil, 1955–2008. *Review of Radical Political Economics*, 2019, 51(1), pp. 52–74.
35. ROUBENS, M. Preference relations on action and criteria in multicriteria decision making. *European Journal of Operational Research*, vol.10, 1982.
36. RICHARD, A., BREALEY, S., MYERS, C., MARCUS, J. *Fundamentals of Corporate Finance*, 7th Edition. McGraw-Hill/Irwin, 2008. ISBN: 978-1563240846.
37. BREALEY, R. A., MYERS, S. C., ALLEN, F. *Principles of Corporate Finance*. McGraw-Hill Education, 2017.
38. ȘOIM, H. Rolul și utilizarea TIC în activitatea întreprinderilor. <http://www.ccisalaj.ro/proj/modul8.pdf> (accesat 24.08.2022).
39. BOLUN, I. Aspects of selecting investment projects. In: *Competitiveness and innovation in the knowledge economy*: proc. intern. conf., Sept. 22-23, 2017, Vol. 5. Chisinau: Editura ASEM, 2018. - pp. 7-12. ISBN 978-9975-75-901-4.
40. GINZBURG, A.I. *Prikladnoi ekonomicheskii analiz*. - Sankt-Peterburg: Piter, 2005. ISBN 9785469014331 (în rusă).

41. **GHETMANCENCO, S.** Methods for determining economic efficiency for computer investment projects. *Studia Universitatis Moldaviae*, Vol. 2, No. 11, 2022, pp. 47-56, 0,38 c.a. ISSN 2587-4446. Categoria B. Disponibil: [https://ojs.studiamsu.md/index.php/stiinte\\_economice/article/view/2764/3776](https://ojs.studiamsu.md/index.php/stiinte_economice/article/view/2764/3776).
42. COPELAND, T., KOLLER, T., MURRIN, J. *Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies*. John Wiley & Sons, 2000.
43. BOLUN, I., **GHETMANCENCO, S.**, NASTAS, V. Efficiency indices of investment in IT projects with unequal lives. *SWorldJournal*, 12(1), 2022, pp. 16-34, ISSN 2663-5712.
44. DOGAN, MATTEI, PELASSY, DOMINIQUE. Comparing Nations: Concepts, Strategies, Outcomes. *Westview Press*, 1990, ISBN 0813323680.
45. Cochran, W.Gl. *Sampling techniques*, 3<sup>rd</sup> ed. New York: John Wiley & Sons, 1977. – 442 p.
46. *Internal Rate of Return (IRR) Guide*. Property Club, <https://propertyclub.nyc/article/internal-rate-of-return-irr-guide> (accesat 18.01.2022).
47. BOLUN, I., **GHETMANCENCO, S.**, NASTAS, V. Equivalent annual value method's influence on the selection of IT investment projects. *Journal of Business and Economics*, October 2022, Vol. 13, No. 10, pp 555-569. ISSN 2155-7950.
48. BOLUN, I., **GHETMANCENCO, S.** Efficiency indices of investment in IT projects with equal lives. *Journal of Social Sciences*, 2022, Vol. V, no. 3, 2022, pp. 105-120, 1,08 c.a. ISSN 2587-3490, eISSN 2587-3504. Categoria B+.

## LISTA PUBLICAȚIILOR AUTORULUI LA TEMA TEZEI

### 2. Articole în reviste științifice

#### 2.2. în reviste din alte baze de date acceptate de către ANACEC

1. BOLUN, Ion., **GHETMANCENCO, Svetlana.**, NASTAS, Vasile. Equivalent annual value method's influence on the selection of IT investment projects. *Journal of Business and Economics*, Vol 13, No. 10, October 2022, pp. 555-569. c.a. 1,3. ISSN 2155-7950. Disponibil: <http://portal.issn.org/resource/>.

#### 2.3. în reviste din Registrul Național al revistelor de profil

2. BOLUN, I., **GHETMANCENCO, S.** Efficiency indices of investment in IT projects with equal lives. *Journal of Social Sciences*, 2022, Vol. V, no. 3, 2022, pp. 105-120, 1,08 c.a. ISSN 2587-3490, eISSN 2587-3504. Categoria B+. Disponibil: [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/165680](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/165680).
3. **GHETMANCENCO, S.** Methods for determining economic efficiency for computer investment projects. *Studia Universitatis Moldaviae*, Vol. 2, No. 11, 2022, pp. 47-56, 0,38 c.a. ISSN 2587-4446. Categoria B. Disponibil: [https://ojs.studiamsu.md/index.php/stiinte\\_economice/article/view/2764/3776](https://ojs.studiamsu.md/index.php/stiinte_economice/article/view/2764/3776)

### 3. Articole în lucrările conferințelor și altor manifestări științifice

#### 3.2. în lucrările manifestărilor științifice incluse în alte baze de date acceptate de către ANACEC

4. **GHETMANCENCO, S.** Analiza indicilor de apreciere a eficienței proiectelor de investiții în informatizare. În: „*Competitivitate și inovare în economia cunoașterii*”, conf. științ. internaț., Ediția a XXI-a, 27-28 septembrie 2019. Chișinău: Editura ASEM, 2019, pp. 649-655, 0,49 c.a. ISBN 978-9975-75-968-7. Disponibil: [https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag\\_file/632-638.pdf](https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/632-638.pdf).
5. **GHETMANCENCO, S.,** NASTAS, V. Methods of evaluation of the economic effect in mobile application development projects. În: „*Development through Research and Innovation – 2020*”, conf. științ. internaț., Ediția I, 28 august 2020. Chișinău: ASEM, 2020, pp.17-27, 0,46 c.a. ISBN 978-9975-155-03-8. Disponibil: <http://irek.ase.md:80/xmlui/handle/1234567890/1317>.
6. **GHETMANCENCO, S.** Metode matematice de evaluare a eficienței proiectelor de investiții. În: „*30 years of economic reforms in the Republic of Moldova: economic progress via innovation and competitiveness*”, conf. științ. internaț., 24-25 septembrie, 2021. Chisinau: ASEM, 2021, pp. 246-250, 0,83 c.a. ISBN 978-9975-155-66-3. Disponibil: <https://irek.ase.md/xmlui/handle/123456789/2083>.
7. **GHETMANCENCO, S.** Evaluation of the economic efficiency of investment projects in informatization through the method of computer simulation. În: “*Development through research and innovation*” IDSC-2024, int. sci. conf., 5<sup>th</sup> Edition, August 23, 2024. – Chisinau: SEP ASEM. – pp. 123-130.

### 5. Alte lucrări și realizări specifice diferitor domenii științifice

8. BOLUN, I., **GHETMANCENCO, S.,** NASTAS, V. Efficiency indices of investment in IT projects with unequal lives. *SWorldJournal, Issue 12*, 2022, pp. 16-34, 1,8 c.a. ISSN 2663-5712, DOI: 10.30888/2663-5712. Disponibil: <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj12-01-012/2195>.

## ADNOTARE

### **Ghetmancenco Svetlana, Analiza comparativă a criteriilor de eficiență a investițiilor în informatizare. Teză de doctor în informatică, specialitatea 122.02 Sisteme informatice, Chișinău, 2024**

**Structura și volumul tezei:** introducere, trei capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie din 136 titluri, 3 anexe, 120 pagini de text de bază, 36 figuri și 29 tabele.

**Numărul de publicații la tema tezei:** rezultatele cercetării sunt publicate în 8 lucrări științifice.

**Cuvinte-cheie:** algoritm, indice de profitabilitate, metodică, model, proiect informatic, rată internă de rentabilitate, simulare informatică, valoare actualizată netă.

**Scopul lucrării** constă în analiza comparativă, inclusiv prin simulare informatică, a indicilor de estimare a eficienței proiectelor de investiții în informatizare și elaborarea recomandărilor privind folosirea acestora.

**Obiectivele cercetării:** identificarea și sistematizarea indicilor de eficiență; elaborarea modelelor și a algoritmilor de cercetare comparativă prin simulare informatică a indicilor; definirea metodicii de simulare informatică; dezvoltarea unei aplicații informatice pentru analiza comparativă a indicilor; cercetarea comparativă a indicilor de eficiență folosind aplicația informatică elaborată; elaborarea de recomandări privind folosirea rezultatelor obținute.

**Noutatea și originalitatea științifică:** argumentarea oportunității folosirii simulării informatice la temă; modelele, algoritmi și metodică simulării informatice pentru analiză comparativă cantitativă a eficienței proiectelor de informatizare; rezultatele analizei comparative cantitative prin simularea informatică a frecvenței cazurilor de necoincidență a soluțiilor obținute la folosirea indicilor, valoarea adăugată netă, rata internă de rentabilitate și profitabilitatea, eventual, împreună cu metoda valorii anuale echivalente.

**Problema științifică soluționată** constă în caracterizarea cantitativă (în premieră) prin simulare informatică a frecvenței cazurilor de necoincidență a soluțiilor obținute la folosirea indicilor, valoarea adăugată netă, rata internă de rentabilitate și profitabilitatea, eventual împreună cu metoda valorii anuale echivalente, pentru proiecte de informatizare de aceeași durată și de durată diferită și, de asemenea, a gradului de influență a metodei valorii anuale echivalente asupra deciziilor de selectare a proiectelor de informatizare.

**Semnificația teoretică.** Rezultatele obținute constituie un suport semnificativ al conceptelor teoretice și metodologice de analiză comparativă cantitativă prin simulare informatică a proiectelor de investiții în informatizare.

**Valoarea aplicativă a lucrării.** Recomandările procedurale și metodologice elaborate prezintă un suport semnificativ pentru decidenți la selectarea i-proiectelor, raționalizând cheltuielile și, respectiv, contribuind la creșterea performanțelor.

Rezultatele obținute **au fost implementate** de trei agenți economici, confirmând importanța temei de cercetare și valoarea aplicativă a rezultatelor obținute.



## АННОТАЦИЯ

**Гетманченко Светлана, Сравнительный анализ критериев эффективности инвестиций в информатизацию. Диссертация на соискание ученой степени доктора информатики, специальность 122.02 – Информационные системы, Кишинев, 2024**

**Структура и объем диссертации:** введение, три главы, общие выводы и рекомендации, библиография из 136 наименований, 4 приложения, 120 страниц основного текста, 36 рисунков и 29 таблиц.

**Количество публикаций по теме диссертации:** 8 научных работ.

**Ключевые слова:** алгоритм, прибыльность, методика, модель, проект, внутренняя норма доходности, компьютерное моделирование, чистая приведённая стоимость.

**Цель работы** – сравнительный анализ, включая компьютерным моделированием, показателей оценки эффективности инвестиционных проектов в информатизацию и разработка рекомендаций по их использованию.

**Задачи исследования:** идентификация и систематизация показателей эффективности; разработка моделей и алгоритмов сравнительного анализа показателей с использованием компьютерного моделирования; определение методики компьютерного моделирования; разработка программного приложения и сравнительный анализ показателей эффективности; разработка рекомендаций по использованию полученных результатов.

**Научная новизна и оригинальность:** обоснование целесообразности использования компьютерного моделирования в данной области; разработка моделей, алгоритмов и методики компьютерного моделирования для количественного сравнительного анализа эффективности проектов информатизации; результаты количественного сравнительного анализа частоты несовпадения решений при использовании показателей чистой приведённой стоимости, внутренней нормы доходности и прибыльности, возможно в сочетании с методом эквивалентной годовой стоимости.

**Решённая научная проблема заключается** в количественной характеристике (впервые) с использованием компьютерного моделирования частоты несовпадения решений при использовании показателей прибыльности, чистой приведённой стоимости и внутренней нормы доходности, возможно в сочетании с методом эквивалентной годовой стоимости, для проектов информатизации с одинаковой и различной продолжительностью, а также в оценке степени влияния применения метода эквивалентной годовой стоимости на решения по выбору проектов информатизации.

**Теоретическая значимость.** Полученные результаты являются значимой основой теоретических и методологических концепций количественного сравнительного анализа инвестиционных проектов в информатизацию.

**Практическая значимость.** Разработанные процедурные и методологические рекомендации представляют собой важную поддержку для лиц, принимающих решения, при выборе проектов по информатизации, оптимизируя расходы и способствуя повышению эффективности.

Полученные результаты **внедрены** тремя экономическими агентами, что подтверждает важность темы исследования и их практическую значимость.

## ANNOTATION

### **Ghetmancenco Svetlana, Comparative Analysis of Efficiency Criteria for Investments in Informatization. Doctoral thesis in Computer Science, speciality 122.02 - Information Systems, Chişinău, 2024**

**Structure and volume of the thesis:** introduction, three chapters, general conclusions and recommendations, a bibliography comprising 136 titles, four appendices, 120 pages of main text, 36 figures, and 29 tables.

**Number of publications related to the thesis:** the research results are published in eight scientific papers.

**Keywords:** algorithm, profitability index, methodology, model, IT project, internal rate of return, computer simulation, net present value.

**Objective of the work:** The purpose of the thesis is the comparative analysis, including via computer simulation, of the indices used to evaluate the efficiency of IT investment projects and the development of recommendations for their application.

**Research objectives:** Identification and systematization of efficiency indices; Development of models and algorithms for comparative research using computer simulation of indices; Definition of the computer simulation methodology; Development of a software application for the comparative analysis of indices; Comparative research on efficiency indices using the developed software application; Formulation of recommendations on the use of the obtained results.

**Scientific novelty and originality:** The study justifies the relevance of applying computer simulation in the field, presenting models, algorithms, and a computer simulation methodology for the quantitative comparative analysis of IT project efficiency. The results include a quantitative comparative analysis via computer simulation of the frequency of solution discrepancies when using indices such as net present value, internal rate of return, and profitability, potentially combined with the equivalent annual value method.

**The solved scientific problem** consists of the first-ever quantitative characterization, through computer simulation, of the frequency of discrepancies in solutions obtained using the net present value, internal rate of return, and profitability indices, potentially in combination with the equivalent annual value method. This applies to IT projects with equal and varying durations, as well as to assessing the influence of the equivalent annual value method on IT project selection decisions.

**Theoretical significance:** The results provide a significant contribution to the theoretical and methodological concepts of quantitative comparative analysis through computer simulation of IT investment projects.

**Practical value of the thesis:** The developed procedural and methodological recommendations offer substantial support for decision-makers in selecting IT investment projects, optimizing expenditures, and thereby enhancing performance and competitiveness.

The obtained results **have been implemented** by three economic entities, confirming the relevance of the research topic and the practical value of the outcomes.

**GHETMANCENCO SVETLANA**

**ANALIZA COMPARATIVĂ A CRITERIILOR DE EFICIENȚĂ  
A INVESTIȚIILOR ÎN INFORMATIZARE**

**122.02 Sisteme informatice**

Rezumatul tezei de doctor în informatică

---

Aprobat spre tipar: 03.03.2025

Hârtie ofset. Tipar ofset.

Coli de autor: 2,0

Formatul hârtiei 60X84 1/16

Tirajul 30 ex

Comanda nr. 7.

---

Serviciul Editorial-Poligrafic al  
Academiei de Studii Economice din Moldova  
mun. Chisinău, str. Bănulescu-Bodoni, 59, MD-2005  
tel.: (022) 402 936; 068 798 970