



Munich Personal RePEc Archive

Choosing solutions to risk exposures

Stefanescu, Razvan and Dumitriu, Ramona

"Dunarea de Jos" University, Galati, "Dunarea de Jos" University,
Galati

16 June 2015

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/65074/>

MPRA Paper No. 65074, posted 18 Sep 2015 06:10 UTC

Alegerea soluțiilor pentru expunerile față de risc

Răzvan Ștefănescu

Ramona Dumitriu

Eficacitatea managementului unui risc depinde în mod covârșitor de etapa de adoptare a soluției optime. În raport cu expunerea față de risc și cu unele dintre caracteristicile variantelor luate în considerare pentru tratarea acestuia este aleasă soluția optimă. În acest capitol vom aborda metodele de adoptare a deciziilor specifice celor trei forme majore ale incertitudinii:

- condițiile de risc;
- condițiile de incertitudine propriu-zisă;
- condițiile de ignoranță.

1. Decizii în condiții de risc

Deciziile în condiții de risc, caracterizate prin distribuții probabilistice asociate stărilor naturii și, implicit, rezultatelor variantelor decizionale, au un caracter complex, dat de factorii care pot influența alegerea căilor de acțiune. În acest subcapitol vom aborda câteva elemente ale fundamentării deciziilor în condiții de risc:

- valorile așteptate ale rezultatelor decizionale;
- vulnerabilitățile asociate variante decizionale;
- arbitrajul dintre valorile așteptate și vulnerabilitățile asociate variante decizionale;
- atitudinea decidenților față de risc.

1.1. Evaluarea variantelor decizionale prin valorile așteptate ale rezultatelor

Mulți dintre decidenți evaluează utilitatea unei variante decizionale primordial prin intermediul celor mai probabile rezultate. Acestea sunt exprimate pe baza unei mărimi numite valoare așteptată, ce reprezintă o medie a consecințelor decizionale ponderată cu probabilitățile asociate acestora. Din perspectiva legii statistice a numerelor mari, o valoare așteptată poate fi asociată celui mai probabil rezultat fiind, din acest motiv, recomandată de teoria clasică a

deciziilor drept unul dintre criteriile esențiale de evaluare a căilor de acțiune (Savage, 1961; Fishburn, 1977; Frachot et al., 2001; Campi & Calafiore, 2004; Gilboa, 2008; Shevchenko & Peters, 2013; Emmer et al., 2014). În acest subcapitol vom aborda două tipuri de valori așteptate:

- valoarea așteptată a rezultatelor;
- valoarea așteptată a pierderilor de oportunitate.

Valoarea așteptată a rezultatelor unei variante decizionale ($EV(V_i)$) este o mărime ce poate fi determinată atât pentru distribuțiile probabilistice discrete cât și pentru cele continue. În cazul unei **distribuții probabilistice discrete**, acest indicator poate fi calculat prin intermediul formulei:

$$EV(V_i) = \sum_{k=1}^n a_{ik} \times p_k \quad (5.1.)$$

Pentru o **distribuție probabilistică de tip continuu**, relația de calcul a valorii așteptate a rezultatelor are forma:

$$EV(V_i) = \int_{-\infty}^{+\infty} x \cdot f(x) dx \quad (5.2.)$$

unde:

- x reprezintă valorile variabilei aleatoare de tip continuu, X, care descrie distribuția probabilistică asociată rezultatelor variantei decizionale V_i ;
- f(x) reprezintă funcția de densitate probabilistică asociată variabilei aleatoare X.

Valoarea așteptată a pierderilor de oportunitate evaluează utilitatea unei variante decizionale prin intermediul unor mărimi care exprimă, pentru fiecare rezultat decizional, pierderea asociată alegerii neinspirate. O astfel de mărime, numită pierdere de oportunitate, rezultă din diferența dintre rezultatul decizional pentru o anumită stare a naturii și rezultatul cu cea mai mare utilitate pentru acea stare. Valoarea așteptată a pierderilor de oportunitate este calculată ca o medie a acestor mărimi, ponderată cu probabilitățile asociate stărilor posibile ale naturii:

$$EOL(V_i) = \sum_{k=1}^n r_{ik} \times p_k \quad (5.3.)$$

în care:

- $EOL(V_i)$ este valoarea așteptată a pierderilor de oportunitate pentru varianta V_i ;
- r_{ik} este pierderea de oportunitate a variantei V_i pentru starea naturii k.

Varianta optimă va fi aceea pentru care a fost determinată o valoare așteptată minimă a pierderilor de oportunitate.

Abordările descriptive ale proceselor decizionale au relevat că valorile așteptate nu sunt utilizate foarte des în practică pentru evaluarea variantelor decizionale. Mulți dintre manageri manifestă neîncredere în stabilirea distribuțiilor probabilistice sau reticență față de unele calcule cu probabilități. În locul valorilor așteptate ale rezultatelor managerii preferă procedee mai simple, bazate pe stările naturii cu cele mai mari șanse de realizare, pe probabilitățile asociate pierderilor etc. (Alderfer & Bierman, 1970; March & Shapira, 1987).

1.2. Caracterizarea vulnerabilității unei variante decizionale prin intermediul dispersiei rezultatelor

În afara câștigurilor potențiale, un decident poate lua în considerare și vulnerabilitățile asociate variantelor decizionale. Drept expresii ale vulnerabilității sunt utilizate mărimi ale dispersiei (împrăștierii) rezultatelor unei variante decizionale, care reflectă gradul de sensibilitate al acestora în raport cu stările naturii (Ho et al., 2001; Cox & Sadiraj, 2010; Embrechts & Hofert, 2014). Astfel de mărimi pot fi utilizate drept criterii decizionale îndeosebi de către managerii care urmăresc să evite asumarea unor riscuri substanțiale (Alderfer & Bierman, 1970; Embrechts et al., 2005). Vom prezenta succint, în continuare, trei indicatori ai dispersiei:

- varianța;
- abaterea medie pătratică;
- coeficientul de variație.

Varianța exprimă nivelul mediu al pătratelor diferențelor dintre valorile distribuției și media aritmetică a acesteia. În cazul unei **distribuții probabilistice discrete** acest indicator poate fi calculat prin formula:

$$\sigma_{V_i}^2 = \sum_{k=1}^n p_k \times [a_{ik} - EV(V_i)]^2 \quad (5.4).$$

Pentru o **distribuție continuă de probabilități** varianța este dată de relația:

$$\sigma_{V_i}^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} [x - EV(V_i)]^2 \times f(x) dx \quad (5.5).$$

Riscul asociat unei variante decizionale este cu atât mai semnificativ cât varianța asociată rezultatelor este mai mare. Acest indicator este utilizat frecvent în adoptarea deciziilor în condiții de risc însă nu este indicat pentru situațiile în care nivelurile medii ale rezultatelor variantelor decizionale diferă semnificativ, ceea ce poate distorsiona comparațiile.

Abaterea medie pătratică poate fi determinată prin extragerea rădăcinii pătrate a varianței:

$$\sigma_{V_i} = \sqrt{\sigma_{V_i}^2} \quad (5.6.).$$

Spre deosebire de varianță, abaterea medie pătratică este exprimată întotdeauna în unitatea de măsură a rezultatelor decizionale. Fiind, la fel ca varianța, o mărime absolută, acest indicator nu este recomandat pentru comparațiile între rezultatele variantelor decizionale ale căror niveluri medii diferă semnificativ.

Coefficientul de variație este o mărime relativă, exprimată, de regulă, într-o formă procentuală și determinată pe baza raportului dintre abaterea medie pătratică și valoarea așteptată a rezultatelor:

$$CV_{V_i} = \frac{\sigma_{V_i}}{EV(V_i)} \times 100 \quad (5.7.).$$

Caracterul relativ al acestui indicator îl recomandă pentru situațiile în care nivelurile medii ale rezultatelor variantelor decizionale sunt substanțial diferite.

1.3. Metode ale arbitrajului dintre câștiguri potențiale și vulnerabilități

Adeseori, adoptarea unei decizii în condiții de risc se materializează într-un arbitraj între câștigurile potențiale și vulnerabilități. Unele modele ale deciziilor, îndeosebi cele din domeniul financiar, pornesc de la premisa unei legături semnificative între aceste aspecte: cu cât câștigurile estimate pentru o variantă decizională sunt mai mari cu atât vulnerabilitățile aferente acesteia sunt mai mari. În aceste circumstanțe, un decident ar trebui să aleagă între căile de acțiune caracterizate prin câștiguri mici dar relativ sigure și cele care, în funcție de stările naturii, pot aduce câștiguri dar și pierderi substanțiale. Pentru punerea în balanță a câștigurilor și a vulnerabilităților pot fi utilizate tehnici specifice deciziilor multicriteriale (Cooke & Slack, 1991; Dyer et al., 1992; Lertprapai, 2013). În acest subcapitol vom prezenta succint două procedee specifice deciziilor multicriteriale care pot fi aplicate în arbitrajul dintre câștiguri și vulnerabilități:

- tehnica lexicografică;
- tehnica scorului mediu ponderat.

Optimizarea deciziilor multicriteriale prin **tehnica lexicografică** se materializează în evaluări succesive ale variantele decizionale pe baza unor criterii ordonate în raport cu

importanța atribuită. Procedul se încheie atunci când, în urma acestor evaluări, a rezultat o singură variantă decizională cu utilitate maximă.

Tehnica scorului mediu ponderat are la bază exprimarea utilității variantelor decizionale printr-o mărime (numită scor mediu ponderat) care combină utilitățile determinate în raport cu criteriile de evaluare. În general, aplicarea acestei tehnici este precedată de așa-numita normalizare (standardizare) a consecințelor decizionale, un procedeu prin care sunt determinate utilitățile acestora relative în raport cu nivelurile minime și maxime asociate fiecărui criteriu decizional. Acest procedeu este descris de regulile:

- pentru fiecare criteriu j sunt stabilite consecințele decizionale cu utilitate minimă și maximă cărora li atribuie valorile zero, respectiv 1;

- pentru restul consecințelor, valorile normalizate sunt determinate în mod diferit în raport cu legătura directă sau inversă dintre valorile consecințelor și utilitățile acestora.

1. în cazul unei **legături directe** (atunci când utilitatea crește odată cu creșterea valorii consecințelor; este cazul câștigurilor potențiale) consecința normalizată este dată de relația:

$$a_{ij}^n = \frac{a_{ij} - \min(a^j)}{\max(a^j) - \min(a^j)} \quad (5.8.)$$

unde:

- a_{ij}^n este consecința normalizată a variantei V_i în raport cu criteriul decizional CD_j ;

- a_{ij} este consecința variantei V_i în raport cu criteriul decizional CD_j ;

- $\min(a^j)$ este valoarea minimă a consecințelor tuturor variantelor decizionale în raport cu criteriul decizional CD_j ;

- $\max(a^j)$ este valoarea maximă a consecințelor tuturor variantelor decizionale în raport cu criteriul decizional CD_j .

2. în situația unei **legături inverse** (atunci când utilitatea scade odată cu creșterea valorii consecințelor; este cazul indicatorilor dispersiei) consecința normalizată poate fi calculată prin formula:

$$a_{ij}^n = \frac{\max(a^j) - a_{ij}}{\max(a^j) - \min(a^j)} \quad (5.9.)$$

După normalizarea consecințelor decizionale poate fi calculat **scorul mediu ponderat** prin relația:

$$S_{V_i}^{mp} = \sum_{j=1}^r w_j \times a_{ij}^n \quad (5.10)$$

unde:

- $S_{V_i}^{mp}$ reprezintă scorul mediu ponderat al variantei V_i ;
- w_j este un coeficient de importanță asociat criteriului decizional CD_j ;
- r este numărul criteriilor decizionale.

Abordările descriptive ale proceselor decizionale au relevat unele diferențe între modul în care arbitrajul dintre câștigurile potențiale și vulnerabilități este prezentat în unele modele teoretice și modul în care acest proces se desfășoară în practică:

- indicatorii utilizați pentru caracterizarea celor două elemente ale arbitrajului;
- percepțiile managerilor asupra legăturii dintre aceste elemente.

Indicatori utilizați de manageri pentru caracterizarea câștigurilor potențiale și a vulnerabilităților. Reticența unor manageri față de calculele probabilistice îi determină pe aceștia să evite utilizarea valorilor așteptate și a indicatorilor consacrați ai dispersiei. Sunt folosite, în schimb, mărimi simple de calculat chiar dacă mai puțin riguroase: cele mai nefavorabile rezultate, aprecieri asupra șanselor de a înregistra pierderi majore etc. (Alderfer & Bierman, 1970; March & Shapira, 1987).

Percepțiile managerilor asupra legăturii dintre câștigurile potențiale și vulnerabilități. Unii manageri nu acceptă necondiționat ipoteza unei legături directe între câștigurile potențiale și vulnerabilitățile asociate (March & Shapira, 1987). O astfel de atitudine este justificată, în parte, de faptul că, în practică, pot fi întâlnite variante decizionale cu câștiguri mari și vulnerabilități reduse (acestea sunt considerate anomalii de unele teorii ale riscului). Totuși, adeseori, informațiile insuficiente sau eronate conduc la o percepție deformată asupra riscurilor. Un exemplu în acest sens poate fi considerat așa-numitul „hazard moral”, care desemnează o situație în care un decident își asumă riscuri substanțiale, deoarece are convingerea (uneori greșită) că este protejat împotriva eventualelor pierderi: de exemplu, în timpul recente crize globale s-a constatat că multe instituții financiar-bancare își asumaseră riscuri substanțiale contând pe faptul că, la nevoie, statul nu le va lăsa să se prăbușească (Pauly, 1968; Arnott & Stiglitz, 1990; Shavell, 1992; Fang & Moscarini, 2005).

1.4. Atitudinea decidenților față de risc

Studiile asupra proceselor decizionale au relevat rolul major pe care înclinația decidenților de a-și asuma riscuri îl poate juca în adoptarea căilor de acțiune (Markowitz, 1987; Campbell & Viceira, 2004; De Giorgi & Hens, 2009). Vom aborda, în continuare, două aspecte esențiale pentru această temă:

- cuantificarea atitudinii față de risc;
- factorii atitudinii față de risc.

1.4.1. Cuantificarea atitudinii față de risc

Pe lângă rolul major în descoperirea probabilităților, studiile asupra jocurilor de noroc au meritul de a fi evidențiat impactul major al atitudinii față de risc asupra desfășurării actului decizional. Paradoxul St. Petersburg, propus de Nicholas Bernoulli și dezvoltat de vărul acestuia, Daniel Bernoulli, a revelat rolul utilității câștigurilor așteptate. Această utilitate ar scădea odată cu creșterea bogăției jucătorilor sporind astfel reticența acestora față de asumarea riscurilor. Să ne imaginăm un joc de aruncare a unei monede, în care potențialul câștig este egal cu suma mizată. Evident, într-un astfel de joc probabilitățile de câștig și de pierdere sunt egale: 50%. Un jucător ce dispune de 1000 de lei va miza toată această sumă. Dacă va câștiga, i se va oferi ocazia să își mizeze toți banii disponibili, acum 2000 de lei, într-un alt joc, după care, în cazul unui nou câștig, va putea miza din nou ș.a.m.d. Ne putem aștepta ca, pe măsură ce sumele câștigate sporesc, să scadă înclinația jucătorului de a le risca într-un joc cu șanse de 50%. Într-o astfel de situație trebuie luate în considerare și unele trăsături ale personalității jucătorului materializate în aversiunea acestuia față de risc. Un individ cu o aversiune considerabilă față de risc va renunța după câteva jocuri câștigate în timp ce un altul, iubitor de risc, va continua să joace ceva mai mult timp.

Abordările teoriei clasice a deciziilor s-au concentrat asupra elaborării unor funcții matematice prin care să fie studiată utilitatea câștigurilor așteptate și aversiunea față de risc. În secolul trecut John von Neumann și Oskar Morgenstern (1947) au propus un set de reguli care facilitează cuantificarea utilității câștigurilor așteptate. În acest cadru statisticianul Leonard Jimmie Savage (1954) și economistul Harry Max Markowitz (1952) au dezvoltat funcții de utilitate asociate atitudinii față de risc.

Din perspectiva atitudinii față de risc pot fi delimitate trei categorii de decidenți:

- **decidenți cu aversiune față de risc**, care în locul unei situații incerte, care le poate aduce câștiguri dar și pierderi, vor prefera un câștig mai mic;

- **decidenți neutri față de risc**, care obișnuiesc să pună în balanță potențialele câștiguri și riscurile asociate;
- **decidenți cu preferință față de risc**, care sunt atrași de câștigurile mari, chiar dacă acestora le sunt asociate riscuri pe măsură (Friedman & Savage, 1948; Allais, 1953; Ellsberg, 1961; Savage, 1961; Pratt, 1964; Hansson, 1994; McFadden, 2000; Kirkwood, 2004; Hillson & Murray-Webster, 2007; Ricciardi, 2007; Dohmen et al., 2011).

Pentru încadrarea unui decident în una dintre aceste categorii pot fi aplicate diferite procedee, atât calitative cât și cantitative. Unul dintre cel mai des utilizate este cel care implică noțiunea de **echivalent cert al unei decizii** care reprezintă un rezultat sigur căruia decidentul îi atribuie o utilitate egală celei asociate consecințelor incerte ale unei căi de acțiune luate în considerare (de exemplu, pentru un investitor, achiziția unor acțiuni pentru care au fost estimate posibilitățile unui câștig de 100000 de euro, cu o probabilitate de 60% și o pierdere de 120000 de euro, cu o probabilitate de 40%, poate fi echivalentă cu achiziția de obligațiuni guvernamentale care oferă un câștig sigur de 10000 de euro). Din comparația dintre acest echivalent cert și valoarea așteptată a variantei decizionale poate rezulta, evident, una dintre situațiile:

- echivalentul cert este mai mic decât valoarea așteptată a rezultatelor, situație specifică decidenților cu aversiune față de risc;
- echivalentul cert este egal cu valoarea așteptată a rezultatelor, ceea ce indică un decident neutru față de risc;
- echivalentul cert este mai mare decât valoarea așteptată a rezultatelor, ceea ce înseamnă că decidentul are preferință față de risc.

Evident, valoarea unui echivalent cert are un caracter subiectiv fiind dată de percepțiile decidentului asupra situației decizionale și de unele trăsături ale personalității acestuia (Friedman & Savage, 1948; Pratt, 1964; Buschena, & Zilberman, 1994; Weber & Milliman, 1997; Holt & Laury, 2002; Hansen & Sargent, 2004; Hillson & Murray-Webster, 2007; Dohmen et al., 2011).

Diferența dintre valoarea așteptată a rezultatelor unei variante decizionale și echivalentul cert asociat acesteia, cunoscută sub denumirea de **primă de risc**, este un alt indicator al atitudinii decidenților față de risc:

$$P_{d_s V_i}^{risc} = EV(V_i) - Ech_{d_s V_i}^{cert} \quad (5.11.)$$

unde:

- $P_{d_s V_i}^{risc}$ este prima de risc asociată de un decident d_s variantei V_i ;

- $Ech_{d_3V_i}^{cert}$ este echivalentul cert pe care decidentul d_3 îl atribuie rezultatelor variantei V_i .

Să presupunem, de exemplu, că pentru o investiție de portofoliu în străinătate au fost estimate, în funcție de evoluția mediului de afaceri, două rezultate posibile:

- un câștig de 100000 euro, cu o probabilitate de 80%;
- o pierdere de 120000 euro, cu o probabilitate de 20%.

Această investiție a fost analizată de trei manageri pentru care au fost stabilite următoarele echivalente certe asociate investiției: 56000, 40000 și 75000 euro. Vom determina primele de risc ale celor trei decidenți. Calculăm, pentru început, valoarea așteptată a rezultatelor investiției:

$$EV(V_i) = \sum_{k=1}^2 a_{ik} \times p_k = 100000 \times 0,8 + (-120000) \times 0,2 = 56000 \text{ euro}$$

Determinăm, în continuare, primele de risc pentru cei trei manageri:

- pentru primul manager, la care a fost identificată neutralitatea față de risc (echivalentul cert este egal cu valoarea așteptată a rezultatelor) se obține:

$$P_{d_1V_i}^{risc} = EV(V_i) - Ech_{d_1V_i}^{cert} = 56000 - 56000 = 0;$$

- pentru al doilea manager, care manifestă aversiune față de risc (echivalentul cert este mai mic decât valoarea așteptată a rezultatelor) rezultă:

$$P_{d_2V_i}^{risc} = EV(V_i) - Ech_{d_2V_i}^{cert} = 56000 - 40000 = 16000 \text{ euro};$$

- pentru al treilea manager, cu preferință față de risc (echivalentul cert este mai mare decât valoarea așteptată a rezultatelor) se obține o primă de risc negativă:

$$P_{d_3V_i}^{risc} = EV(V_i) - Ech_{d_3V_i}^{cert} = 56000 - 75000 = -19000 \text{ euro}.$$

Primele de risc sunt utilizate în cadrul demersurilor asociate arbitrajului dintre risc și câștigurile potențiale, în special în domeniul financiar. În astfel de situații rentabilitatea așteptată pentru o activitate este stabilită adăugând o primă de risc la rentabilitatea unui activ considerat fără risc. În cazul investițiilor, rolul de active financiare fără risc este jucat de obligațiunile guvernamentale în moneda națională la care posibilitatea de nerambursare este considerată neglijabilă. Pentru credite, ratele dobânzilor sunt stabilite adeseori pornind de la un nivel asociat unui risc de nerambursare neglijabil la care se adaugă prime de risc stabilite în raport cu estimările asupra solvabilității debitorilor (Kocherlakota, 1996; Berg, 2010; Damodaran, 2013; Joslin et al., 2014).

1.4.2. Factori ai atitudinii față de risc

În literatura de specialitate au fost relevate influențele pe care diverși factori le pot exercita asupra atitudinii unui decident față de risc. Acești factori pot fi clasificați în două categorii:

- factori asociați decidentului;
- factori aferenți situației decizionale.

Factorii asociați decidentului. Atitudinea unui decident față de risc poate suferi influența unor trăsături ale acestuia:

- vârsta;
- nivelul de instruire;
- sexul decidentului;
- experiența în exercitarea profesiei etc. (Cooke & Slack, 1991; Holt & Laury, 2002;

Dohmen et al., 2011; Nelson, 2013).

Se consideră că factorii care țin de personalitatea decidentului induc atitudinii acestuia față de risc o anumită stabilitate (Friedman & Savage, 1948; Pratt, 1964; Tversky & Kahneman, 1974; Kahneman & Tversky, 1979; Tversky & Wakker, 1995; Giarini & Stahel, 1996).

În cazul deciziilor de grup pot interveni interacțiuni între atitudinile față de risc ale membrilor corpului decizional. În astfel de situații contează, în general, poziția ierarhică și puterea de convingere a fiecărui membru al grupului (Cooke & Slack, 1991; Ambrus et al., 2009; Ertac & Gurdal, 2012; Zhang & Casari, 2012).

Factorii aferenți situației decizionale. Rezultatele unor investigații asupra modului în care sunt adoptate deciziile în practică au relevat câteva aspecte ale situațiilor decizionale care pot influența semnificativ atitudinea managerilor față de risc:

- recompensele acordate în funcție de rezultatele deciziei;
- gradul de inedit al deciziei;
- experiența unor decizii asemănătoare;
- percepția asupra gradului de incertitudine;
- amploarea potențialelor pierderi (mulți manageri ezită să își asume riscuri substanțiale

în cazul în care un rezultat negativ ar periclita supraviețuirea organizației);

- posibilitățile de intervenție ulterioară pentru a atenua pierderile în cazul producerii unor evenimente nefavorabile etc. (Baird & Thomas, 1985; March & Shapira, 1987; Arrow, 1996; Holt & Laury, 2002).

Astfel de factori pot induce o anumită instabilitate atitudinii față de risc a decidenților.

2. Decizii în condiții de incertitudine propriu-zisă și ignoranță

2.1. Identificarea variantelor optime în condiții de incertitudine propriu-zisă

În condiții de incertitudine propriu-zisă, atunci când decidentul cunoaște toate stările posibile ale naturii fără a le putea asocia probabilități, intervin semnificativ atitudinea managerilor față de risc și percepțiile asupra cunoașterii asupra situației decizionale. În acest subcapitol vom prezenta succint câteva dintre metodele de identificare a variantelor optime în astfel de condiții:

- a. criteriul maximin (Wald);
- b. criteriul maximax;
- c. criteriul optimist - pesimist (Hurwicz);
- d. criteriul minimizării regretelor (Savage);
- e. criteriul verosimilității maxime;
- f. criteriul șanselor egale (Laplace).

a. Criteriul maximin, elaborat de matematicianul Abraham Wald pe baza conceptelor formulate de John von Neumann este recomandat managerilor cu aversiune extremă față de risc. Algoritmul asociat acestui criteriu cuprinde etapele:

1. se stabilește, pentru fiecare variantă decizională V_i , cel mai nefavorabil rezultat a_i^p , alcătuindu-se astfel mulțimea: $a_1^p, a_2^p, \dots, a_m^p$;
2. din mulțimea constituită în prima etapă este ales rezultatul cu cea mai mare utilitate, care va corespunde variantei optime.

Principalul dezavantaj al acestui criteriu provine din faptul că nu ia în considerare toate rezultatele (Cooke, Slack, 1991).

b. Criteriul maximax, este indicat pentru managerii cu preferință extremă față de risc. Alegerea variantei optime se desfășoară în două etape:

1. pentru fiecare variantă decizională V_i , se identifică cel mai favorabil rezultat a_i^o , alcătuindu-se astfel mulțimea: $a_1^o, a_2^o, \dots, a_m^o$;
2. se alege, din mulțimea stabilită anterior, rezultatul cu cea mai mare utilitate, care va indica varianta optimă.

La fel ca în cazul criteriului maximin, adoptarea deciziei prin acest procedeu are dezavantajul neluării în considerare a tuturor rezultatelor (Cooke, Slack, 1991).

c. Criteriul optimist-pesimist, propus de economistul și matematicianul Leonid Hurwicz, se adresează decidenților cu atitudini față de risc intermediare între aversiune și preferință extreme (Cooke, Slack, 1991; Jaffray & Jeleva, 2007). Aceste atitudini sunt luate în considerare prin intermediul unei mărimi numite coeficient de optimism (α_o) cu valori cuprinse între 0 (pentru aversiune extremă față de risc) și 1 (pentru preferință extremă față de risc). Utilitatea unei variante V_i în raport cu criteriul optimist – pesimist (a_i^{o-p}) este calculată prin formula:

$$a_i^{o-p} = \alpha_o \times a_i^o + (1 - \alpha_o) \times a_i^p \quad (5.12.)$$

Principala limită a acestui criteriu este dată de subiectivitatea inerentă a alegerii coeficientului de optimism (pentru un decident poate fi destul de dificil să se autocaracterizeze din perspectiva atitudinii față de risc).

d. Criteriul minimizării regretelor, formulat de statisticianul Leonard Jimmie Savage are la bază determinarea, pentru fiecare consecință decizională a unei mărimi numită regret, cu semnificația unui cost de oportunitate în raport cu situația în care decidentul ar cunoaște starea naturii (Savage, 1961; Bell, 1982; Loomes & Sugden, 1982; Cooke, Slack, 1991). Regretul unei consecințe a_{ik} , care corespunde variantei V_i și stării naturii SN_k este dat de formula:

$$r_{ik} = a_k^{\max} - a_{ik} \quad (5.13.)$$

unde:

- r_{ik} este regretul asociat consecinței a_{ik} ;
- a_k^{\max} este cel mai favorabil rezultat aferent stării naturii SN_k .

Valorile astfel obținute pot fi introduse într-o matrice a regretelor (Tabelul 5.1.). În continuare, varianta optimă este aleasă printr-un procedeu asemănător celui utilizat în cazul criteriului maximin:

1. se identifică, pentru fiecare variantă decizională V_i , regretul maxim, r_i^{\max} , alcătuiindu-se astfel mulțimea: $r_1^{\max}, r_2^{\max}, \dots, r_m^{\max}$;
2. din mulțimea astfel constituită este identificată cea mai mică valoare, care va corespunde variantei optime.

Tabelul 5.1. Matricea regretelor

Stări ale naturii	SN ₁	...	SN _k	...	SN _n
Variante decizionale					
V ₁	$r_{11} = a_1^{\max} - a_{11}$	...	$r_{1k} = a_k^{\max} - a_{1k}$	...	$r_{1n} = a_n^{\max} - a_{1n}$
...
V _i	$r_{i1} = a_1^{\max} - a_{i1}$	...	$r_{ik} = a_k^{\max} - a_{ik}$	...	$r_{in} = a_n^{\max} - a_{in}$
...
V _m	$r_{m1} = a_1^{\max} - a_{m1}$	...	$r_{mk} = a_k^{\max} - a_{mk}$	...	$r_{mn} = a_n^{\max} - a_{mn}$

e. Criteriul verosimilității maxime este recomandat pentru situațiile în care decidentul, deși nu poate atribui probabilități stărilor naturii, are totuși convingerea că una dintre acestea are mai multe șanse de realizare față de celelalte (Cooke, Slack, 1991). Aplicarea acestui criteriu presupune ca decidentul să ia în considerare doar starea naturii cu cele mai mari șanse de realizare utilizând procedee specifice stării de certitudine.

f. Criteriul șanselor egale, propus de matematicianul Pierre - Simon de Laplace, presupune că, în lipsa informațiilor necesare pentru atribuirea probabilităților în mod riguros către stările naturii, acestea trebuie considerate echiprobabile (Cooke, Slack, 1991). În aceste circumstanțe, decidentul poate considera că acționează în condiții de risc în care probabilitatea fiecărei stări a naturii poate fi calculată prin relația:

$$p(SN_1) = p(SN_2) = \dots = p(SN_k) = \dots p(SN_n) = \frac{1}{n} \quad (5.14.),$$

iar valoarea așteptată a unei variante decizionale V_i reprezintă:

$$EV(V_i) = \sum_{k=1}^n a_{ik} \times p_k = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n a_{ik} \quad (5.15.).$$

2.2. Adoptarea deciziilor în condiții de ignoranță

Din perspectiva unei abordări riguroase, orice act decizional se desfășoară, inevitabil, în condiții de ignoranță întrucât este imposibilă anticiparea tuturor evenimentelor care ar putea afecta rezultatele variantelor decizionale. În aceste circumstanțe este importantă percepția decidenților cu privire la gradul de cunoaștere asupra situațiilor cu care se confruntă. Din această perspectivă putem delimita două forme ale ignoranței:

- ignoranța parțială;

- ignoranța completă.

Ignoranța parțială presupune că decidentul, chiar dacă nu consideră că poate identifica toate evenimentele ce ar putea afecta semnificativ rezultatele deciziei, poate constitui un câmp incomplet de stări ale naturii cărora le atribuie șanse de realizare. În astfel de circumstanțe pot fi aplicate procedee de optimizare a deciziilor specifice condițiilor de incertitudine propriu-zisă (Nehring, 2000; Voorbraak, 2000). Totuși, faptul că decidentul este conștient că nu a luat în considerare toate evenimentele posibile, îl poate determina să adopte unele măsuri de precauție: constituirea unor rezerve financiare, stabilirea unor niveluri minime pentru stocurile de materii prime etc. (Drucker, 1985; Cooke & Slack, 1991; Hogarth & Kunreuther, 1995).

Ignoranța completă se referă la o situație în care decidentul consideră că nu este capabil să alcătuiască un câmp, chiar și incomplet, de stări ale naturii. În astfel de circumstanțe, intuiția este adeseori preferată rațiunii iar procedeele subiective le pot înlocui pe cele obiective (Drucker, 1985; Machina, 1992; Saget, 1999).

În ultimul deceniu, așa-numitul concept de „Lebădă neagră”, promovat de economistul și statisticianul Nassim Nicholas Taleb (2007), a deschis noi perspective asupra deciziilor în condiții de ignoranță. Acest termen desemnează un eveniment rar, neașteptat și cu urmări majore ce pot fi favorabile sau nefavorabile. În categoria fenomenelor de tip „Lebădă neagră” au fost încadrate diferite evenimente: dizolvarea Uniunii Sovietice, proliferarea calculatoarelor personale, apariția Internetului, atentatele teroriste din 11 septembrie 1999, cutremurele devastatoare din 2004 și 2011, actuala criză globală și alte situații care au surprins decidenții prin caracterul neașteptat și prin amploarea consecințelor (Taleb 2007). Adeseori, metode sofisticate, bazate pe distribuții clasice de probabilități, s-au dovedit ineficiente în prezența unor astfel de evenimente. Pentru a face față unor astfel de situații se recomandă nu neapărat încercarea de a le prezice, ci, mai degrabă, instituirea unor sisteme flexibile de management, capabile de reacții rapide în cazul evenimentelor de tip „Lebădă neagră” prin care să fie contracarate urmările favorabile și să fie exploatate cele favorabile.

Rezumat

Pentru condițiile de risc, variantele decizionale sunt evaluate primordial prin intermediul valorilor așteptate și a dispersiei rezultatelor. Astfel de indicatori sunt utilizați și în arbitrajul dintre câștigurile potențiale și vulnerabilitate, fiind combinați prin procedee specifice deciziilor multicriteriale.

Din perspectiva atitudinii față de risc pot fi delimitate trei categorii de decidenți:

- decidenți cu aversiune față de risc;
- decidenți neutri față de risc;
- decidenți cu preferință față de risc.

Încadrarea în una dintre cele trei categorii poate fi realizată prin comparații între valoarea așteptată a unei variante decizionale și echivalentul cert al acesteia. Diferența dintre cele două mărimi, cunoscută sub denumirea de primă de risc, este un element esențial al arbitrajului dintre rentabilitate și risc. Atitudinea față de risc este influențată atât de factori specifici decidentului cât și de factori asociați situației decizionale.

În condiții de incertitudine propriu-zisă adoptarea deciziilor este influențată semnificativ de atitudinea decidentului față de risc și de percepțiile acestuia asupra gradului de cunoaștere a situației decizionale. Din perspectiva percepției decidenților cu privire la gradul de cunoaștere asupra situațiilor cu care se confruntă pot fi delimitate două forme ale condițiilor de ignoranță: parțială și completă. În situația ignoranței parțiale pot fi aplicate, cu unele precauții, procedee de adoptare a deciziilor specifice incertitudinii propriu-zise. Deciziile în condiții de ignoranță sunt caracterizate prin dificultatea de a aplica procedee raționale, obiective.

Termeni cheie

Procese decizionale

Atitudini față de risc

Arbitraj între câștiguri potențiale și vulnerabilități

Incetitudine

Ignoranță

Întrebări

1. Care este diferența dintre valoarea așteptată a rezultatelor și valoarea așteptată a pierderilor de oportunitate?
2. Care este diferența dintre coeficientul de variație și abaterea medie pătratică?
3. Care este rațiunea arbitrajului între câștigurile potențiale și vulnerabilități?
4. Cum poate fi cuantificată atitudinea unui decident față de risc?

5. Care sunt factorii atitudinii față de risc?
6. Care sunt principalele dezavantaje ale criteriilor maximin și maximax?
7. Care este diferența dintre ignoranța parțială și cea completă?

Teste grilă

1. O valoare așteptată poate fi asociată:

- a. celui mai favorabil rezultat;
- b. celui mai probabil rezultat;
- c. celui mai nefavorabil rezultat.

Răspuns corect: b.

2. Atitudinea față de risc a unui decident care atribuie un echivalent cert de 70000 de dolari unei variante decizionale cu o valoare așteptată de 55000 de dolari poate fi încadrată în categoria:

- a. aversiune față de risc;
- b. neutralitate față de risc;
- c. preferință față de risc.

Răspuns corect: c.

3. Categoria factorilor aferenți decidentului care pot influența semnificativ atitudinea acestuia față de risc cuprinde:

- a. nivelul de instruire al decidentului;
- b. gradul de inedit al deciziei;
- c. experiența decidentului în exercitarea profesiei;
- d. recompensele acordate în funcție de rezultatele deciziei.

Răspunsuri corecte: a și c.

4. Atitudinea față de risc a unui decident care atribuie un echivalent cert de 200000 de lei unei variante decizionale cu o valoare așteptată de 200000 de lei poate fi încadrată în categoria:

- a. aversiune față de risc;
- b. neutralitate față de risc;
- c. preferință față de risc.

Răspuns corect: b.

5. Mărimile dispersiei (împrăștierii) rezultatelor unei variante decizionale pot fi utilizate pentru caracterizarea:

- a. nivelului mediu al câștigurilor potențiale;
- b. vulnerabilității variantei decizionale;
- c. atitudinii decidentului față de risc.

Răspuns corect: b.

6. Termenul de „hazard moral” desemnează:

- a. o situație în care un decident își asumă riscuri substanțiale deoarece are convingerea, nu neapărat îndreptățită, că este protejat împotriva eventualelor pierderi;
- b. o situație în care unele scrupule morale îl împiedică pe decident să își asume riscuri foarte mari;
- c. răspunderea morală a unui manager care a cauzat, deoarece și-a asumat riscuri foarte mari, pierderi substanțiale companiei pe care o conduce.

Răspuns corect: a.

7. Criteriul maximin este recomandat decidenților:

- a. cu un coeficient de optimism mai mare decât 0,5;
- b. cu preferință extremă față de risc;
- c. cu aversiune extremă față de risc.

Răspuns corect: c.

8. Criteriul maximax este recomandat decidenților:

- a. cu un coeficient de optimism mai mic decât 0,5;
- b. cu preferință extremă față de risc;
- c. cu aversiune extremă față de risc.

Răspuns corect: b.

9. Categoria factorilor aferenți situației decizionale care pot influența semnificativ atitudinea față de risc a unui decident cuprinde:

- a. vârsta decidentului;
- b. nivelul de instruire al decidentului;
- c. gradul de inedit al deciziei;
- d. recompensele acordate în funcție de rezultatele deciziei;
- e. experiența decidentului în exercitarea profesiei.

Răspunsuri corecte: c și d.

10. Atitudinea față de risc a unui decident care atribuie un echivalent cert de 100000 de euro unei variante decizionale cu o valoare așteptată de 115000 de euro poate fi încadrată în categoria:

- a. aversiune față de risc;
- b. neutralitate față de risc;
- c. preferință față de risc.

Răspuns corect: a.

11. Termenul de „Lebădă neagră” se referă la:

- a. un eveniment rar, neașteptat și cu urmări majore ce pot fi favorabile sau nefavorabile;
- b. certitudinea asupra consecințelor unei variante decizionale;
- c. posibilitatea de a atribui probabilități rezultatelor variantelor decizionale.

Răspuns corect: a.

Aplicații rezolvate

Aplicația rezolvată 5.1. Adoptarea unei decizii de creditare pe baza valorii așteptate a rezultatelor

Departamentul financiar al unei firme exportatoare analizează posibilitățile de finanțare a activității pe termen scurt. Au fost luate în calcul două variante:

- credit în euro cu o rată fixă a dobânzii;
- credit în euro cu o rată variabilă a dobânzii.

În Tabelul 5.2. sunt prezentate valorile estimate ale fluxurilor monetare asociate plății dobânzilor (valori negative, deoarece plățile generează fluxuri monetare de ieșire) în raport cu trei stări ale naturii luate în considerare:

- scăderea ratelor dobânzilor pentru creditele în euro, cu o probabilitate de 50%;
- stabilitatea ratelor dobânzilor pentru creditele în euro, cu o probabilitate de 30%;
- creșterea ratelor dobânzilor pentru creditele în euro, cu o probabilitate de 20%.

Se cere să se identifice varianta optimă de finanțare prin intermediul valorii așteptate a rezultatelor.

Tabelul 5.2. Fluxuri monetare estimate pentru decizia de finanțare

- mii euro –

Stări ale naturii și probabilități	Scăderea ratelor dobânzilor pentru creditele în euro	Stabilitatea ratelor dobânzilor pentru creditele în euro	Creșterea ratelor dobânzilor pentru creditele în euro
---------------------------------------	--	--	---

Variante decizionale	(P ₁ =50%)	(P ₂ =30%)	(P ₃ =20%)
V ₁ : credit în euro cu o rată fixă a dobânzii	-80	-80	- 80
V ₂ : credit în euro cu o rată variabilă a dobânzii	-30	-70	-150

Rezolvare:

Aplicând formula 5.1. obținem valorile așteptate ale rezultatelor celor două variante decizionale:

- pentru V₁: $EV(V_1) = \sum_{k=1}^3 a_{1k} \times p_k = (-80) \times 0,50 + (-80) \times 0,30 + (-80) \times 0,2 = -80$ mii

euro;

- pentru V₂: $EV(V_2) = \sum_{k=1}^3 a_{2k} \times p_k = (-30) \times 0,50 + (-70) \times 0,30 + (-150) \times 0,2 = -66$ mii

euro.

Rezultă că varianta V₂ (credit în euro cu o rată variabilă a dobânzii) poate fi considerată optimă din perspectiva valorii așteptate a rezultatelor.

Aplicația rezolvată 5.2. Adoptarea unei decizii asupra capacității de producție pe baza valorii așteptate a pierderilor de oportunitate

Managerii unei companii multinaționale planifică activitatea de producție a unei viitoare investiții străine directe. Au fost luate în considerare trei niveluri ale capacității de producție:

- capacitate mică;
- capacitate medie;
- capacitate mare.

Au fost estimate, pentru fiecare variantă decizională, profiturile stabilite în raport cu două niveluri ale cererii luate în calcul:

- nivel scăzut, căruia i-a fost asociată o probabilitate de 60%;
- nivel înalt, cu o probabilitate de 40% (Tabelul 5.3.).

Se cere să se identifice varianta optimă prin intermediul valorii așteptate a pierderilor de oportunitate.

Tabelul 5.3. Profituri estimate pentru decizia asupra capacității de producție

- mil. euro -

Stări ale naturii și probabilități	Nivel scăzut al cererii (P ₁ =60%)	Nivel înalt al cererii (P ₃ =40%)
Variante decizionale		
V ₁ : capacitate mică de producție	20	22
V ₂ : capacitate medie de producție	15	30
V ₃ : capacitate mare de producție	-30	80

Calculăm, pentru fiecare rezultat posibil, pierderea de oportunitate, transpunând într-o matrice valorile obținute (Tabelul 5.4.).

Determinăm, apoi, pentru fiecare variantă, valoarea așteptată a pierderilor de oportunitate:

- pentru V₁: $EOL(V_1) = \sum_{k=1}^2 r_{1k} \times p_k = 0 \times 0,60 + 58 \times 0,40 = 23,2$ mil. euro;

- pentru V₂: = 23 mil. euro;

- pentru V₃: $EOL(V_3) = \sum_{k=1}^2 r_{3k} \times p_k = 50 \times 0,60 + 0 \times 0,40$ EOL(V₃) = r₃₁*P₁+ r₃₂*P₂

=50*0,60 + 0*0,40 = 30 mil. euro

Tabelul 5.4. Matricea pierderilor de oportunitate asociată deciziei asupra capacității de

producție

- mil. euro -

Stări ale naturii și probabilități	Nivel scăzut al cererii (P ₁ =60%)	Nivel înalt al cererii (P ₂ =40%)
Variante decizionale		
Rezultatul cel mai favorabil asociat stării naturii	20	80
V ₁ : capacitate mică de producție	20-20=0	80-22=58

V ₂ : capacitate medie de producție	20-15=5	80-30=50
V ₃ : capacitate mare de producție	20-(-30)=50	80-80=0

A rezultat că cea mai mare utilitate corespunde variantei V₂ (capacitate medie de producție).

Aplicația rezolvată 5.3. Adoptarea unei decizii asupra investițiilor străine directe pe baza coeficientului de variație

Conducerea unei companii multinaționale ia în considerare patru proiecte de investiții străine directe într-o țară în curs de dezvoltare: ISD₁, ISD₂, ISD₃ și ISD₄. Aceste proiecte sunt concurențiale (nu poate fi realizat decât unul singur), iar rentabilitatea le este evaluată pe baza valorii prezente nete. Din analiza mediului social - politic al țării gazdă a potențialei investiții au rezultat trei posibile stări ale naturii:

- stabilitate relativă social - politică, cu o probabilitate de 70%;
- instabilitate social - politică moderată, cu o probabilitate de 20%;
- instabilitate social - politică gravă, cu o probabilitate de 10%.

Valorile prezente nete ale proiectelor de investiții, estimate în raport cu aceste stări ale naturii, sunt prezentate în Tabelul 5.5. Managerii companiei sunt foarte reticenți față de asumarea unor riscuri substanțiale. Ei evaluează, prin intermediul coeficientului de variație, sensibilitatea variantelor decizionale în raport cu stările naturii alegând-o pe cea care prezintă cel mai mic risc. Se cere să se identifice varianta optimă în raport cu acest indicator.

Tabelul 5.5. Profituri estimate pentru decizia de investiții străine directe

- mil. dolari -

Stări ale naturii și probabilități	Stabilitate relativă social-politică (70%)	Instabilitate social-politică moderată (20%)	Instabilitate social-politică gravă (10%)
V ₁ : Proiectul ISD ₁	10	6	4
V ₂ : Proiectul ISD ₂	60	-25	-150
V ₃ : Proiectul ISD ₃	20	-5	-20

V ₄ : Proiectul ISD ₄	35	-10	-40
---	----	-----	-----

Rezolvare:

a. Calculul coeficientului de variație pentru primul proiect

În Tabelul 5.6. este prezentat calculul varianței rezultatelor proiectului ISD₁. Valoarea așteptată a profitului reprezintă:

$$EV(V_1) = \sum_{k=1}^3 a_{1k} \times p_k = 8,6 \text{ mil. dolari.}$$

Prin intermediul formulei 5.4 este determinată varianța proiectului ISD₁:

$$\sigma_{V_1}^2 = \sum_{k=1}^3 p_k \times [a_{1k} - EV(V_1)]^2 = 4,84 \text{ (mil. dolari)}^2$$

Abaterea medie pătratică este calculată pe baza formulei 5.6.:

$$\sigma_{V_1} = \sqrt{\sigma_{V_1}^2} = \sqrt{4,84} = 2,20 \text{ mil. dolari.}$$

Tabelul 5.6. Determinarea varianței proiectului ISD₁

Stare a naturii	Probabilitate (p _k)	Profit (a _{1k}) [mil. dolari]	(p _k × a _{1k}) [mil. dolari]	{p _k × [a _{1k} - EV(V ₁)] ² } [(mil. dolari) ²]
(0)	(1)	(2)	(3)=(1) x (2)	(4)
Stabilitate relativă social- politică	70%	10	7,0	1,37
Instabilitate social- politică moderată	20%	6	1,2	1,35
Instabilitate social-politică gravă	10%	4	0,4	2,12
Total	100%	x	8,6	4,84

Simbol total	$\sum_{k=1}^3 p_k$	x	$\sum_{k=1}^3 p_k \times a_{1k}$	$\sum_{k=1}^3 p_k \times [a_{1k} - EV(V_1)]^2$
--------------	--------------------	---	----------------------------------	--

Prin intermediul formulei 5.7. rezultă coeficientul de variație al proiectului ISD₁:

$$CV_{V_1} = \frac{\sigma_{V_1}}{EV(V_1)} \times 100 = \frac{2,20}{8,6} \times 100 = 25,58\%.$$

b. Calculul coeficientului de variație pentru al doilea proiect

Determinarea varianței proiectului ISD₂ este prezentată în Tabelul 5.7. Valoarea așteptată reprezintă:

$$EV(V_2) = \sum_{k=1}^3 a_{2k} \times p_k = 22 \text{ mil. dolari}$$

Se obține o varianță a rezultatelor:

$$\sigma_{V_2}^2 = \sum_{k=1}^3 p_k \times [a_{2k} - EV(V_2)]^2 = 4411 \text{ (mil. dolari)}^2$$

Abaterea medie pătratică a rezultatelor are valoarea:

$$\sigma_{V_2} = \sqrt{\sigma_{V_2}^2} = \sqrt{4411} = 66,42 \text{ mil. dolari.}$$

Coeficientul de variație al rezultatelor proiectului ISD₂ reprezintă:

$$CV_{V_2} = \frac{\sigma_{V_2}}{EV(V_2)} \times 100 = \frac{66,42}{22} \times 100 = 301,89\%$$

Tabelul 5.7. Determinarea varianței proiectului ISD₂

Stare a naturii	Probabilitate (p _k)	Profit (a _{2k}) [mil. dolari]	(p _k × a _{2k}) [mil. dolari]	{p _k × [a _{2k} - EV(V ₂)] ² } [(mil. dolari) ²]
(0)	(1)	(2)	(3)=(1) x (2)	(4)
Stabilitate			42	1010,80

relativă social-politică	70%	60		
Instabilitate social-politică moderată	20%	-25	-5	441,80
Instabilitate social-politică gravă	10%	-150	-15	2958,40
Total	100%	x	22	4411,00
Simbol total	$\sum_{k=1}^3 p_k$	x	$\sum_{k=1}^3 p_k \times a_{2k}$	$\sum_{k=1}^3 p_k \times [a_{2k} - EV(V_2)]^2$

c. Calculul coeficientului de variație pentru al treilea proiect

În Tabelul 5.8. este prezentat calculul varianței proiectului ISD₃. Se obține o valoare așteptată:

$$EV(V_3) = \sum_{k=1}^3 a_{3k} \times p_k = 11 \text{ mil. dolari}$$

Varianța proiectului ISD₃ are valoarea:

$$\sigma_{V_3}^2 = \sum_{k=1}^3 p_k \times [a_{3k} - EV(V_3)]^2 = 204 \text{ (mil. dolari)}^2$$

Este determinată, în continuare, abaterea medie pătratică a rezultatelor:

$$\sigma_{V_3} = \sqrt{\sigma_{V_3}^2} = \sqrt{204} = 14,28 \text{ mil. dolari.}$$

Tabelul 5.8. Determinarea varianței proiectului ISD₃

Stare a naturii	Probabilitate (p _k)	Profit (a _{3k}) [mil. dolari]	(p _k × a _{3k}) [mil. dolari]	{p _k × [a _{3k} - EV(V ₃)] ² } [(mil. dolari) ²]
(0)	(1)	(2)	(3)=(1) x (2)	(4)
Stabilitate relativă social-politică	70%	20	14	56,70
Instabilitate social-	20%	-5	-1	51,20

politică moderată				
Instabilitate social-politică gravă	10%	-20	-2	96,10
Total	100%	x	11	204
Simbol total	$\sum_{k=1}^3 p_k$	x	$\sum_{k=1}^3 p_k \times a_{3k}$	$\sum_{k=1}^3 p_k \times [a_{3k} - EV(V_3)]^2$

Rezultă, astfel, un coeficient de variație al rezultatelor:

$$CV_{V_3} = \frac{\sigma_{V_3}}{EV(V_3)} \times 100 = \frac{14,28}{11} \times 100 = 129,84\%$$

d. Calculul coeficientului de variație pentru al doilea proiect

În Tabelul 5.9. este prezentată determinarea varianței proiectului ISD₄. Valoarea așteptată a rezultatelor reprezintă:

$$EV(V_4) = \sum_{k=1}^3 a_{4k} \times p_k = 18,5 \text{ mil. dolari}$$

Se obține o varianță a rezultatelor:

$$\sigma_{V_4}^2 = \sum_{k=1}^3 p_k \times [a_{4k} - EV(V_4)]^2 = 695,25 \text{ (mil. dolari)}^2$$

Abaterea medie pătratică a rezultatelor reprezintă:

$$\sigma_{V_4} = \sqrt{\sigma_{V_4}^2} = \sqrt{695,25} = 26,37 \text{ mil. dolari.}$$

Coeficientul de variație a rezultatelor proiectului ISD₄ are valoarea:

$$CV_{V_4} = \frac{\sigma_{V_4}}{EV(V_4)} \times 100 = \frac{26,37}{18,5} \times 100 = 142,53\%$$

Tabelul 5.9. Determinarea varianței proiectului ISD₄

Stare a naturii	Probabilitate (p _k)	Profit (a _{4k}) [mil. dolari]	(p _k × a _{4k}) [mil. dolari]	{p _k × [a _{4k} - EV(V ₄)] ² } [(mil. dolari) ²]
(0)	(1)	(2)	(3)=(1) x (2)	(4)

Stabilitate relativă social-politică	70%	35	24,5	190,58
Instabilitate social-politică moderată	20%	-10	-2	162,45
Instabilitate social-politică gravă	10%	-40	-4	342,23
Total	100%	x	18,5	695,25
Simbol total	$\sum_{k=1}^3 p_k$	x	$\sum_{k=1}^3 p_k \times a_{4k}$	$\sum_{k=1}^3 p_k \times [a_{4k} - EV(V_4)]^2$

Managerii companiei vor alege, în aceste circumstanțe, proiectul ISD_1 care are cel mai mic coeficient de variație.

Aplicația rezolvată 5.4. Adoptarea unei decizii asupra investițiilor străine de portofoliu prin tehnica lexicografică

Managerii unui fond mutual decid asupra investițiilor de portofoliu într-o țară străină. Sunt vizate achizițiile acțiunilor a patru companii: A, B, C și D. Aceste proiecte sunt considerate concurențiale, iar rezultatele lor ar putea fi semnificativ influențate de patru stări ale economiei: recesiune, stabilitate, creștere moderată și boom. Estimările profiturilor celor patru proiecte, în raport cu cele patru stări ale naturii sunt prezentate în Tabelul 5.10.

Se cere să se identifice varianta decizională optimă prin tehnica lexicografică utilizând valoarea așteptată a rezultatelor drept criteriu principal și varianța drept criteriu secundar.

Tabelul 5.10. Profituri estimate pentru decizia de investiții străine de portofoliu

- mil. euro -

Stări ale naturii și probabilități				
	Recesiune (20%)	Stabilitate (30%)	Creștere moderată (40%)	Boom (10%)
Variante decizionale				
V_1 : investiție în acțiuni A	-10	40	61	107

V ₂ : investiție în acțiuni B	-40	20	70	120
V ₃ : investiție în acțiuni C	-30	10	40	125
V ₄ : investiție în acțiuni D	-20	30	71	117

Rezolvare:

a. Evaluarea utilității proiectelor pe baza valorii așteptate a rezultatelor

Prin intermediul formulei 5.1. sunt determinate valorile așteptate ale rezultatelor celor patru variante decizionale:

- pentru V₁:

$$EV(V_1) = \sum_{k=1}^4 a_{1k} \times p_k = (-10) \times 0,2 + 40 \times 0,3 + 61 \times 0,4 + 107 \times 0,1 = 45,1 \text{ mil. euro};$$

- pentru V₂:

$$EV(V_2) = \sum_{k=1}^4 a_{2k} \times p_k = (-40) \times 0,2 + 20 \times 0,3 + 70 \times 0,4 + 120 \times 0,1 = 38 \text{ mil. euro};$$

- pentru V₃:

$$EV(V_3) = \sum_{k=1}^4 a_{3k} \times p_k = (-30) \times 0,2 + 10 \times 0,3 + 40 \times 0,4 + 125 \times 0,1 = 25,5 \text{ mil. euro};$$

- pentru V₄:

$$EV(V_4) = \sum_{k=1}^4 a_{4k} \times p_k = (-20) \times 0,2 + 30 \times 0,3 + 71 \times 0,4 + 117 \times 0,1 = 45,1 \text{ mil. euro};$$

Au rezultat, astfel, două variante cu o valoare așteptată maximă a rezultatelor: V₁ și V₄. Acestea vor fi departajate, în etapa următoare, prin intermediul criteriului varianței.

b. Departajarea dintre proiectele A și D prin intermediul criteriului varianței rezultatelor

În Tabelul 5.11. este prezentat calculul varianței rezultatelor proiectului A (varianta V₁). Rezultă:

$$\sigma_{V_1}^2 = \sum_{k=1}^4 p_k \times [a_{1k} - EV(V_1)]^2 = 1099,29 \text{ (mil. euro)}^2$$

Tabelul 5.11. Calculul varianței rezultatelor proiectului A

Stare a naturii	Probabilitate (p_k)	Profit (a_{1k}) [mil. euro]	$p_k \times [a_{1k} - EV(V_1)]^2$ [(mil. euro) ²]
Recesiune	20%	-10	607,202
Stabilitate	30%	40	7,803
Creștere moderată	40%	61	101,124
Boom	10%	107	383,161
Total	100%	x	1099,29
Simbol total	$\sum_{k=1}^4 p_k$	x	$\sum_{k=1}^4 p_k \times [a_{1k} - EV(V_1)]^2$

În urma unor calcule similare, prezentate în Tabelul 5.12., rezultă pentru proiectul D (varianta V_4) o varianță a rezultatelor:

$$\sigma_{V_4}^2 = \sum_{k=1}^4 p_k \times [a_{4k} - EV(V_4)]^2 = 1701,29 \text{ (mil. euro)}^2$$

Tabelul 5.12. Calculul varianței rezultatelor proiectului D

Stare a naturii	Probabilitate (p_k)	Profit (a_{4k}) [mil. euro]	$p_k \times [a_{4k} - EV(V_4)]^2$ [(mil. euro) ²]
Recesiune	20%	-40	847.602
Stabilitate	30%	20	68.403
Creștere moderată	40%	70	268.324
Boom	10%	120	516.961
Total	100%	x	1701.29
Simbol total	$\sum_{k=1}^4 p_k$	x	$\sum_{k=1}^4 p_k \times [a_{4k} - EV(V_4)]^2$

Putem presupune că, dintre cele două căi de acțiune, va fi aleasă cea mai puțin riscantă (cu o varianță mai mică) adică proiectul A.

Aplicația rezolvată 5.5. Adoptarea unei decizii asupra unei plăți în valută prin tehnica scorului mediu ponderat

Conducerea unei firme importatoare analizează riscul valutar aferent unei obligații de plată de 200000 de euro, scadentă peste două luni. Au fost luate în considerare trei modalități de a achita contravaloarea mărfurilor importate:

- o plată la data scadenței, la cursul la vedere din acea zi;
- o plată anticipată, la cursul la vedere din ziua analizei, care reprezintă 4.41 lei/euro;
- utilizarea unei opțiuni valutare.

Tabelul 5.13. Fluxuri monetare estimate pentru o plată în valută

- mii lei -

Variante decizionale Stări ale naturii și probabilități	V ₁ : plată la data scadenței	V ₂ : plată anticipată	V ₃ : opțiune valutară
S=4,2 (P ₁ =10%)	-840	-882	-844
S=4,3 (P ₂ =20%)	-860	-882	-864
S=4,4 (P ₃ =40%)	-880	-882	-884
S=4,5 (P ₂ =20%)	-900	-882	-888
S=4,6 (P ₁ =10%)	-920	-882	-888

S-a estimat că în ziua scadentă a plății cursul valutar la vedere (S) se va încadra în intervalul [4,2; 4,6] lei/euro. Drept stări ale naturii au fost alese cinci valori ale cursului valutar din acest interval, pentru care au fost determinate probabilitățile și valorile fluxurilor monetare prezentate în Tabelul 5.13. Se cere să se identifice varianta optimă de plată prin intermediul scorului mediu ponderat luând în calcul următoarele criterii:

- valoarea așteptată a fluxurilor monetare, cu un coeficient de importanță de 0,60;
- varianța fluxurilor monetare, cu un coeficient de importanță de 0,40.

Rezolvare:

a. Calculul valorii așteptate și varianței rezultatelor căii de acțiune V_1 (plată la data scadenței)

În Tabelul 5.14. este prezentată determinarea valorii așteptate și varianței rezultatelor variantei V_1 .

Tabelul 5.14. Calculul valorii așteptate și varianței rezultatelor variantei V_1

Stare a naturii	Probabilitate (p_k)	Flux monetar (a_{1k}) [mii lei]	$(p_k \times a_{1k})$ [mii lei]	$\{p_k \times [a_{1k} - EV(V_1)]^2\}$ [(mii lei) ²]
(0)	(1)	(2)	(3)=(1) x (2)	(4)
S=4,2	10%	-840	-84	160
S=4,3	20%	-860	-172	80
S=4,4	40%	-880	-352	0
S=4,5	20%	-900	-180	80
S=4,6	10%	-920	-92	160
Total	100%	x	-880	480
Simbol total	$\sum_{k=1}^5 p_k$	x	$\sum_{k=1}^5 a_{1k} \times p_k$	$\sum_{k=1}^5 p_k \times [a_{1k} - EV(V_1)]^2$

Valoarea așteptată a rezultatelor variantei V_1 reprezintă:

$$EV(V_1) = \sum_{k=1}^5 a_{1k} \times p_k = -880 \text{ mii lei.}$$

Se obține o valoare a varianței:

$$\sigma_{V_1}^2 = \sum_{k=1}^5 p_k \times [a_{1k} - EV(V_1)]^2 = 480 \text{ (mii lei)}^2.$$

b. Calculul valorii așteptate și varianței rezultatelor căii de acțiune V_2 (plată anticipată)

Tabelul 5.15. Calculul valorii așteptate și varianței rezultatelor variantei V_2

Stare a naturii	Probabilitate (p_k)	Flux monetar (a_{2k}) [mii lei]	$(p_k \times a_{2k})$ [mii lei]	$\{p_k \times [a_{2k} - EV(V_2)]^2\}$ [(mii lei) ²]
(0)	(1)	(2)	(3)=(1) x (2)	(4)
S=4,2	10%	-882	-88,2	0
S=4,3	20%	-882	-176,4	0
S=4,4	40%	-882	-352,8	0
S=4,5	20%	-882	-176,4	0
S=4,6	10%	-882	-88,2	0
Total	100%	x	-882	0
Simbol total	$\sum_{k=1}^5 p_k$	x	$\sum_{k=1}^5 a_{2k} \times p_k$	$\sum_{k=1}^5 p_k \times [a_{2k} - EV(V_2)]^2$

Este evident că, deoarece valorile fluxului monetar aferent plății sunt aceleași indiferent de starea naturii (Tabelul 5.15.), se obține o valoare așteptată a rezultatelor egală cu plata anticipată:

$$EV(V_2) = \sum_{k=1}^5 a_{12k} \times p_k = -882 \text{ mii lei.}$$

La fel de evident este că, în aceste condiții de perfectă omogenitate, valoarea varianței este nulă:

$$\sigma_{V_2}^2 = \sum_{k=1}^5 p_k \times [a_{2k} - EV(V_2)]^2 = 0 \text{ (mii lei)}^2.$$

c. Calculul valorii așteptate și varianței rezultatelor căii de acțiune V_3 (utilizarea unei opțiuni valutare)

Tabelul 5.16. Calculul valorii așteptate și varianței rezultatelor variantei V_3

Stare a naturii	Probabilitate (p_k)	Flux monetar (a_{3k}) [mii lei]	$(p_k \times a_{3k})$ [mii lei]	$\{p_k \times [a_{3k} - EV(V_3)]^2\}$ [(mii lei) ²]
(0)	(1)	(2)	(3)=(1) x (2)	(4)
S=4,2	10%	-844	-84,4	110,224
S=4,3	20%	-864	-172,8	34,848
S=4,4	40%	-884	-353,6	18,496
S=4,5	20%	-888	-177,6	23,328
S=4,6	10%	-888	-88,8	11,664
Total	100%	x	-877,2	198,56
Simbol total	$\sum_{k=1}^5 p_k$	x	$\sum_{k=1}^5 a_{3k} \times p_k$	$\sum_{k=1}^5 p_k \times [a_{3k} - EV(V_3)]^2$

Valoarea așteptată a rezultatelor variantei V_3 , al cărei calcul este descris în Tabelul 5.16., reprezintă:

$$EV(V_3) = \sum_{k=1}^5 a_{3k} \times p_k = -877,2 \text{ mii lei.}$$

Se obține o valoare a varianței:

$$\sigma_{V_3}^2 = \sum_{k=1}^5 p_k \times [a_{3k} - EV(V_3)]^2 = 198,56 \text{ (mii lei)}^2.$$

d. Normalizarea consecințelor decizionale

Tabelul 5.17. Calculul consecințelor normalizate în raport cu criteriul valorii așteptate a fluxurilor monetare

Indicator Variantă decizională	Consecință în raport cu criteriul valorii așteptate a fluxurilor monetare (a_{i1}) [mii lei]	Consecință normalizată în raport cu criteriul valorii așteptate a fluxurilor monetare (a_{i1}^n)
V ₁ : plată la data scadenței	-880	0,417
V ₂ : plată anticipată	-882	0
V ₃ : opțiune valutară	-877,2	1
Cea mai favorabilă consecință	-877,2	x
Cea mai nefavorabilă consecință	-882	x

Normalizarea consecințelor decizionale în raport cu criteriul valorii așteptate a fluxurilor monetare este prezentată în Tabelul 5.17. Cel mai nefavorabil rezultat, pentru care este atribuită valoarea 0, corespunde variantei V₂, iar cel mai favorabil, căruia i se atribuie valoarea 1, corespunde variantei V₃. Între valorile așteptate ale fluxurilor monetare și cele ale utilității acestora poate fi stabilită o legătură directă astfel încât consecința normalizată a variantei V₁ va fi determinată prin relația 5.8:

$$a_{11}^n = \frac{a_{11} - \min(a^1)}{\max(a^1) - \min(a^1)} = \frac{-880 - (-882)}{-877,2 - (-882)} = 0,417$$

Tabelul 5.18. Calculul consecințelor normalizate în raport cu criteriul varianței fluxurilor monetare

Indicator	Consecință în raport cu criteriul varianței fluxurilor monetare (a_{i2}) [(mii lei) ²]	Consecință normalizată în raport cu criteriul varianței fluxurilor monetare (a_{i2}^n)
V ₁ : plată la data scadenței	480	0
V ₂ : plată anticipată	0	1
V ₃ : opțiune valutară	198,56	0,586
Cea mai favorabilă consecință	0	x
Cea mai nefavorabilă consecință	480	x

În Tabelul 5.18. este prezentată normalizarea consecințelor decizionale în raport cu criteriul varianței fluxurilor monetare. Atribuim valorile 0 și 1 celui mai nefavorabil (variantea V₁), respectiv, celui mai favorabil (variantea V₂) rezultat. Între valorile consecințelor decizionale și utilitățile acestora poate fi stabilită o legătură inversă: cu cât crește dispersia fluxurilor monetare cu atât scade utilitatea variantelor decizionale. În aceste circumstanțe vom determina consecințele normalizate ale variantei V₃ prin relația 5.9:

$$a_{32}^n = \frac{\max(a^2) - a_{32}}{\max(a^2) - \min(a^2)} = \frac{480 - 198,56}{480 - 0} = 0,586$$

e. Identificarea variantei optime prin intermediul scorului mediu ponderat

Prin intermediul formulei (5.10) determinăm valorile scorului mediu ponderat pentru cele trei variante:

- Pentru varianta V₁:

$$S_{V_1}^{mp} = \sum_{j=1}^2 w_j \times a_{1j}^n = 0,6 \times 0,417 + 0,4 \times 0 = 0,25$$

- Pentru varianta V₂:

$$S_{V_2}^{mp} = \sum_{j=1}^2 w_j \times a_{2j}^n = 0,6 \times 0 + 0,4 \times 1 = 0,4$$

- Pentru varianta V₃:

$$S_{V_3}^{mp} = \sum_{j=1}^2 w_j \times a_{3j}^n = 0,6 \times 1 + 0,4 \times 0,586 = 0,835$$

Rezultă că soluția optimă corespunde variantei V_3 : utilizarea unei opțiuni valutare.

Aplicația rezolvată 5.6. Identificarea volumului optim al producției în condiții de incertitudine

Conducerea unei firme decide asupra volumului producției unui bun comercializat pe o piață străină.

Conducerea unei firme are de ales între trei variante ale volumului producției unui bun comercializat pe o piață străină:

- volum mic al producției;
- volum mediu al producției;
- volum mare al producției.

A fost întreprins un studiu de marketing care a estimat profiturile celor trei variante în raport cu trei niveluri ale cererii:

- cerere redusă;
- cerere moderată;
- cerere înaltă (rezultatele studiului sunt prezentate în Tabelul 5.19.).

Se cere să se identifice varianta optimă a nivelului producției prin intermediul criteriilor:

- criteriul maximin (Wald);
- criteriul maximax;
- criteriul optimist-pesimist (Hurwicz), cu un coeficient de optimism $\alpha_0 = 0,7$;
- criteriul minimizării regretelor (Savage);
- criteriul verosimilității maxime, considerând că nivelul mediu al cererii are cele mai mari șanse de realizare;
- criteriul șanselor egale (Laplace).

Tabelul 5.19. Profituri estimate ale variantelor în raport cu cele trei niveluri ale cererii

- mii euro –

Stări ale naturii	Cerere redusă	Cerere moderată	Cerere înaltă
-------------------	---------------	-----------------	---------------

Variante decizionale			
V ₁ : volum mic al producției	200	200	200
V ₂ : volum mediu al producției	20	300	300
V ₃ : volum mare al producției	-100	150	400

Rezolvare:

a. Identificarea volumului optim al producției prin criteriul maximin

Începem prin a identifica, pentru fiecare variantă decizională, cel mai nefavorabil rezultat:

- pentru V₁: 200 mii euro;
- pentru V₂: 20 mii euro;
- pentru V₃: -100 mii euro.

Alegem din această mulțime, cel mai favorabil rezultat, care corespunde variantei V₁.

b. Determinarea volumului optim al producției prin criteriul maximax

De această dată determinăm, pentru fiecare variantă decizională, cel mai favorabil rezultat:

- pentru V₁: 200 mii euro;
- pentru V₂: 300 mii euro;
- pentru V₃: 400 mii euro.

Alegem cel mai favorabil rezultat al acestei mulțimi, care corespunde variantei V₃.

c. Stabilirea volumului optim al producției prin criteriul optimist-pesimist

Calculăm pentru fiecare variantă decizională, prin intermediul relației 5.12., mediile dintre cele mai favorabile și mai nefavorabile rezultate, ponderate cu coeficienți ai atitudinii față de risc:

- pentru V₁: $a_1^{o-p} = \alpha_o \times a_1^o + (1 - \alpha_o) \times a_1^p = 200 \times 0,7 + 200 \times (1 - 0,7) = 200$ mii euro;
- pentru V₂: $a_2^{o-p} = \alpha_o \times a_2^o + (1 - \alpha_o) \times a_2^p = 300 \times 0,7 + 20 \times (1 - 0,7) = 216$ mii euro;

- pentru V_3 : $a_3^{o-p} = \alpha_o \times a_3^o + (1 - \alpha_o) \times a_3^p = 400 \times 0,7 + (-100) \times (1 - 0,7) = 250$ mii euro.

Se alege varianta V_3 pentru care a rezultat cea mai mare utilitate a rezultatelor.

d. Determinarea volumului optim al producției prin criteriul minimizării regretelor

Stabilim, pentru început, regretele asociate consecințelor decizionale (Tabelul 5.20).

Identificăm, apoi, pentru fiecare variantă decizională, nivelul maxim al regretelor:

- pentru V_1 : 200 mii euro;
- pentru V_2 : 180 mii euro;
- pentru V_3 : 300 mii euro.

Cel mai mic dintre regretele maxime corespunde variantei V_2 .

Tabelul 5.20. Matricea regretelor pentru o decizie asupra volumului producției

- mii. euro -

Stări ale naturii	Cerere redusă	Cerere moderată	Cerere înaltă
Variante decizionale			
V_1 : volum mic al producției	$200 - 200 = 0$	$300 - 200 = 100$	$400 - 200 = 200$
V_2 : volum mediu al producției	$200 - 20 = 180$	$300 - 300 = 0$	$400 - 300 = 100$
V_3 : volum mare al producției	$200 - (-100) = 300$	$300 - 150 = 150$	$400 - 400 = 0$

e. Identificarea volumului optim al producției prin criteriul verosimilității maxime

Pentru situația unei cereri moderate s-ar înregistra următoarele rezultate:

- pentru V_1 : 200 mii euro;
- pentru V_2 : 300 mii euro;
- pentru V_3 : 150 mii euro.

Cel mai favorabil rezultat corespunde variantei V_2 .

f. Calculul volumului optim al producției prin criteriul șanselor egale

Începem prin a atribui probabilități egale celor trei stări ale naturii:

$$p(SN_1) = p(SN_2) = p(SN_3) = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33$$

Calculăm, în continuare, valorile așteptate ale celor trei variante decizionale:

$$\text{- pentru } V_1: EV(V_1) = \frac{1}{3} \sum_{k=1}^3 a_{1k} = \frac{1}{3} \times (200 + 200 + 200) = 200 \text{ mii euro};$$

$$\text{- pentru } V_2: EV(V_2) = \frac{1}{3} \sum_{k=1}^3 a_{2k} = \frac{1}{3} \times (20 + 300 + 300) = 206,67 \text{ mii euro};$$

$$\text{- pentru } V_3: EV(V_3) = \frac{1}{3} \sum_{k=1}^3 a_{3k} = \frac{1}{3} \times [(-100) + 150 + 400] = 150 \text{ mii euro}.$$

Este aleasă varianta V_2 pentru care s-a obținut cea mai mare valoare așteptată a rezultatelor.

Aplicația rezolvată 5.7. Adoptarea unei decizii, prin intermediul scorului mediu ponderat, asupra investițiilor străine directe expuse riscului politic

Managerii unei companii multinaționale decid asupra înființării unei filiale într-o țară în curs de dezvoltare în anul 2016. Au fost luate în considerare trei proiecte concurențiale din trei state diferite: A, B și C, fiecare dintre acestea fiind prevăzută să dureze zece ani. Pentru fundamentarea deciziei au fost estimate, inițial, fluxurile monetare ale acestor variante de investiții străine directe în situația stabilității politice (Tabelul 5.21). Au fost identificate, totodată, unele amenințări semnificative din direcția mediului politic:

- pentru țara A, a fost identificată, cu o probabilitate de 10%, amenințarea ca în anul 2019 alegerile să fie câștigate de un partid de extremă stânga, care să naționalizeze investiția fără a oferi despăgubiri;

- pentru țara B, a fost asociată o probabilitate de 15% pentru amenințarea declanșării, unui conflict militar cu un stat vecin, în anul 2020, ceea ce va reduce cu 25% fluxurile monetare de intrare din anii următori;

- pentru țara C, a fost identificată, cu o probabilitate de 33%, amenințarea ca în perioada 2021 – 2024 guvernarea să fie exercitată de o coaliție de forțe naționaliste care va adopta o atitudine ostilă față de investițiile străine ceea ce va majora cu 10% fluxurile monetare de intrare.

Tabelul 5.21. Fluxuri monetare estimate pentru cele trei proiecte de investiții

- mil. euro -

An	Proiect țara A		Proiect țara B		Proiect țara C	
	FM intrare	FM ieșire	FM intrare	FM ieșire	FM intrare	FM ieșire
	$(FM_t^{in,A})$	$(FM_t^{out,A})$	$(FM_t^{in,B})$	$(FM_t^{out,B})$	$(FM_t^{in,C})$	$(FM_t^{out,C})$
2016	0,00	30,00	0,00	28,00	0,00	25,00
2017	16,00	12,00	14,00	11,00	11,00	8,00
2018	16,80	12,24	14,98	11,22	11,55	8,16
2019	17,64	12,48	16,03	11,48	12,36	8,35
2020	18,52	12,73	17,15	11,74	13,22	8,54
2021	19,45	12,99	18,35	12,01	14,15	8,88
2022	20,42	13,25	19,64	12,29	15,14	9,08
2023	21,44	13,51	21,13	12,57	16,29	9,29
2024	22,51	13,78	22,73	12,86	17,53	9,51
2025	23,64	14,06	24,46	13,16	18,86	9,73

Rentabilitatea acestor proiecte este evaluată pe baza valorii prezente nete (NPV) cu rate de actualizare stabilite în funcție de riscurile aferente:

- pentru țara A, $a_A = 11\%$;
- pentru țara B, $a_B = 12\%$;
- pentru țara C, $a_C = 12\%$.

Se cere să se identifice varianta optimă de investiție prin intermediul scorului mediu ponderat luând în calcul următoarele criterii:

- valoarea așteptată a NPV, cu un coeficient de importanță de 0,75;
- varianța NPV, cu un coeficient de importanță de 0,25.

Rezolvare:

a. Calculul indicatorilor rentabilității și riscului pentru investiția în țara A

a1. Determinarea NPV în condiții de stabilitate politică

Tabelul 5.22. Determinarea fluxurilor monetare nete actualizate ale investiției în țara A pentru situația stabilității politice

An	FM intrare ($FM_t^{in,A}$) [mil. euro]	FM ieșire ($FM_t^{out,A}$) [mil. euro]	FM net (FMN_t^A) [mil. euro]	Indice numeric afereant anului (t)	Factor de actualizare (Fa_t) [mil. euro]	Flux monetar net actualizat ($FMNA_t^{1,A}$) [mil. euro]
(0)	(1)	(2)	(3) = (1) - (2)	(4)	(5)	(6) = (3) x (5)
2016	0,00	30,00	-30,00	0	1,0000	-30,000
2017	16,00	12,00	4,00	1	0,9009	3,604
2018	16,80	12,24	4,56	2	0,8116	3,701
2019	17,64	12,48	5,16	3	0,7312	3,769
2020	18,52	12,73	5,79	4	0,6587	3,812
2021	19,45	12,99	6,46	5	0,5935	3,833
2022	20,42	13,25	7,17	6	0,5346	3,834
2023	21,44	13,51	7,93	7	0,4817	3,818
2024	22,51	13,78	8,73	8	0,4339	3,788
2025	23,64	14,06	9,58	9	0,3909	3,745
Total	x	x	x	x	x	3,905
Simbol total	x	x	x	x	x	$\sum_{t=0}^N FMNA_t^{1,A}$

Valorile fluxurilor monetare nete actualizate în cazul stabilității politice sunt prezentate în Tabelul 5.22. Însușind aceste fluxuri rezultă o valoare prezentă netă:

$$NPV_A^1 = \sum_{t=0}^N FMNA_t^{1,A} = 3,905 \text{ mil. euro.}$$

a2. Determinarea NPV în cazul naționalizării

În cazul naționalizării fluxurile monetare vor înceta în anul 2019 (Tabelul 5.23). Se obține, astfel, o valoare prezentă netă negativă:

$$NPV_A^2 = \sum_{t=0}^N FMNA_t^{2,A} = -18.926 \text{ mil. euro.}$$

Tabelul 5.23. Determinarea fluxurilor monetare nete actualizate ale investiției în țara A pentru situația naționalizării

An	FM intrare	FM ieșire	FM net	Indice	Factor de	Flux monetar
----	------------	-----------	--------	--------	-----------	--------------

	$(FM_t^{in,A})$ [mil. euro]	$(FM_t^{out,A})$ [mil. euro]	(FMN_t^A) [mil. euro]	numeric afere anului (t)	actualizare (Fa) [mil. euro]	net actualizat $(FMNA_t^{2,A})$ [mil. euro]
(0)	(1)	(2)	(3) = (1) - (2)	(4)	(5)	(6) = (3) x (5)
2016	0,00	30,00	-30,00	0	1,0000	-30,000
2017	16,00	12,00	4,00	1	0,9009	3,604
2018	16,80	12,24	4,56	2	0,8116	3,701
2019	17,64	12,48	5,16	3	0,7312	3,769
Total	x	x	x	x	x	-18,926
Simbol total	x	x	x	x	x	$\sum_{t=0}^N FMNA_t^{2,A}$

a3. Determinarea valorii așteptate și a coeficientului de variație asociate investiției în țara A

Determinarea valorii așteptate și a varianței NPV este prezentată în Tabelul 5.24.

Valoarea așteptată reprezintă:

$$EV(V_A) = \sum_{k=1}^2 p_k \times NPV_A^k = 1,622 \text{ mil. euro.}$$

Varianța NPV are valoarea:

$$\sigma_{NPV_A}^2 = \sum_{k=1}^2 p_k \times [NPV_A^k - EV(NPV_A^k)]^2 = 46,912 \text{ (mil. euro)}^2$$

Se obține, astfel, o abatere medie pătratică a NPV:

$$\sigma_{NPV_A} = \sqrt{\sigma_{NPV_A}^2} = \sqrt{46,912} = 6,849 \text{ mil. euro.}$$

Coeficientul de variație a NPV reprezintă:

$$CV_{NPV_A} = \frac{\sigma_{NPV_A}}{EV(NPV_A)} \times 100 = \frac{6,849}{1,622} \times 100 = 422,34\%$$

Tabelul 5.24. Calculul valorii așteptate și a varianței NPV pentru investiția din țara A

Stare a naturii	Probabilitate (p _k)	NPV _A ^k [mil. euro]	p _k × NPV _A ^k [mil. euro]	p _k × [NPV _A ^k - EV(NPV _A)] ² [(mil. euro) ²]
(0)	(1)	(2)	(3) = (1) x (2)	(4)
Stabilitate politică	90%	3,905	3,514	4,691
Naționalizare	10%	-18,926	-1,893	42,221
Total	100%	x	1,622	46,912
Simbol total	$\sum_{k=1}^n p_k$	x	$\sum_{k=1}^n p_k \times NPV_A^k$	$\sum_{k=1}^n p_k \times [NPV_A^k - EV(NPV_A^k)]^2$

b. Calculul indicatorilor rentabilității și riscului pentru investiția în țara B

b1. Determinarea NPV în condiții de stabilitate politică

În Tabelul 5.25 este prezentată determinarea fluxurilor monetare actualizate ale investiției în țara B în condiții de stabilitate politică. Prin însumarea acestora este obținută o valoare prezentă netă:

$$NPV_B^1 = \sum_{t=0}^N FMNA_t^{1,B} = 3,607 \text{ mil. euro.}$$

Tabelul 5.25. Determinarea fluxurilor monetare nete actualizate ale investiției în țara B în condiții de stabilitate politică

An	FM intrare (FM _t ^{in,B}) [mil. euro]	FM ieșire (FM _t ^{out,B}) [mil. euro]	FM net (FMN _t ^B) [mil. euro]	Indice numeric aferent anului (t)	Factor de actualizare (Fa _t) [mil. euro]	Flux monetar net actualizat (FMNA _t ^{1,B}) [mil. euro]
(0)	(1)	(2)	(3) = (1) - (2)	(4)	(5)	(6) = (3) x (5)
2016	0,00	28,00	-28,00	0	1,0000	-28,000

2017	14,00	11,00	3,00	1	0,8929	2,679
2018	14,98	11,22	3,76	2	0,7972	2,997
2019	16,03	11,48	4,55	3	0,7118	3,239
2020	17,15	11,74	5,41	4	0,6355	3,437
2021	18,35	12,01	6,34	5	0,5674	3,597
2022	19,64	12,29	7,35	6	0,5066	3,722
2023	21,13	12,57	8,56	7	0,4523	3,871
2024	22,73	12,86	9,87	8	0,4039	3,988
2025	24,46	13,16	11,31	9	0,3606	4,077
Total	x	x	x	x	x	3,607
Simbol total	x	x	x	x	x	$\sum_{t=0}^N FMNA_t^{1,B}$

b2. Determinarea NPV în cazul unui conflict militar

În situația unui conflict militar cu un stat vecin fluxurile monetare de intrare din perioada 2020 – 2025 se vor diminua cu 25%. În Tabelul 5.26 sunt prezentate fluxurile monetare nete actualizate rezultate în această situație. Se obține, prin însumarea acestora, o valoare prezentă netă negativă:

$$NPV_B^2 = \sum_{t=0}^N FMNA_t^{2,B} = -11.098 \text{ mil. euro.}$$

Tabelul 5.26. Determinarea fluxurilor monetare nete actualizate ale investiției în țara B în cazul unui conflict militar

An	FM intrare ($FM_t^{in,B}$) [mil. euro]	FM ieșire ($FM_t^{out,B}$) [mil. euro]	FM net (FMN_t^B) [mil. euro]	Indice numeric aferent anului (t)	Factor de actualizare (Fa_t) [mil. euro]	Flux monetar net actualizat ($FMNA_t^{2,B}$) [mil. euro]
(0)	(1)	(2)	(3) = (1) - (2)	(4)	(5)	(6) = (3) x (5)
2016	0,00	28,00	-28,00	0	1,0000	-28,00
2017	14,00	11,00	3,00	1	0,8929	2,679
2018	14,98	11,22	3,76	2	0,7972	2,997

2019	16,03	11,48	4,55	3	0,7118	3,239
2020	12,86	11,74	1,12	4	0,6355	0,712
2021	13,76	12,01	1,75	5	0,5674	0,994
2022	14,73	12,29	2,44	6	0,5066	1,235
2023	15,85	12,57	3,27	7	0,4523	1,481
2024	17,05	12,86	4,19	8	0,4039	1,692
2025	18,35	13,16	5,19	9	0,3606	1,872
Total	x	x	x	x	x	-11,098
Simbol total	x	x	x	x	x	$\sum_{t=0}^N FMNA_t^{2,B}$

b3. Determinarea valorii așteptate și a coeficientului de variație asociate investiției în țara A

În Tabelul 5.27 este prezentată determinarea valorii așteptate și a varianței NPV. Valoarea așteptată a NPV reprezintă:

$$EV(V_B) = \sum_{k=1}^2 p_k \times NPV_B^k = 1,401 \text{ mil. euro}$$

Pentru varianța NPV se obține o valoare: $\sigma_{NPV_B}^2 = \sum_{k=1}^2 p_k \times [NPV_B^k - EV(NPV_B^k)]^2 = 27,751 \text{ (mil. euro)}^2$

Abaterea medie pătratică a NPV reprezintă:

$$\sigma_{NPV_B} = \sqrt{\sigma_{NPV_B}^2} = \sqrt{27,751} = 5,251 \text{ mil. euro.}$$

Coeficientul de variație al NPV are valoarea:

$$CV_{NPV_B} = \frac{\sigma_{NPV_B}}{EV(NPV_B)} \times 100 = \frac{5,251}{1,401} \times 100 = 374,73\%.$$

Tabelul 5.27. Calculul valorii așteptate și a varianței NPV pentru investiția din țara B

Stare a naturii	Probabilitate (pk)	NPV_B^k [mil.]	$p_k \times NPV_B^k$ [mil. euro]	$p_k \times [NPV_B^k - EV(NPV_B)]^2$ [(mil. euro) ²]
-----------------	--------------------	------------------	----------------------------------	--

		euro]		
(0)	(1)	(2)	(3) = (1) x (2)	(4)
Stabilitate politică	85%	3,607	3,066	4,136
Conflict militar	15%	-11,098	-1,665	23,435
Total	100%	x	1,401	27,571
Simbol total	$\sum_{k=1}^n p_k$	x	$\sum_{k=1}^n p_k \times NPV_B^k$	$\sum_{k=1}^n p_k \times [NPV_B^k - EV(NPV_B^k)]^2$

c. Calculul indicatorilor rentabilității și riscului pentru investiția în țara C

c1. Determinarea NPV în condiții de stabilitate politică

Fluxurile fluxurilor monetare nete actualizate sunt determinate prin intermediul Tabelului 5.28. Din însumarea acestora rezultă o valoare prezentă netă:

$$NPV_C^1 = \sum_{t=0}^N FMNA_t^{1,C} = 1,969 \text{ mil. euro.}$$

Tabelul 5.28. Determinarea fluxurilor monetare nete actualizate ale investiției în țara C în condiții de stabilitate politică

An	FM intrare ($FM_t^{in,C}$) [mil. euro]	FM ieșire ($FM_t^{out,C}$) [mil. euro]	FM net (FMN_t^C) [mil. euro]	Indice numeric aferent anului (t)	Factor de actualizare (Fa_t) [mil. euro]	Flux monetar net actualizat ($FMNA_t^{1,C}$) [mil. euro]
(0)	(1)	(2)	(3) = (1) - (2)	(4)	(5)	(6) = (3) x (5)
2016	0,00	25,00	-25,00	0	1,0000	-25,000
2017	11,00	8,00	3,00	1	0,8929	2,679
2018	11,55	8,16	3,39	2	0,7972	2,702
2019	12,36	8,35	4,01	3	0,7118	2,855

2020	13,22	8,54	4,68	4	0,6355	2,977
2021	14,15	8,88	5,27	5	0,5674	2,990
2022	15,14	9,08	6,06	6	0,5066	3,068
2023	16,29	9,29	7,00	7	0,4523	3,165
2024	17,53	9,51	8,02	8	0,4039	3,240
2025	18,86	9,73	9,13	9	0,3606	3,294
Total	x	x	x	x	x	1,969
Simbol total	x	x	x	x	x	$\sum_{t=0}^N FMNA_t^{1,C}$

c2. Determinarea NPV în cazul unei atitudini ostile a guvernanților

În situația unei atitudini ostile a guvernanților fluxurile monetare de intrare vor scădea cu 10% în perioada 2021 – 2024 (Tabelul 5.29). Din însumarea fluxurilor monetare actualizate astfel obținute rezultă o valoare prezentă netă negativă:

$$NPV_C^2 = \sum_{t=0}^N FMNA_t^{2,C} = -0,150 \text{ mil. euro.}$$

Tabelul 5.29. Determinarea fluxurilor monetare nete actualizate ale investiției în țara C în cazul unei atitudini ostile a guvernanților

An	FM intrare ($FM_t^{in,C}$) [mil. euro]	FM ieșire ($FM_t^{out,C}$) [mil. euro]	FM net (FMN_t^C) [mil. euro]	Indice numeric aferent anului (t)	Factor de actualizare (Fa_t) [mil. euro]	Flux monetar net actualizat ($FMNA_t^{2,C}$) [mil. euro]
(0)	(1)	(2)	(3) = (1) - (2)	(4)	(5)	(6) = (3) x (5)
2016	0,00	25,00	-25,00	0	1,0000	-25,000
2017	11,00	8,00	3,00	1	0,8929	2,679
2018	11,55	8,16	3,39	2	0,7972	2,702
2019	12,36	8,35	4,01	3	0,7118	2,855
2020	13,22	8,54	4,68	4	0,6355	2,977
2021	14,15	9,77	4,38	5	0,5674	2,486

2022	15,14	9,99	5,15	6	0,5066	2,608
2023	16,29	10,22	6,07	7	0,4523	2,745
2024	17,53	10,46	7,07	8	0,4039	2,856
2025	18,86	10,70	8,16	9	0,3606	2,943
Total	x	x	x	x	x	-0,150
Simbol total	x	x	x	x	x	$\sum_{t=0}^N FMNA_t^{2,C}$

c3. Determinarea valorii așteptate și a coeficientului de variație asociate investiției în țara C

Valoarea așteptată și varianța NPV sunt calculate prin intermediul Tabelului 5.30.

Rezultă, astfel, o valoare așteptată:

$$EV(V_C) = \sum_{k=1}^2 p_k \times NPV_C^k = 1,270 \text{ mil. euro.}$$

Varianța NPV reprezintă:

$$\sigma_{NPV_C}^2 = \sum_{k=1}^2 p_k \times [NPV_C^k - EV(NPV_C^k)]^2 = 0,993 \text{ (mil. euro)}^2$$

Rezultă o valoare a abaterii medii pătratice a NPV:

$$\sigma_{NPV_C} = \sqrt{\sigma_{NPV_C}^2} = \sqrt{0,993} = 0,996 \text{ mil. euro.}$$

Se obține, astfel, un coeficient de variație al NPV:

Tabelul 5.30. Calculul valorii așteptate și a varianței NPV pentru investiția din țara C

Stare a naturii	Probabilitate (pk)	NPV_C^k [mil. euro]	$p_k \times NPV_C^k$ [mil. euro]	$p_k \times [NPV_C^k - EV(NPV_C)]^2$ [(mil. euro)2]
(0)	(1)	(2)	(3) = (1) x (2)	(4)
Stabilitate politică	67%	1,969	1,320	0,328
Conflict militar	33%	-0,150	-0,049	0,665
Total	100%	x	1,270	0,993
Simbol	$\sum_{k=1}^n p_k$	x	$\sum_{k=1}^n p_k \times NPV_C^k$	$\sum_{k=1}^n p_k \times [NPV_C^k - EV(NPV_C)]^2$

total				
-------	--	--	--	--

$$CV_{NPV_c} = \frac{\sigma_{NPV_c}}{EV(NPV_c)} \times 100 = \frac{0,996}{1,270} \times 100 = 78,46\%$$

d. Alegerea variantei optime

d1. Determinarea valorilor normalizate în raport cu valoarea așteptată a NPV

În Tabelul 5.31. este prezentată normalizarea consecințelor în raport cu valoarea așteptată a NPV. Cel mai nefavorabil rezultat, căruia i se atribuie valoarea 0, corespunde investiției în țara C iar cel mai favorabil rezultat, căruia i se atribuie valoarea 1, corespunde investiției în țara A. Consecința normalizată în raport cu criteriul valorii așteptate a NPV a investiției în țara B este calculată prin relația:

$$EV(NPV_2^n) = \frac{EV(NPV_2) - \min(EV(NPV_i))}{\max(EV(NPV_i)) - \min(EV(NPV_i))} = \frac{1401 - 1270}{1622 - 1270} = 0,372$$

Tabelul 5.31. Calculul consecințelor normalizate în raport cu criteriul valorii așteptate a NPV

Indicator Variantă decizională	Consecință în raport cu criteriul valorii așteptate a NPV ($EV(NPV_i)$) [mii lei]	Consecință normalizată în raport cu criteriul valorii așteptate a NPV ($EV(NPV_i^n)$)
Investiție în țara A	1,622	1
Investiție în țara B	1,401	0,372
Investiție în țara C	1,270	0
Cea mai favorabilă consecință	1,622	x
Cea mai nefavorabilă consecință	1,270	x

d2. Determinarea valorilor normalizate în raport cu coeficientul de variație al NPV

Între valoarea coeficientului de variație și utilitatea variantelor decizionale poate fi stabilită o legătură inversă: cu cât coeficientul de variație este mai mare cu atât utilitatea este mai mare. În aceste circumstanțe, cel mai nefavorabil rezultat, căruia i se atribuie valoarea 0, corespunde investiției în țara A iar cel mai favorabil rezultat, căruia i se atribuie valoarea 1, corespunde investiției în țara C (Tabelul 5.32.). Pentru investiția în țara B consecința normalizată în raport cu criteriul coeficientului de variație al NPV este determinată prin formula:

$$CV_{NPV_2}^n = \frac{\max(CV_{NPV_1}) - CV_{NPV_2}}{\max(CV_{NPV_1}) - \min(CV_{NPV_1})} = \frac{422,34\% - 374,73\%}{422,34\% - 78,46\%} = 0,138$$

Tabelul 5.32. Calculul consecințelor normalizate în raport cu criteriul coeficientului de variație al NPV

Indicator	Consecință normalizată în raport cu criteriul coeficientului de variație al NPV (CV_{NPV_i})	Consecință normalizată în raport cu criteriul coeficientului de variație al NPV ($CV_{NPV_i}^n$)
Investiție în țara A	422,34%	0
Investiție în țara B	374,73%	0,138
Investiție în țara C	78,46%	1
Cea mai favorabilă consecință	78,46%	x
Cea mai nefavorabilă consecință	422,34%	x

d3. Determinarea scorurilor medii ponderate ale variantelor decizionale

Pe baza consecințelor normalizate și a coeficienților de importanță ale celor două criterii decizionale sunt calculate scorurile medii ponderate ale celor trei variante de investiții:

- pentru investiția în țara A:
- $S_{V_1}^{mp} = w_{EV} \times EV(NPV_1^n) + w_{CV} \times CV_{NPV_1} = 0,75 \times 1 + 0,25 \times 0 = 0,75$
- pentru investiția în țara B:
- $S_{V_2}^{mp} = w_{EV} \times EV(NPV_2^n) + w_{CV} \times CV_{NPV_2} = 0,75 \times 0,372 + 0,25 \times 0,138 = 0,314$
- pentru investiția în țara C:

$$- S_{V_3}^{mp} = w_{EV} \times EV(NPV_3^n) + w_{CV} \times CV_{NPV_3} = 0,75 \times 0 + 0,25 \times 1 = 0,25$$

Se alege, astfel, investiția în țara A pentru care a rezultat cel mai mare scor mediu ponderat.

Aplicația rezolvată 5.8. Adoptarea deciziei asupra volumului producției în prezența riscului de cerere și a riscului valutar

Managerii unei firme exportatoare din România decid asupra volumului producției unui sortiment comercializat în Germania. Un studiu de piață a estimat că cererea pentru acest sortiment se va încadra între două niveluri:

- un nivel redus, ce corespunde unui volum al vânzărilor $Q_{c1} = 20000$ de bucăți;
- un nivel înalt, ce corespunde unui volum al vânzărilor $Q_{c2} = 50000$ de bucăți.

În raport cu aceste valori au fost luate în considerare două variante ale volumului producției:

- varianta V_1 : volum mic al producției $Q_{p1} = 20000$ de bucăți;
- varianta V_2 : volum mare al producției $Q_{p2} = 50000$ de bucăți.

Pentru aprecierea rentabilității comercializării acestui sortiment managerii utilizează următoarele informații:

- prețul unitar de vânzare reprezintă $p_u = 15$ euro/bucată;
- cheltuielile variabile unitare au fost estimate la valoarea $Ch_{vu} = 42$ lei/bucată;
- cheltuielile fixe au fost estimate la valoarea $Ch_f = 240000$ lei.

A fost realizată și o prognoză asupra cursului leu/euro la vedere la cumpărare care a indicat o valoare prognozată de 4,44 lei/euro și, pentru o probabilitate de 95%, intervalul de prognoză [4,24; 4,64].

Pentru situația în care o parte din producție nu va putea fi exportată au fost identificate două soluții de vânzare a surplusului:

- comercializarea pe plan intern, cu un preț unitar $pr_u = 35$ lei/bucată;
- exportul către parteneri din Austria, cu un preț unitar $pa_u = 7,75$ euro/bucată.

Se cere:

- să se determine valorile profitului celor două variante ale volumului producției în raport cu cele două niveluri estimate ale cererii externe și cu trei valori ale cursului leu/euro: valoarea prognozată și cele două limite ale intervalului de prognoză;

- să se identifice varianta optimă a volumului producției utilizând următoarele criterii decizionale:

- criteriul maximin (Wald);
- criteriul maximax;
- criteriul optimist-pesimist (Hurwicz), cu un coeficient $\alpha_0 = 0,6$;
- criteriul verosimilității maxime considerând că starea naturii cu cele mai mari șanse de realizare corespunde valorii prognozate a cursului valutar suprapusă peste un nivel redus al cererii.

Rezolvare:

a. Calculul profiturilor aferente unui volum mic al producției

a1. Determinarea cheltuielilor totale

Cheltuielile variabile (Chv_1) sunt date de produsul dintre volumul producției (Qp_1) și cheltuielile variabile unitare ($Chvu$):

$$Chv_1 = Qp_1 \times CV_u = 20000 \times 42 = 840000 \text{ lei.}$$

Însumând cheltuielile fixe (Chf) și cele variabile se obțin cheltuielile totale:

$$CT_1 = Chf + Chv_1 = 240000 + 840000 = 1080000 \text{ lei}$$

a2. Estimarea profiturilor

Pentru ambele niveluri ale cererii firma va vinde aceeași cantitate, egală cu volumul producției ($Qv_1 = Qp_1 = Qc_1$), obținând un venit în euro:

$$Veng_1 = Qv_1 \times p_u = 20000 \times 15 = 300000 \text{ euro}$$

Vom converti acest venit în lei, utilizând cele trei valori ale cursului valutar. Scăzând cheltuielile totale vor rezulta următoarele valori ale profiturilor:

i. pentru limita inferioară a intervalului de prognoză (S_{inf}):

$$VN_{11} = Veng_1 \times S_{inf} - CT_1 = 300000 \times 4,24 - 1080000 = 192000 \text{ lei;}$$

ii. pentru valoarea prognozată (S_{med}):

$$VN_{12} = Veng_1 \times S_{med} - CT_1 = 300000 \times 4,44 - 1080000 = 252000 \text{ lei;}$$

iii. pentru limita superioară a intervalului de prognoză (S_{sup}):

$$VN_{13} = Veng_1 \times S_{sup} - CT_1 = 300000 \times 4,64 - 1080000 = 312000 \text{ lei.}$$

b. Calculul profiturilor aferente unui volum mare al producției

b1. Determinarea cheltuielilor totale

Pentru un volum mare al producției (Qp_2), cheltuielile variabile vor reprezenta:

$$Chv_2 = Qp_2 \times CV_u = 50000 \times 42 = 2100000 \text{ lei.}$$

Adăugând la acest rezultat cheltuielile fixe obținem cheltuielile totale:

$$CT_2 = Chf + Chv_2 = 240000 + 2100000 = 2340000 \text{ lei.}$$

b2. Estimarea profiturilor în cazul unui nivel redus al cererii

În cazul unui nivel redus al cererii firma va exporta în Germania doar $Qv_{21} = Qc_1 = 20000$ de bucăți, obținând un venit:

$$Veng_{21} = Qv_{21} \times p_u = 20000 \times 15 = 300000 \text{ euro.}$$

Producția ce nu va putea fi vândută în Germania va reprezenta:

$$Qv_{sur} = Qp_2 - Qv_{21} = 50000 - 20000 = 30000 \text{ bucăți.}$$

Firma va avea de ales între a comercializa acest surplus în România, cu un preț de 35 lei/bucată, și a-l exporta în Austria, cu un preț de 7,75 euro/bucată. Vom analiza această alegere, și profiturile rezultate, în raport cu cele trei valori ale cursului valutar luate în considerare:

- i. limita inferioară a intervalului de prognoză;
- ii. valoarea prognozată;
- iii. limita superioară a intervalului de prognoză.

i. Pentru un curs valutar egal cu limita inferioară a intervalului de prognoză (S_{inf}), prețul extern convertit în lei reprezintă:

$$pal_{u1} = pa_u \times S_{inf} = 7,75 \times 4,24 = 32,86 \text{ lei/bucată.}$$

Deoarece această valoare este mai mică decât prețul intern ($pal_{u1} < pr_u$), firma va alege să comercializeze surplusul de producție în România obținând un venit:

$$Venr = Qv_{sur} \times pr_u = 30000 \times 35 = 1050000 \text{ lei.}$$

Adunând la acest rezultat venitul realizat din exportul în Germania, convertit în lei la cursul S_{inf} , și scăzând cheltuielile totale se obține o valoare negativă a profitului (altfel spus, o pierdere):

$$VN_{211} = Venr + Veng_{21} \times S_{inf} - CT_2 = 1050000 + 300000 \times 4,24 - 2340000 =$$

$$= -18000 \text{ lei.}$$

ii. Pentru un curs valutar egal cu valoarea prognozată (S_{med}) rezultă, din convertirea în lei a prețului extern:

$$pal_{u2} = pa_u \times S_{med} = 7,75 \times 4,44 = 34,41 \text{ lei/bucată.}$$

Se obține, din nou, o valoare mai mică decât prețul intern ($pal_{u2} < pr_u$) astfel încât firma decide să vândă surplusul de producție în România.

Adăugând la acest venit pe cel obținut din exportul în Germania, convertit în lei la cursul S_{med} , și scăzând cheltuielile totale, rezultă o valoare profitului:

$$VN_{212} = Venr + Veng_{21} \times S_{med} - CT_2 = 1050000 + 300000 \times 4,44 - 2340000 =$$

$$= 42000 \text{ lei.}$$

iii. Pentru un curs valutar egal cu limita superioară a intervalului de prognoză (S_{sup}), prețul extern convertit în lei reprezintă:

$$pal_{u3} = pa_u \times S_{sup} = 7,75 \times 4,64 = 35,96 \text{ lei/bucată.}$$

De această dată s-a obținut o valoare mai mare decât prețul de comercializare din România ($pal_{u3} > pr_u$), astfel încât firma va prefera exportul în Austria obținând un venit:

$$Vena = Qv_{sur} \times pa_u = 30000 \times 7,75 = 232500 \text{ euro.}$$

Scăzând cheltuielile totale din suma veniturilor obținute din exporturi, convertită în lei la cursul S_{sup} , rezultă o valoare a profitului:

$$VN_{213} = (Vena + Veng_{21}) \times S_{sup} - CT_2 = (232500 + 300000) \times 4,64 - 2340000 =$$

$$= 130800 \text{ lei.}$$

b3. Estimarea profiturilor în cazul unui nivel înalt al cererii

În situația unei cereri înalte, firma va putea exporta în Germania întreaga producție ($Qv_2 = Qp_2 = Qc_2$), realizând un venit:

$$Veng_2 = Qv_2 \times p_u = 50000 \times 15 = 750000 \text{ euro.}$$

Vom utiliza cele trei valori ale cursului valutar pentru a converti în lei venitul din export. Scăzând apoi cheltuielile totale, vom obține următoarele valori ale profitului:

i. pentru limita inferioară a intervalului de prognoză (S_{inf}):

$$VN_{221} = Veng_2 \times S_{\text{inf}} - CT_2 = 750000 \times 4,24 - 2340000 = 840000 \text{ lei};$$

ii. pentru valoarea prognozată (S_{med}):

$$VN_{222} = Veng_2 \times S_{\text{med}} - CT_2 = 750000 \times 4,44 - 2340000 = 990000 \text{ lei};$$

iii. pentru limita superioară a intervalului de prognoză (S_{sup}):

$$VN_{223} = Veng_2 \times S_{\text{sup}} - CT_2 = 750000 \times 4,64 - 2340000 = 1140000 \text{ lei}.$$

Profiturile estimate ale celor două variante decizionale, în raport cu cele șase stări ale naturii, sunt centralizate în Tabelul 5.33. (reamintim că pentru varianta unui volum mic al producției, rezultatele pentru o cerere redusă sunt similare cu cele obținute pentru o cerere înaltă).

Tabelul 5.33. Profiturile celor două variante decizionale estimate
în raport cu nivelul cererii și cu valoarea cursului valutar

- mii lei -

Stare a naturii \ Variantă decizională	Volum mic al producției	Volum mare al producției
Cerere redusă și curs valutar S = 4,24 lei/euro	192	-180
Cerere redusă și curs valutar S = 4,44 lei/euro	252	42
Cerere redusă și curs valutar S = 4,64 lei/euro	312	130,8
Cerere înaltă și curs valutar S = 4,24 lei/euro	192	840
Cerere înaltă și curs valutar S = 4,44 lei/euro	252	990
Cerere înaltă și curs valutar S = 4,64 lei/euro	312	1140

c. Alegerea variantei optime

c1. Alegerea prin criteriul maximin (Wald)

Identificăm, pentru fiecare variantă, cel mai nefavorabil rezultat:

- pentru un volum mic al producției: 192 mii lei;
- pentru un volum mare al producției: -180 mii lei.

Se alege, pe baza criteriului maximin, varianta unui volum mic al producției.

c2. Alegerea prin criteriul maximax

Selectăm cele mai favorabile rezultate ale celor două variante:

- pentru un volum mic al producției: 312 mii lei;
- pentru un volum mare al producției: 1140 mii lei.

Vom alege, în conformitate cu criteriul maximax, varianta unui volum mare al producției.

c3. Alegerea prin criteriul optimist-pesimist

Calculăm, pe baza coeficientului de optimism $\alpha_o = 0,6$ utilitățile celor două variante:

- pentru un volum mic al producției:

$$a_1^{o-p} = \alpha_o \times a_1^o + (1 - \alpha_o) \times a_1^p = 312 \times 0,6 + 192 \times (1 - 0,6) = 265,6 \text{ mii lei};$$

- pentru un volum mare al producției:

$$a_2^{o-p} = \alpha_o \times a_2^o + (1 - \alpha_o) \times a_2^p = 1140 \times 0,6 + (-180) \times (1 - 0,6) = 612 \text{ mii lei}.$$

Alegem utilitatea maximă, care corespunde unui volum mare al producției.

c4. Alegerea prin criteriul verosimilității maxime

Pentru o stare a naturii concretizată în valoarea prognozată a cursului valutar suprapusă peste un nivel redus al cererii au fost determinate următoarele profituri:

- pentru un volum mic al producției: 252 mii lei;
- pentru un volum mare al producției: 42 mii lei.

Se alege varianta unui volum mic al producției.

Aplicația rezolvată 5.9. Alegerea soluției pentru o expunere valutară tranzacțională

Managerii unei firme importatoare analizează expunerea valutară tranzacțională aferentă unei plăți de 600000 euro cu scadența peste trei luni. A fost realizată o prognoză asupra cursului leu/euro la vedere la vânzare din ziua în care plata va deveni scadentă care a

indicat o valoare prognozată de 4,6 lei/euro și, cu o probabilitate de 95%, un interval de prognoză [4,324; 4,876].

Pentru această expunere au fost luate în considerare trei soluții:

1. asumarea riscului valutar;
2. utilizarea unei opțiuni valutare europene CALL cu un termen de trei luni, o primă de 0,04 lei/euro și un preț de exercițiu de 4,53 lei/euro;
3. o plată anticipată pentru care sunt disponibile următoarele informații:
 - cursul leu/euro la vedere la vânzare din ziua analizei reprezintă 4,48 lei/euro;
 - furnizorul extern acordă, pentru plățile în avans, un discount financiar calculat în raport cu o rată a dobânzii de 2%/an;
 - cea mai favorabilă rată a dobânzii cu care firma poate obține un credit în lei cu un termen de trei luni reprezintă 7,5%/an.

Se cere:

- a. să se determine rezultatele celor trei soluții în raport cu trei stări ale naturii care corespund valorii medii prognozate și celor două limite ale intervalului de prognoză pentru cursul valutar din ziua scadenței;
- b. să se identifice soluția optimă prin intermediul următoarelor criterii decizionale:
 - criteriul maximin;
 - criteriul maximax;
 - criteriul optimist-pesimist cu un coeficient de optimism $\alpha_0 = 0,4$;
 - criteriul verosimilității maxime, considerând că starea naturii cu cele mai mari șanse corespunde valorii prognozate.

Rezolvare:

a. Determinarea rezultatelor celor trei soluții

a1. Calculul rezultatelor soluției de asumare a riscului valutar

Asumarea riscului valutar presupune că firma va cumpăra cei 600000 euro în ziua scadenței la cursul la vedere la vânzare din acea dată. Rezultatul acestei operațiuni va fi reprezentat de un flux monetar de ieșire în lei (FM_S^{ar}), dat de produsul dintre cursul valutar și suma în euro care trebuie cumpărată (D_{eur}).

Pentru limita inferioară a intervalului de prognoză se obține un flux monetar:

$$FM_{S_{\min}}^{ar} = -S_{\min} \times D_{eur} = -4,324 \times 600000 = -2594400 \text{ lei.}$$

Pentru valoarea prognozată rezultă un flux monetar:

$$FM_{S_{med}}^{ar} = -S_{med} \times D_{eur} = -4,6 \times 600000 = -2760000 \text{ lei.}$$

Pentru limita superioară a intervalului de prognoză se obține un flux monetar:

$$FM_{S_{\max}}^{ar} = -S_{\max} \times D_{eur} = -4,876 \times 600000 = -2925600 \text{ lei.}$$

a2. Calculul rezultatelor soluției de utilizare a unei opțiuni valutare

Prima opțiunii va reprezenta:

$$Pr_{opt} = 600000 \times 0.04 = 24000 \text{ lei}$$

Pentru limita inferioară a intervalului de prognoză opțiunea nu va fi exercitată deoarece prețul de exercițiu este mai mare decât cursul la vedere. Va rezulta, astfel, un flux monetar de ieșire, dat de cumpărarea celor 600000 de euro la care se adaugă prima opțiunii:

$$FM_{S_{\min}}^{opt} = -S_{\min} \times D_{eur} - Pr_{opt} = -4,324 \times 600000 - 24000 = -2618400 \text{ lei.}$$

Pentru valoarea prognozată și pentru limita superioară a intervalului de prognoză opțiunea valutară va fi exercitată întrucât prețul de exercițiu este mai mic decât cursul la vedere. În ambele stări ale naturii se obține un flux monetar de ieșire, dat de produsul dintre prețul de exercițiu (S_{ex}) și suma în euro care trebuie cumpărată:

$$FM_{S_{med}}^{opt} = FM_{S_{\max}}^{opt} = -S_{ex} \times D_{eur} - Pr_{opt} = -4,53 \times 600000 - 24000 = -2742000 \text{ lei.}$$

a3. Calculul rezultatelor soluției unei plăți anticipate

Se determină, pentru început, valoarea discount - ului financiar (D_f):

$$D_f = D_{eur} \times \frac{Rdob_{eur}}{100} \times \frac{nr.luni}{nr.luni / an} = 600000 \times \frac{2}{100} \times \frac{3}{12} = 3000 \text{ lei.}$$

Rezultă că firma îi va plăti furnizorului extern o sumă netă (D_{eur}^{net}):

$$D_{eur}^{net} = D_{eur} - D_f = 600000 - 3000 = 597000 \text{ euro.}$$

Pentru a obține acest flux valutar, firma va converti o sumă în lei (D_{lei}^{net}) dată de produsul dintre suma netă în euro și cursul la vedere la vânzare din ziua plății în avans (S_v):

$$D_{lei}^{net} = S_v \times D_{eur}^{net} = 4,48 \times 597000 = 2674560 \text{ lei}$$

Această sumă va fi împrumutată cu o dobândă:

$$Dob_{lei} = D_{lei}^{net} \times \frac{Rdob_{lei}}{100} \times \frac{nr.luni}{nr.luni / an} = 2674560 \times \frac{7,5}{100} \times \frac{3}{12} = 50148 \text{ lei}$$

Peste trei luni, firma va trebui să achite suma împrumutată împreună cu dobânda aferentă rezultând un flux monetar de ieșire în lei (FM_S^{pa}) care nu depinde de valoarea cursului la vedere din acea zi:

$$FM_S^{pa} = -D_{lei}^{net} - Dob_{lei} = -2674560 - 50148 = -2724708 \text{ lei}$$

Rezultatele celor trei soluții, în raport cu cele trei stări ale naturii, sunt centralizate în Tabelul 5.34.

Tabelul 5.34. Rezultate ale soluțiilor pentru expunerea valutară tranzacțională
- mii lei -

Variante decizionale	Stări ale naturii		
	Limita inferioară a intervalului de prognoză (S_p^{\min})	Valoarea prognozată (S_p^{med})	Limita superioară a intervalului de prognoză (S_p^{\max})
V ₁ : asumarea riscului valutar	- 2594,4	- 2760,0	- 2925,6

V ₂ : utilizarea unei opțiuni valutare	-2618,4	-2742,0	-2742,0
V ₃ : plată anticipată	-2724,7	-2724,7	-2724,7

b. Identificarea soluției optime

b1. Criteriul maximin

Identificăm, pentru fiecare variantă decizională, cel mai nefavorabil rezultat:

- pentru V₁: -2925,6 mii lei;
- pentru V₂: -2742,0 mii lei;
- pentru V₃: -2724,7 mii euro.

Alegem cel mai favorabil dintre aceste rezultate, care corespunde variantei V₃ de plată anticipată.

b2. Criteriul maximin

Stabilim, pentru fiecare variantă decizională, cel mai favorabil rezultat:

- pentru V₁: -2594,4 mii lei;
- pentru V₂: -2618,4 mii lei;
- pentru V₃: -2724,7 mii euro.

Identificăm apoi cel mai favorabil dintre aceste rezultate, care corespunde variantei V₁ de asumare a riscului.

b3. Criteriul optimist-pesimist

Calculăm, pentru fiecare variantă decizională, media ponderată asociată criteriului:

- pentru V₁: $a_1^{o-p} = \alpha_o \times a_1^o + (1 - \alpha_o) \times a_1^p = -2594,4 \times 0,4 + (-2925,6) \times (1 - 0,4) = -2726,9$ mii lei;
- pentru V₂: $a_2^{o-p} = \alpha_o \times a_2^o + (1 - \alpha_o) \times a_2^p = -2618,4 \times 0,4 + (-2742,0) \times (1 - 0,4) = -2667,8$ mii lei;
- pentru V₃: $a_3^{o-p} = \alpha_o \times a_3^o + (1 - \alpha_o) \times a_3^p = -2724,7 \times 0,4 + (-2724,7) \times (1 - 0,4) = -2724,7$ mii lei.

Cea mai mare utilitate corespunde variantei V₂ de utilizare a unei opțiuni valutare.

b4. Criteriul verosimilității maxime

Pentru valoarea prognozată se obțin următoarele fluxuri monetare:

- V_1 : - 2760,0 mii lei;

- V_2 : -2742,0 mii lei;

- V_3 : -2724,7 mii lei.

Cel mai favorabil rezultat corespunde variantei V_3 de plată anticipată.

Aplicații propuse

Aplicația nr. 1

Managerii unei instituții financiare decid asupra unei investiții în acțiunile unor firme de pe o piață emergentă. Au fost luate în considerare trei proiecte concurențiale:

- acțiuni ale firmei X;

- acțiuni ale firmei Y;

- acțiuni ale firmei Z.

S-a apreciat că rentabilitatea acestor proiecte ar putea fi influențată semnificativ de starea generală a economiei naționale. În acest sens au fost luate în considerare cinci stări ale naturii:

- recesiune severă, cu o probabilitate de 10%;

- recesiune moderată, cu o probabilitate de 15%;

- stabilitate, cu o probabilitate de 25%;

- creștere moderat, cu o probabilitate de 40%;

- boom, cu o probabilitate de 10%.

În raport cu aceste stări ale naturii au fost estimate, pentru cele trei proiecte, profiturile prezentate în Tabelul 5.35. Se cere să se identifice varianta optimă de investiție prin următoarele criterii:

a. valoarea așteptată a rezultatelor;

b. valoarea așteptată a pierderilor de oportunitate;

c. coeficientul de variație.

Tabelul 5.35. Profituri estimate pentru o decizia de investiții în acțiunile unor firme de pe o piață emergentă

- mil. dolari -

Variante decizionale	Stări ale naturii și probabilități				
	Recesiune severă (10%)	Recesiune moderată (15%)	Stabilitate (25%)	Creștere moderată (40%)	Boom (10%)
V ₁ : investiție în acțiuni X	-20	-10	10	20	35
V ₂ : investiție în acțiuni Y	-5	-1	3	12	20
V ₃ : investiție în acțiuni Z	2	3	5	7	10

Aplicația nr. 2

Managerii unei firme au de ales între trei valori ale volumului producției unui bun exportat:

- volum mic al producției;
- volum mediu al producției;
- volum mare al producției.

Un studiu de marketing a permis evaluarea profiturilor celor trei variante în raport cu trei stări ale naturii:

- cerere redusă, cu o probabilitate de 25%;
- cerere moderată, cu o probabilitate de 40%;
- cerere înaltă, cu o probabilitate de 35% (rezultatele studiului sunt prezentate în Tabelul 5.36).

Se cere să se aleagă varianta optimă prin următoarele procedee:

a. tehnica lexicografică utilizând valoarea așteptată a profiturilor drept criteriu principal și varianța profiturilor drept criteriu secundar;

b. tehnica scorului mediu ponderat luând în calcul următoarele criterii:

- valoarea așteptată a profiturilor, cu un coeficient de importanță de 0,70;
- varianța profiturilor, cu un coeficient de importanță de 0,30.

Tabelul 5.36. Profituri estimate ale variantelor asupra volumului producției în raport cu cele trei niveluri ale cererii

- mil. euro -

Stări ale naturii și probabilități	Cerere redusă (35%)	Cerere moderată (40%)	Cerere înaltă (25%)
Variante decizionale			
V ₁ : volum mic al producției	1,25	1,25	1,25
V ₂ : volum mediu al producției	0,75	2,25	2,25
V ₃ : volum mare al producției	-1,75	0,3	4,2

Aplicația nr. 3

Managerii unei firme analizează o plată de 200000 dolari SUA scadentă peste patru luni. Pentru analiza riscului valutar aferent acestei plăți a fost realizată o prognoză care a indicat o valoare medie prognozată de 4,1 RON/USD, cu o marjă de eroare de 0,3 RON/USD.

Au fost luate în considerare trei modalități de plată:

- o plată la data scadenței, la cursul la vedere din acea zi;
- o plată anticipată, la cursul la vedere din ziua analizei, care reprezintă 4.41 lei/euro;
- utilizarea unei opțiuni valutare.

Fluxurile monetare estimate pentru aceste modalități de plată, în raport cu trei stări ale naturii (valoarea medie prognozată și cele două limite ale intervalului de prognoză) sunt prezentate în Tabelul 5.37.

Tabelul 5.37. Fluxuri monetare aferente unei plăți în valută

- mii lei -

Stări ale naturii	S = 3,8 RON/USD	S = 4,1 RON/USD	S = 4,4 RON/USD
Variante decizionale			
V ₁ : asumarea riscului	-760	-820	-880
V ₂ : plată anticipată	-830	-830	-830
V ₃ : utilizarea unei opțiuni valutare	-768	-815	-815

Se cere să se identifice varianta optimă de plată prin următoarele criterii:

- criteriul maximin (Wald);
- criteriul maximax;
- criteriul optimist-pesimist (Hurwicz), cu un coeficient $\alpha_0 = 0,3$;
- criteriul minimizării regretelor (Savage);
- criteriul verosimilității maxime, considerând că starea naturii cu cele mai mari șanse de realizare corespunde valorii medii prognozate a cursului valutar;
- criteriul șanselor egale (Laplace).

Aplicația nr. 4

Conducerea unei companii multinaționale are de ales între trei proiecte concurențiale de investiții străine directe în țări în curs de dezvoltare: X, Y și Z. Fluxurile monetare actualizate estimate pentru aceste proiecte sunt prezentate în Tabelul 5.38.

Tabelul 5.38. Fluxuri monetare estimate pentru proiectele de investiții străine directe
- mil. USD -

An	Proiect țara X		Proiect țara Y		Proiect țara Z	
	FM intrare ($FM_t^{in,A}$)	FM ieșire ($FM_t^{out,A}$)	FM intrare ($FM_t^{in,B}$)	FM ieșire ($FM_t^{out,B}$)	FM intrare ($FM_t^{in,C}$)	FM ieșire ($FM_t^{out,C}$)
2016	0,00	22,00	0,00	19,00	0,00	17,00
2017	6,24	3,14	4,42	1,02	5,10	2,42
2018	6,18	3,09	4,12	1,03	5,15	2,47
2019	6,37	3,18	4,24	1,06	5,30	2,55
2020	6,68	3,28	4,37	1,09	5,46	2,62
2021	6,88	3,38	4,46	1,23	5,65	2,70
2022	7,09	3,48	4,59	1,16	5,82	2,78
2023	7,30	3,58	4,73	1,19	6,00	2,87

Au fost identificate următoarele riscuri politice:

- pentru țara X, a rezultat, cu o probabilitate de 11%, amenințarea unor tulburări sociale în perioada 2020 - 2022, care vor cauza o reducere cu 25% a fluxurilor monetare de intrare;

- pentru țara Y, a rezultat, cu o probabilitate de 14% amenințarea unui embargo comercial exercitat de țările dezvoltate în perioada 2017 - 2019, care va determina o diminuare cu 30% fluxurile monetare de intrare din anii următori;

- pentru țara Z, a rezultat, cu o probabilitate de 17%, amenințarea unei naționalizări în anul 2021 cu o despăgubire acordată după trei ani, care va reprezenta 75% din cheltuielile de investiții.

Rentabilitatea acestor proiecte este evaluată pe baza valorii prezente nete (NPV) cu rate de actualizare stabilite în funcție de riscurile aferente:

- pentru țara X, $a_X = 12\%$;

- pentru țara Y, $a_Y = 14\%$;

- pentru țara Z, $a_Z = 11\%$.

Se cere să se identifice varianta optimă de investiție prin intermediul scorului mediu ponderat luând în calcul următoarele criterii:

- valoarea așteptată a NPV, cu un coeficient de importanță de 0,80;

- varianța NPV, cu un coeficient de importanță de 0,20.

Aplicația nr. 5

Managerii unei firme exportatoare din România decid asupra volumului producției unui sortiment comercializat în Franța. Un studiu de piață a estimat că cererea sortimentului exportat se va încadra între două niveluri:

- un nivel redus, ce corespunde unui volum al vânzărilor $Q_{c1} = 70000$ de bucăți;

- un nivel înalt, ce corespunde unui volum al vânzărilor $Q_{c2} = 210000$ de bucăți.

În raport cu aceste estimări au fost luate în considerare două variante ale volumului producției:

- varianta V_1 : volum mic al producției $Q_{p1} = 70000$ de bucăți;

- varianta V_2 : volum mare al producției $Q_{p2} = 210000$ de bucăți.

Pentru a aprecia rentabilitatea acestui sortiment managerii utilizează următoarele informații:

- prețul unitar de vânzare reprezintă $p_u = 20$ euro/bucată;

- cheltuielile variabile unitare au fost estimate la valoarea $Ch_{vu} = 50$ lei/bucată;

- cheltuielile fixe au fost estimate la valoarea $Ch_f = 350000$ lei.

Dintr-o prognoză asupra cursului leu/euro la vedere la cumpărare au rezultat:

- o valoare prognozată de 4,38 lei/euro;

- un intervalul de prognoză $[4,23; 4,63]$ stabilit pentru o probabilitate de 95%.

Managerii au luat în considerare situația în care o parte din producție nu va putea fi exportată dezvoltând două soluții de vânzare a surplusului:

- comercializarea pe plan intern, cu un preț unitar $pr_u = 54$ lei/bucată;
- exportul către parteneri din Belgia, cu un preț unitar $pa_u = 12$ euro/bucată.

Se cere să se aleagă varianta optimă a volumului producției utilizând următoarele criterii decizionale:

- criteriul maximin (Wald);
- criteriul maximax;
- criteriul optimist-pesimist (Hurwicz), cu un coeficient $\alpha_o = 0,55$;
- criteriul verosimilității maxime considerând că starea naturii cu cele mai mari șanse de realizare corespunde valorii prognozate a cursului valutar suprapusă peste un nivel înalt al cererii.

Aplicația nr. 6

Managerii unei firme decid asupra expunerii valutare aferentă unei plăți de 800000 dolari SUA cu scadența peste patru luni. Dintr-o prognoză asupra cursului leu/USD la vedere la vânzare din ziua în care plata va deveni scadentă au rezultat:

- o valoare prognozată de 4,05 lei/USD;
- pentru o probabilitate de 95%, un interval de prognoză [3,85; 4,25].

Pentru această expunere au fost luate în considerare trei soluții:

1. asumarea riscului valutar;
2. utilizarea unei opțiuni valutare europene de tip CALL cu un termen de patru luni, o primă de 0,03 lei/USD și un preț de exercițiu de 4,02 lei/euro;
3. o plată anticipată pentru care sunt disponibile următoarele informații:
 - cursul leu/USD la vedere la vânzare din ziua analizei reprezintă 3,94 lei/USD;
 - furnizorul extern acordă, pentru plățile în avans, un discount financiar calculat în raport cu o rată a dobânzii de 1,5%/an;
 - cea mai favorabilă rată a dobânzii cu care firma poate obține un credit în lei cu un termen de patru luni reprezintă 8%/an.

Se cere:

- a. să se determine rezultatele celor trei variante de tratare a expunerii valutare în raport cu trei stări ale naturii care corespund valorii medii prognozate și celor două limite ale intervalului de prognoză pentru cursul valutar leu/USD din ziua scadenței;

- b. să se aleagă soluția optimă pe baza următoarelor criterii decizionale:
- criteriul maximin;
 - criteriul maximax;
 - criteriul optimist-pesimist cu un coeficient de optimism $\alpha_0 = 0,6$;
 - criteriul verosimilității maxime considerând că starea naturii cu cele mai mari șanse corespunde valorii prognozate.

Bibliografie

Alderfer, Clayton P. & Bierman, Harold (1970), *Choices with risk: beyond the mean and variance*, Journal of Business, 43, pp. 341 – 353.

Allais, M. (1953), *Le comportement de l'homme rationnel devant le risque: Critique des postulats et axiomes de l'école américaine*, Econometrica: Journal of the Econometric Society, Vol.21, No. 4, pp. 503-546
(<http://wolfweb.unr.edu/homepage/pingle/Teaching/BADM%20791/Week%206%20Decision%20Making%20Under%20Uncertainty/Allais%20Paradox%201953.pdf>).

Ambrus, A., & Greiner, B. & Pathak, P. (2009), *Group versus individual decision-making: Is there a shift*, Economics Working Papers from Institute for Advanced Study (<http://web.stanford.edu/~niederle/Ambrusetal.pdf>).

Arnott, Richard J. & Stiglitz, Joseph E. (1990), *The Welfare Economics of Moral Hazard*, NBER Working Paper No. w3316 (<http://ssrn.com/abstract=227986>).

Arrow, K. J. (1996), *The theory of risk-bearing: small and great risks*, Journal of risk and uncertainty, 12(2-3), pp. 103-111.

Baird, I. S., & Thomas, H. (1985), *Toward a contingency model of strategic risk taking*, Academy of Management Review, 10(2), pp. 230-243
(<https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/29172/towardcontingenc1099bair.pdf?sequence=1>).

Bell, D. E. (1982), *Regret in decision making under uncertainty*, Operations research, 30(5), pp. 961-981.
(<http://www.people.hbs.edu/dbell/regret%20in%20decision%20making%20.pdf>).

Berg, T. (2010), *The term structure of risk premia: new evidence from the financial crisis*. European Central Bank Working Paper Series, No 1165 (<http://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp1165.pdf>).

Bommensath, Maurice (1982), *Fluctuations monétaires et gestion financière de l'entreprise*, Boulogne – Billancourt, Edition Hommes et Techniques, Paris.

- Brown, G. W. (2000), *Managing foreign exchange risk with derivatives*, Journal of Financial Economics, 60(2), pp. 401-448 (<http://www.nkd-group.com/ghdash/mba555/PDF/ManagingFXwithDerivatives.pdf>).
- Buschena, D. E. & Zilberman, D. (1994), *What do we know about decision making under risk and where do we go from here?*, Journal of Agricultural and Resource Economics, pp. 425-445 (<http://www.waeaonline.org/jareonline/archives/19.2%20-%20December%201994/JARE.Dec1994,pp425.Buschena.pdf>).
- Campbell, J. Y. & Viceira, L. M. (2004), *Long-horizon mean-variance analysis: A user guide*, Manuscript, Harvard University, Cambridge, MA (http://www.people.hbs.edu/lviceira/faj_cv_userguide.pdf).
- Campi, M. C. & Calafiore, G. (2004), *Decision making in an uncertain environment: the scenario-based optimization approach*, Multiple Participant Decision Making, pp. 99-111 (<http://www.ing.unibs.it/~campi/pdf-pszip/decision-making-uncertain.pdf>).
- Carbaugh, Robert J. (2011), *International Economics*, 13th Edition, South-Western - Cengage Learning, New York.
- Connolly, Michael B. (2007), *International business finance*, Routledge, London.
- Cooke, S. & Slack, N. (1991), *Making Management Decisions*, Second edition, Prentice Hall, London.
- Cox, J. C. & Sadiraj, V. (2010), *On the coefficient of variation as a criterion for decision under risk*, Journal of Mathematical Psychology, 54(4), pp. 387-394 (http://excen.gsu.edu/workingpapers/GSU_EXCEN_WP_2010-04.pdf).
- Crouhy, Michel & Galai, Dan & Mark, Robert (2006), *The Essentials of Risk Management*, McGraw-Hill, New York.
- Damodaran, Aswath (2010), *Risk Management: A Corporate Governance Manual* (<http://ssrn.com/abstract=1681017>).
- De Giorgi, E. & Hens, T. (2009), *Prospect theory and mean-variance analysis: Does it make a difference in wealth management?*, Investment Management and Financial Innovations, Volume 6, Issue 1 (http://businessperspectives.org/journals_free/imfi/2009/imfi_en_2009_01_Giorgi.pdf).
- Demirag, Istemi & Goddard, Scott (1994), *Financial Management for International Business*, McGraw Hill, London.
- Dohmen, T. & Falk, A. & Huffman, D. & Sunde, U. & Schupp, J. & Wagner, G. G. (2011), *Individual risk attitudes: Measurement, determinants, and behavioral consequences*, Journal of the European Economic Association, 9(3), pp. 522-550 (<http://arnop.unimaas.nl/show.cgi?fid=15550>).

Drucker P.F. (1985), *The Practice of Management*, Pan Books, London.

Dyer, J. S. & Fishburn, P. C. & Steuer, R. E. & Wallenius, J. & Zionts, S. (1992), *Multiple criteria decision making, multiattribute utility theory: the next ten years*, Management science, 38(5), pp. 645-65
(http://web.mit.edu/~yves/www/decision%20theory/multiple_criteria_decisio--the_next_ten_years.pdf).

Ellsberg, D. (1961), *Risk, ambiguity, and the Savage axioms*, The Quarterly Journal of Economics, pp. 643-669
(http://www.nssl.noaa.gov/users/brooks/public_html/feda/papers/eb1961ambiguity.pdf).

Emard, Gerard (1989), *Gestion de risque de taux d'intérêt*, Press Universitaires de France, Paris.

Embrechts, P. & Frey, R. & McNeil, A. (2005), *Quantitative risk management*, Princeton Series in Finance, Princeton, 10 (http://web.abo.fi/fak/mnf/mate/tammerfors08/embrechts_tuesday.pdf).

Embrechts, P. & Hofert, M. (2014), *Statistics and quantitative risk management for banking and insurance*, Annual Review of Statistics and Its Application, 1, pp. 493-514
(http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/qrm_stat_review.pdf).

Emmer, Susanne & Kratz, Marie & Tasche, Dirk. (2014), *What is the Best Risk Measure in Practice? A Comparison of Standard Measures*, ESSEC Working Paper No. 1322 (<http://ssrn.com/abstract=2370378>).

Ertac, S. & Gurdal, M. Y. (2012), *Deciding to decide: Gender, leadership and risk-taking in groups*, Journal of Economic Behavior & Organization, 83(1), pp. 24-30 (<http://core.ac.uk/download/pdf/6504345.pdf>).

Fang, H. & Moscarini, G. (2005), *Morale hazard*, Journal of Monetary Economics, 52(4), pp. 749-777
(http://public.econ.duke.edu/~hf14/publication/giuseppe/jme_online.pdf).

Fishburn, P. C. (1977), *Mean-risk analysis with risk associated with below-target returns*, The American Economic Review, pp. 116-126 (http://www.ldintelligence.com/docs/Fishburn-risk_below_target_returns.pdf).

Frachot, A. & Georges, P. & Roncalli, T. (2001), *Loss distribution approach for operational risk*, Groupe de Recherche Opérationnelle, Crédit Lyonnais, Working Paper (<http://www.thierry-roncalli.com/download/lda-practice.pdf>).

Friedman, M. & Savage, L. J. (1948), *The utility analysis of choices involving risk*, The Journal of Political Economy, pp. 279-304 (<http://calcuemus.org/lect/L-I-MNS/12/ekon-i-modele/savage.pdf>).

Giarini, Orio & Stahel, Walter R. (1996), *Limitele certitudinii*, Editura Edimpres-Camro, București.

Gilboa, I. (2008), *Theory of Decision under Uncertainty*, Lectures notes for a graduate-level course

(http://www.econ.hit-u.ac.jp/~makoto/education/Gilboa_Lecture_Notes.pdf).

Gupta, A. & Maranas, C. D. (2003), *Managing demand uncertainty in supply chain planning*, Computers & Chemical Engineering, 27(8), pp. 1219-1227

(<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.115.441&rep=rep1&type=pdf>).

Hansen, L. P. & Sargent, T. J. (2004), *Certainty equivalence and model uncertainty*, In Conference on Models and Monetary Policy: Research in the Tradition of Dale Henderson, Richard Porter, and Peter Tinsley

(<http://www.federalreserve.gov/events/conferences/mmp2004/pdf/hansensargent.pdf>).

Hansson, S. O. (1994), *Decision theory*, Royal Institute of Technology, Stockholm

(<http://people.kth.se/~soh/decisiontheory.pdf>).

Hillson, D. & Murray-Webster, R. (2007), *Understanding and managing risk attitude*, Gower Publishing, Ltd..

Ho, J. L. & Keller, L. R., & Keltyka, P. (2001), *Managers' variance investigation decisions: an experimental examination of probabilistic and outcome ambiguity*, Journal of Behavioral Decision Making, 14(4), pp. 257-278

(<http://faculty.sites.uci.edu/lrkeller/files/2011/06/Managers-Variance-Investigation-Decisions-An-Experimental-Examination-of-Probabilistic-and-Outcome-Ambiguity-.pdf>).

Hogarth, R. M. & Kunreuther, H. (1995), *Decision making under ignorance: Arguing with yourself*, Journal of Risk and Uncertainty, 10(1), pp. 15-36 (<http://opim.wharton.upenn.edu/risk/downloads/archive/arch337.pdf>).

Holt, C. A. & Laury, S. K. (2002), *Risk aversion and incentive effects*, American Economic Review, 92(5), pp. 1644-1655 (<http://people.virginia.edu/~cah2k/highpay.pdf>).

Ionescu Gh. Gh. & Cazan Emil & Negruță Adina Letiția (1999), *Modelarea și optimizarea deciziilor manageriale*, Editura Dacia, Cluj Napoca.

Jaffray, J. Y. & Jeleva, M. (2007), *Information processing under imprecise risk with the Hurwicz criterion*. Proceedings of The 5th International Symposium on Imprecise Probability: Theories and Applications, Prague, Czech Republic, 2007

(http://www.desir.lip6.fr/publications/pub_1236_1_ADT09.pdf).

Joslin, S. & Priebsch, M. & Singleton, K. J. (2014), *Risk premiums in dynamic term structure models with unspanned macro risks*, The Journal of Finance, 69(3), pp. 1197-1233. (http://www-bcf.usc.edu/~sjoslin/papers/JPS_JF.pdf).

Kahneman, D. & Tversky, A. (1979), *Prospect theory: An analysis of decision under risk*, Econometrica: Journal of the Econometric Society, Vol. 47, No. 2, pp. 263-291

(<http://people.hss.caltech.edu/~camerer/Ec101/ProspectTheory.pdf>).

- Karni, E. (2005), *Savages' Subjective Expected Utility Model*, Retrieved March, 7, 2010 (<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.117.541&rep=rep1&type=pdf>).
- Kirkwood, C. W. (2004), *Approximating risk aversion in decision analysis applications*, Decision Analysis, 1(1), pp. 51-67 (<http://www.public.asu.edu/~kirkwood/Papers/ApproximatingRiskAversion.pdf>).
- Kocherlakota, N. R. (1996), *The equity premium: It's still a puzzle*, Journal of Economic literature, pp. 42-71 (<http://www.econ.ucdavis.edu/faculty/kdsalyer/LECTURES/Ecn200e/Kocherla.pdf>).
- Lertprapai, S. (2013), *Review: Multiple criteria decision making method with applications*, International Mathematical Forum, Vol. 8, No. 7, pp. 347-355 (<http://www.m-hikari.com/imf/imf-2013/5-8-2013/lertprapaiIMF5-8-2013.pdf>).
- Loomes, G. & Sugden, R. (1982), *Regret theory: An alternative theory of rational choice under uncertainty*, The Economic Journal, Vol. 92, No. 368 pp. 805-824 (<http://teaching.ust.hk/~bee/papers/misc/Regret%20Theory%20An%20Alternative%20Theory%20of%20Rational%20Choice%20Under%20Uncertainty.pdf>).
- Machina, M. J. (1992), *Choice under uncertainty: Problems solved and unsolved*, In Foundations of Insurance Economics (pp. 49-82). Springer Netherlands (http://www2.uah.es/econ/MicroDoct/Machina_1987_Choice%20under%20uncertainty.pdf).
- Machina, M. J. & Schmeidler, D. (1992), *A more robust definition of subjective probability*, Econometrica: Journal of the Econometric Society, pp. 745-780 (http://econweb.ucsd.edu/~mmachina/papers/Machina-Schmeidler_Subj_Prob.pdf).
- March, J. G. & Shapira, Z. (1987), *Managerial perspectives on risk and risk taking*, Management science, 33(11), pp. 1404-1418 (https://hec.unil.ch/docs/files/83/655/march_shapira_1987_managerial_perspectives_on_risk_and_risk_taking.pdf).
- Markowitz, H. (1952), *Portfolio selection*, The Journal of Finance, 7(1), pp. 77-91 (https://www.math.ust.hk/~maykwok/courses/ma362/07F/markowitz_JF.pdf).
- Markowitz, Harry M (1987), *Mean-Variance Analysis in Portfolio Choice and Capital Markets*, Blackwell, 1987.
- Matter, Eric (1992), *La rentabilité des investissements – Analyse du risque et stratégies*, Presses Universitaires de France, Paris.

- McFadden, D (2000), *Rationality for economists?*, Journal of Risk and Uncertainty, Special Issue on Preference Elicitation (<http://eml.berkeley.edu/nsf97/mcfadden.pdf>).
- Nehring, K. (2000), *A theory of rational choice under ignorance*, Theory and Decision, 48(3), pp. 205-240 (<http://old.econ.ucdavis.edu/faculty/nehring/papers/compigno.pdf>).
- Nelson, S. C., & Katzenstein, P. J. (2014), *Uncertainty, risk, and the financial crisis of 2008*, International Organization, 68(02), pp. 361-392 (https://www.princeton.edu/politics/about/file-repository/public/Nelson-and-Katzenstein-Uncertainty-Risk-and-Crisis-IO-FINAL_07-16-13.pdf).
- Peyrard, Josette (1985), *Gestion financière internationale*, Centre de Librairie et d'Édition Techniques, Dept. Crente du Loire d'Entreprise, Paris.
- Pauly, M.V. (1968), *The Economics of Moral Hazard: Comment*, The American Economic Review, Vol. 58, No. 3, Part 1 (Jun., 1968), pp. 531-537 (<http://www.ppge.ufrgs.br/giacomo/arquivos/eco02072/pauly-1968.pdf>).
- Pratt, J. W. (1964), *Risk aversion in the small and in the large*, Econometrica: Journal of the Econometric Society, pp. 122-136 (http://www.aae.wisc.edu/aae706_content/References/Pratt-1964.pdf).
- Ricciardi, Victor (2007), *A Literature Review of Risk Perception Studies in Behavioral Finance: The Emerging Issues* (<http://ssrn.com/abstract=988342>).
- Roncalli, T. (2001), *Introduction à la gestion des risques*, Cours ENSAI, France (<http://www.univ-evry.fr/modules/resources/download/default/m2if/roncalli/gdr.pdf>).
- Saget M. (1999), *Managerul intuitiv – o noua forță*, Editura Economică, București.
- Savage, L. J. (1961), *The foundations of statistics reconsidered*. University of California Press (<http://www.cs.ru.nl/~marinav/Teaching/BDMInAI/savage.pdf>).
- Shavell, S. (1992), *On moral hazard and insurance*. In *Foundations of Insurance Economics* (pp. 280-301). Springer Netherlands (http://www.law.harvard.edu/faculty/shavell/pdf/92_Quart_J_Econ_541.pdf).
- Shevchenko, P. V. & Peters, G. W. (2013), *Loss Distribution Approach for Operational Risk Capital Modelling under Basel II: Combining Different Data Sources for Risk Estimation* (<http://arxiv.org/pdf/1306.1882.pdf>).
- Stefanescu, Razvan & Dumitriu, Ramona & Nistor, Costel (2010), *Strategic Decisions for Romanian Exporters*, Proceedings of the International Conference “Vanguard Scientific Instruments in Management”, Ravda.
- Ștefănescu, Răzvan & Dumitriu, Ramona (2010), *Bazele Statisticii*, Editura Europlus, Galați.

Stefanescu, Razvan & Dumitriu, Ramona (2013), *Procese decizionale în cadrul managementului riscurilor* (Decision-Making Processes in the Risk Management) (<http://ssrn.com/abstract=2341304>).

Stefanescu, Razvan & Dumitriu, Ramona (2015), *Conținutul Managementului Riscurilor din Afacerile Internaționale* (The Essentials of Risk Management in International Business) (<http://ssrn.com/abstract=2612984>).

Tabatoni, Pierre & Roure, Francine (1988), *La dynamique financière*, Les Editions d'Organization, Paris.

Taleb, N. N. (2007), *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*, The Random House Publishing Group, New York, Ediția în limba română: Taleb, N. N. (2010), *Lebăda neagră. Impactul foarte puțin probabilului*, Editura Curtea Veche, București.

Tversky, A. & Kahneman, D. (1974), *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*, Science, Vol. 85, No. 4157, pp. 1124-1131 (http://psiexp.ss.uci.edu/research/teaching/Tversky_Kahneman_1974.pdf).

Tversky, A. & Wakker, P. (1995), *Risk attitudes and decision weights*, Econometrica: Journal of the Econometric Society, pp. 1255-1280 (<http://people.few.eur.nl/wakker/pdf/publd/95.5amosijstorema.pdf>).

Von Neumann, J. & Morgenstern, O. (1947), *Theory of games and economic behavior*, Ed. in Princeton University Press (60th Anniversary Commemorative Edition), 2007.

Voorbraak, F. (2000), *Partial probability: Theory and applications*, International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, 8(03), pp. 331-345 (<ftp://decsai.ugr.es/pub/utai/other/smc/isipta99/073.pdf>).

Weber, E. U. & Milliman, R. A. (1997), *Perceived risk attitudes: Relating risk perception to risky choice*, Management Science, Vol. 43, No. 2, pp. 123-144 (http://www.communicationcache.com/uploads/1/0/8/8/10887248/perceived_risk_attitudes-relating_risk_perception_to_risky_choice.pdf).

Winters, Alan (1993), *International Economics*, 4th Edition, Routledge, London.

Zhang, J. & Casari, M. (2012), *How groups reach agreement in risky choices: an experiment*, Economic Inquiry, 50(2), pp. 502-515.