

MATHEMATICAL METHODS FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF IT INVESTMENT PROJECTS

METODE MATEMATICE DE EVALUARE A EFICIENȚII PROIECTELOR DE INVESTIȚII

Svetlana GHETMANCENCO⁶², PhD Student

Abstract: *In order to ensure the long-term financial stability of investment projects, it is necessary to use mathematical models. Mathematical models allow the optimization of decisions in strategic investment management. There are examined mathematical models that can be used in determining the efficiency of investment projects in computerization.*

Keywords: *mathematical model; investment sources; capital investments; objective function; equation.*

JEL CLASSIFICATION: M310, M370, M150, C61

1. Introducere

Pentru evaluarea proiectelor investiționale în informatizare (i-proiecte) se utilizează diverse tehnici și metode matematice. Cea mai cunoscută metodă este **Analiza – Cost – Beneficiu** [2, 4], care este în general recunoscută ca fiind un instrument important pentru deciziile de finanțare a unui proiect investițional.

În prezent sunt o multitudine de indici utilizați în determinarea eficienței i-proiectelor care se explică prin diversitatea aspectelor ce caracterizează situațiile-problemă aferente. Cei mai utilizați indicii în evaluarea i-proiectelor sunt [3]: durata actualizată de recuperare a investițiilor (R^i_d), randamentul economic al investițiilor (R^{EI}), valoarea actualizată netă (VAN), rata internă de rentabilitate (IRR), indicele de profitabilitate (PI), cheltuielile ajustate (C^{EN}) și cheltuielile totale de proprietate (TCO), profitul brut (P), profitul net (PN), fluxul de lichidități (cash-flow) brut (CF) și fluxul de lichidități net (CFN).

Este important de remarcat faptul că perioada de timp de creare/procurare, exploatare, implementare și ulterior folosire a i-proiectelor este în majoritatea cazurilor mai mare de un an de zile și și **rata de actualizare** trebuie aplicată atât fluxurilor de cheltuieli, cât și fluxurilor de venituri. Prin urmare, în asemenea cazuri, este necesară luarea în considerare în calcule și a factorului timp. Astfel, investițiile și cheltuielile operaționale din diferiți ani se actualizează într-unul și același moment de timp la începutul anului de referință [2].

Pentru a determina cheltuielile operaționale din diferiți ani se efectuează înregistrarea cheltuielilor până la începutul anului de referință, acestea se înmulțesc cu coeficientul de actualizare d_n , iar cele efectuate și obținute după începutul anului de referință se împart la acest coeficient. Coeficientul d_n se determină conform formulei [2]:

$$d_n = (1 + d)^n, \quad (1)$$

unde: d - este rata de actualizare, n - este numărul de ani ce despart anul respectiv de anul de referință.

Setul de indici care sunt utilizați în determinarea eficienței unui i-proiect depinde foarte mult și de durata de execuție a acestuia. Astfel, indicii pot fi **statici** (aceștia nu iau în considerare factorul timp) și **dinamici** (aceștia iau în considerare factorul timp). Indicii statici se folosesc, de obicei, pentru estimarea eficienței proiectelor de durată ce nu depășește un an, iar în celelalte cazuri, se folosesc indici dinamici.

⁶² E-mail: ghetmancenco.svetlana@ase.md, Academy of Economic Studies of Moldova, 61, Bănulescu-Bodoni str., MD 2012, Chișinău, Republic of Moldova

De precizat că, în toate proiectele de investiții, inclusiv din domeniul tehnologiilor informaționale, estimarea *costurilor suportate* este posibil de dedus, mai dificil este procesul de estimare cantitativă a *venitului de la implementarea, întreținerea și utilizarea i-proiectelor*. Luând în considerare acest deziderat, i-proiectele pot fi divizate în două categorii conform posibilității de estimare a veniturilor și anume [2]:

- a) proiecte, ale căror venituri provenite de la implementarea lor sunt atât de dificil de estimat, încât nici nu merită estimate (Categorია 1).
- b) proiecte, ale căror venituri generate de la implementarea lor pot fi estimate cu eforturi rezonabile (Categorია 2).

La etapa de dezvoltare a i-proiectelor, scopul strategic al oricărei companii este **maximizarea valorii de piață** a entității și maximizarea profitului companiei.

Managerii proiectelor investiționale în informatizare realizează procesul de gestiune a proiectelor, punând accent asupra gestiunii valorii și anume orientarea spre decizii manageriale și acțiuni clare, ce vor avea ca efect creșterea profitului, nu doar în perioada curentă, dar și pe o perspectivă mai îndelungată. Evidențierea acestor perspective va spori valoarea i-proiectelor atât la prezent cât și viitor – ceea ce este foarte important.

Astfel, putem spune că pentru maximalizarea capitalizării afacerilor (C) este necesar de structurat toate activitățile de dezvoltare a i-proiectelor în câteva etape și anume:

1. **Diagnosticarea situației financiare** în baza căreia se va determina valoarea companiei la momentul inițial.

2. **Identificarea factorilor de influență asupra proiectului**, descriind acțiunea lor directă sau indirectă. Factorii vor fi divizați în interni (ce se formează în cadrul companiei și pot fi gestionați de către managerii companiei) și externi (ce există și funcționează în mediul exterior a întreprinderii și nu pot fi controlați de managerii entităților economice, dar în mod obligatoriu trebuie să fie cunoscuți de conducători pentru a ajuta activitatea companiei la modificările mediului extern).

3. **Determinarea valorii de piață a companiei** la o anumită dată de raportare (cea mai apropiată din perioada trecută) [1].

4. **Elaborarea strategiei de dezvoltare a i-proiectului (pe termen mediu și lung)**, ce va fi orientat spre maximizarea capitalului. Strategia va include planuri și prognoze de dezvoltare și creare a i-proiectului.

5. **Bugetarea i-proiectelor**, se va solda cu elaborarea bugetului general și se va elabora programa privind maximizarea valorii de piață a companiei pe perioade concret determinate.

6. **Realizarea strategiei elaborate prin îndeplinirea obiectivelor stabilite**, probabil va dura mai mult și se va manifesta prin implementarea proiectelor investiționale prin perfecționarea întregului sistem managerial, eficiență financiară sporită și creșterea valorii de piață a întreprinderii.

7. **Analiza rezultatelor obținute**, identificarea cauzelor dificultăților apărute, factorilor de influență pozitivă și altele, precum și elaborarea recomandărilor cu privire la ameliorarea situației, fortificarea punctelor de creștere a valorii întreprinderii.

Pentru executarea etapelor menționate, este necesar de efectuat analize aprofundate, de identificat problemele posibile, de intervenit pe parcursul derulării investițiilor, astfel încât acestea să poată fi combătute încă din primele etape. Cea mai sigură metodă de analiză este utilizarea indicilor de determinare a eficienței i-proiectelor și alegerea celei mai bune variante optime de proiect.

Indici utilizați în compararea și determinarea eficienței i-proiectelor de categoria 2 sunt: **IRR, PI (EAPI), NPV (EANPV)**. Pentru a determina indicii menționați este necesar de cunoscut toate datele de intrare, în scopul determinării mai multor variabile precum: *venituri din vânzări, cheltuielile inițiale, fluxul de numerar (cash-flow), rata de actualizare*, s.a

Determinarea variabililor **de intrare** în anii de exploatare a investiției se poate face în două etape, respectiv:

1. Identificarea factorilor determinanți și elaborarea modelului de calcul.

2. Simularea diferitelor mărimi posibile în viitor a factorilor determinanți cu păstrarea nemodificată a celorlalți factori și determinarea indicilor: *valoarea curentă (NV)*, *valoarea actuală netă (NPV)*, *rata internă de rentabilitate (IRR)*, *rata internă de rentabilitate modificată (MIRR)*, *valoarea actualizată netă modificată (MNPV)* și *rata netă de rentabilitate modificată (MNRR) s.a.* pentru fiecare situație posibilă.

Analiza bazată pe **simulare** oferă foarte multe informații suplimentare pentru fundamentarea deciziei de investiții într-un proiect de informatizare. Astfel de analize relevă impactul fiecărui factor asupra NPV, și se sugerează acțiuni de control mai rigurose asupra factorilor cu influență negativă și acțiuni de încurajare a factorilor cu influență pozitivă.

Simulările privind identificarea probabilă a eficienței proiectelor de investiții trebuie să pornească de la estimări pentru a cunoaște bine interconstrucțiile dar și mulțimea soluțiilor plauzibile ($P > 0$, $R^1 > 0$, $C^P < Q$, $CF > 0$ ș.a.).

Modelele matematice elaborate pentru evaluarea eficienței economice a proiectelor investiționale în informatizare sunt:

□ **modelul matematic 1** - valoarea curentă NV,

□ **model matematic 2** - valoarea actuală netă NPV, rata internă de rentabilitate IRR, indicele randamentului redus DPI,

□ **modelul matematic 3** - modificarea valorii actualizate nete MNPV, modificarea ratei interne de rentabilitate MIRR.

Dacă se cunoaște costul i-proiectului, care include toate costurile directe, indirecte de producere necesare pentru implementarea proiectului de investiții și prognoza cuantumului fluxului de numerar (CF) obținut în urma implementării proiectului dat, atunci pot fi comparați indicatorii utilizați pentru determinarea performanței financiare folosind modelele matematice menționate. Pentru comparație, este necesar de identificat următorii parametri ai fluxurilor de numerar pentru determinarea eficienței proiectului de investiții și anume:

□ **suma (NV, NPV, MNPV);**

□ **profitabilitatea (NRR, IRR, MIRR, MNPV, MNRR);**

□ **indicele de rentabilitate (DPI);**

□ **perioada de rambursare (TC, durată).**

În analiza investițiilor, se disting trei tipuri de modele matematice (1, 2 și 3), care sunt utilizate în determinarea acestor indici [1, 5].

Modelul matematic 1. Modelul include numai fluxurile de numerar (intrări și ieșiri fonduri - CF și, respectiv C_0). În baza acestora se pot determina indicii valorii curente NV și rentabilitatea investiției PP.

Modelul matematic 2. În plus față de fluxurile de numerar CF, modelul C_0 folosește o rată de actualizare r . Indicii care sunt determinați în baza modelului matematic 2 sunt: rata internă de rentabilitate **IRR**, valoarea actualizată netă **NPV**, indicele **DPI** actualizat, rata netă de rentabilitate **NRR**, durata **D**, perioada de rambursare actualizată **DPP**, rambursarea în funcție de valoarea curentă rambursarea costului **TC** și rata internă de rentabilitate modificată cu reinvestire la prețul capitalului **MIRR**. Acest model adaugă o contabilitate pentru modificarea valorii banilor în timp (folosind r).

Modelul matematic 3. Pe lângă fluxurile de numerar și rata de actualizare, modelul folosește și indicele nivelul de reinvestire **d**. Tot în modelul 3 se determină parametrii: rata internă de rentabilitate modificată **MIRR**, valoarea actualizată netă modificată **MNPV** și rata netă de rentabilitate modificată **MNRR**. În model, pe lângă luarea în considerare a modificării valorii banilor în timp, se adaugă o contabilitate a ratei de rentabilitate a reinvestițiilor (folosind **d**).

2. Rezultate testate:

Valoarea actuală NV (modelul matematic 1) este suma aritmetică a tuturor fluxurilor de numerar generate de investiția în cadrul proiectului (ieșiri și intrări) sau efectul acumulat (soldul fluxului de numerar) pentru perioada de facturare [4, 6]. Acest indicator este folosit pentru a calcula ratele de lichiditate și solvabilitate, uneori pentru o estimare aproximativă. Criteriul de acceptare: $NV \geq 0$ (cu cât mai mare, cu atât mai bine).

Rata de actualizare este un standard economic stabilit, utilizat în evaluarea eficienței unui proiect de investiții. Valoarea ratei de actualizare poate fi setată diferit pentru diferiți pași de calcul.

Rata de actualizare [5] va fi foarte dependentă de ratele și depozitele actuale de creditare, care sunt stabilite în țară. Scopul principal al indicatorului ratei de actualizare este pentru evaluarea eficienței investiției. Acest indicator implică rata de rentabilitate pentru fiecare capital investit. Acest indicator este un indicator cheie pentru proiectele de investiții, în baza căruia se determină valoarea necesară a investițiilor pentru a obține venituri viitoare.

Indiciile NPV este o metodă standard utilizată pe larg pentru evaluarea eficienței proiectelor de investiții și determină o estimare a efectului investiției la o dată până în prezent luând în considerare diferita valoare în timp a banilor. Dacă NPV este mai mare de 0, atunci investiția este eficientă din punct de vedere economic și, dacă NPV este mai mică de 0, atunci investiția este nerentabilă din punct de vedere economic (adică un proiect alternativ, a cărui rentabilitate este acceptată ca rata de actualizare, necesită mai puțină investiție pentru a obține un flux de venituri similar).

Comparând rezultatele NV și NPV, se poate observa că, deși proiectul de investiții rămâne în continuare efectiv, calculul NPV oferă o estimare predictivă mai mică a modificării potențialului economic al întreprinderii în cazul adoptării proiectului în cauză.

Indicatorul MNPV se determină ca suma valorilor curente ale proiectelor, luând în considerare rata de actualizare și nivelul de reinvestire, fluxurile de numerar. Criteriul de acceptare: $MNPV \geq 0$ (cu cât este mai mare, cu atât mai bine).

Alți parametri pentru evaluarea riscurilor proiectelor de investiții în informatizare sunt parametrii grupului „profitabilitate”: NRR, IRR, MIRR, MIRR (bar) și DPI. Dacă nu există date despre rata de actualizare și nivelul de reinvestire, atunci se utilizează parametrul **IRR - rata internă de rentabilitate**. **Rata internă de rentabilitate** este rata de actualizare la care valoarea actuală a intrărilor de numerar este echilibrată cu valoarea actualizată a ieșirilor lor rezultate din implementarea unui proiect de investiții. Dacă rata internă de rentabilitate a proiectului este mai mare decât rentabilitatea cerută de investitor, atunci proiectul este acceptat, iar dacă este mai mică atunci acesta este respins.

Una dintre opțiunile pentru modificarea conceptului de rambursare este de a găsi raportul dintre suma tuturor fluxurilor de numerar actualizate (venituri din investiții) la cheltuielile cu investițiile actualizate. Rezultatul este **indicele de rentabilitate redus** (DPI), unde r este o barieră sau o rată de actualizare:

$$DPI = \frac{\sum_{t=0}^{t=T} \frac{CF_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^{t=T} \frac{(C_0)_t}{(1+r)^t}} \quad (2)$$

Criteriul de acceptare: $DPI \geq 1,0$ (cu cât este mai mare, cu atât mai bine).

3. Concluzie

În urma cercetărilor efectuate putem concluziona că Modelul matematic 1 este destinat pentru evaluarea eficienței soluțiilor de proiecte simple care sunt cu o durată mai mică de timp. Modelul matematic 2 conține metode de estimare dinamică. Acestea iau în considerare actualizarea ca metodă de evaluare a proiectelor de investiții prin exprimarea fluxurilor de numerar viitoare asociate cu implementarea proiectelor prin valoarea lor actuală. Datorită

caracteristicilor mai exacte, oferă o informație mai clară în luarea unor decizii de management importante pentru implementarea unui viitor proiect de investiții.

Modelul matematic 3 este, de asemenea, dinamic și, împreună cu reducerea numerarului, ia în considerare utilizarea reinvestițiilor în implementarea activităților proiectului de investiții.

Astfel, se poate argumenta că, dacă se determină rata de actualizare și nivelul de reinvestire este cunoscut cu o probabilitate mare, atunci se poate determina eficiența (profitabilitatea) i-proiectului prin intermediul indicatorii MNPV și MIRR. În cazul dacă nu există date privind nivelul de reinvestire actualizat, atunci pot fi determinați indicatorii NV și IRR și, dacă există doar o rată de reducere, atunci NPV și DPI.

Referințe:

1. Anghelache, C., Manole, A. (2015). Unele fundamente teoretice privind corelația dintre Produsul Intern Brut și investiții, ART ECO - Review of Economic Studies and Research, Vol. 6/No. 1, pp. 10-14, ISSN 2069-4024 4.
2. Anghelache, C., Sacală, C. (2014). The Autochthonous Investments and the Business Environment, Romanian Statistical Review Supplement no. 10/2014 5.
3. Doukas, J.A., Kim, C.F, Pantzaiis, C. (2008). Do Analysts Influence Corporate Financing and Investment?, Financial Management, pages 303 – 339
4. Инструменты финансового и инвестиционного анализа [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://investment-analysis.ru/index.html> (дата обращения: 17.03.15).
5. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 N ВК 477).
6. Холт, Роберт Н.; Барнес, Сет Б. Планирование инвестиций – М.: Дело, 1994. – 120 с.