

## **STUDII ASUPRA CONCEPTELOR ȘI PROCEDURILOR DE MANAGEMENT AL RISCULUI APLICABILE LA CONSTRUCȚIILE DIN BETON ARMAT**

*Prof. univ. dr. Victor Radu - Academia de Studii Economice*  
*Prof. univ. dr. Ion Plumb – Academia de Studii Economice*  
*Prof. univ. dr. Mihai Pricop – Academia de Studii Economice*  
*Prof. univ. dr. Marcel Stoica - Academia de Studii Economice*  
*Prof. univ. dr. Mihai Alexandru Socolescu - Academia de Studii Economice*  
*Dr. ing. Dan Georgescu – INCERC București*  
*Drd. Ec. Cezar Simion - INCERC București*  
*Tehnician Viorel Călina – Academia de Studii Economice*

Lucrarea de față prezintă activitățile de cercetare din cadrul celei de-a doua etape a proiectului C5B09/2003 – *“Evaluarea riscului aferent stadiilor de viață ale construcțiilor din beton armat, metodă modernă de asigurare a cerințelor de rezistență, stabilitate și siguranță”* – realizat, în cadrul programului AMTRANS, de un consorțiu format din Institutul Național de Cercetare – Dezvoltare în Construcții și Economia Construcțiilor (INCERC), Academia de Studii Economice și IMEC S.A.

### **1. Obiectivele cercetării**

Principalele obiective urmărite în cadrul cercetărilor efectuate în cea de-a doua etapă au fost :

- identificarea factorilor și surselor de risc și incertitudine din activitatea de construcții ;
- elaborarea de concepte și proceduri de managementul riscului ;
- elaborarea unor metode de identificare, evaluare și analiză a riscului la construcțiile din beton armat.

### **2. Contextul cercetării**

În activitatea de construcții apariția și materializarea riscurilor au ca fundament atât specificul acestui domeniu cât și riscuri externe proiectelor. Cele mai importante surse de risc în ceea ce privește proiectul de construcții însuși sunt mărimea sa, complexitatea, noutatea și condițiile specifice localizării sale. Durata mare de execuție și durata mare de viață a proiectelor de construcții creează un teren fertil pentru materializarea unor factori de risc externi proiectului precum :inflația, disponibilitatea resurselor materiale și umane, fluctuații ale ratei dobânzii și ale cursurilor de schimb, incertitudini de ordin politic, apariția unor evenimente naturale (inundații, cutremure, etc). Cu cât este mai mare durata de viață și de execuție, cu atât crește probabilitatea apariției unor astfel de evenimente.

În acest context implementarea unui proces formal de managementul riscului care să urmărească maximizarea rezultatelor pozitive și minimizarea consecințelor adverse apare ca o necesitate. De altfel managementul riscului reprezintă tocmai procesul de gestionare a expunerii la risc a organizației de construcții, a proiectului în sine sau a unei activități, în vederea realizării obiectivelor prestabilite. Procesul de management al riscului are trei componente : identificarea riscurilor, analiza riscurilor și reacția la risc. Fiecare dintre ele presupune utilizarea unor metode adecvate.

### **3. Metode utilizate în identificarea riscurilor**

Cele mai simple și mai des utilizate metode pentru identificarea riscurilor sunt tabelul riscurilor proiectului și listele de control. În procesul de identificare a riscurilor pot fi utilizate și metode cu grad mai ridicat de complexitate precum: analiza evenimentelor, diagramele de flux, analiza arborelui defectelor, matricile probabilitate – impact, harta riscurilor.

**Tabelul riscurilor** poate fi utilizat pentru identificarea riscurilor întregului proiect de construcții în ansamblu, iar în formă detaliată poate fi utilizat pentru identificarea riscurilor la care este expus fiecare element de construcție în parte.

**Lista de control** poate fi constituită pe baza: amenințărilor potențiale; consecințelor nedorite și resurselor existente. În general se pornește de la o listă standard care poate fi utilizată de orice antrepriză de construcții-montaj pentru orice proiect iar apoi este particularizată pentru fiecare proiect de construcții în parte.

**Analiza evenimentelor** pornește de la un eveniment particular care produce pierderi și construiește arborele logic al hazardului. În acest arbore sunt puse în evidență cauzele pierderilor, apoi cauzele posibile ale cauzelor identificate și așa mai departe până când toate sursele pierderilor sunt relevate.

**Analiza arborelui defectelor** - această tehnică pornind tot de la un eveniment care produce pierderi (este generator de factori de risc), pune în evidență condițiile care sunt necesare, fie individual, fie prin combinație ca să determine evenimentul respectiv. Meritul acestei tehnici este acela că pune în evidență situații care nu prezintă riscuri prin ele însele, dar care în combinație sunt periculoase pentru construcție în ansamblul său.

**Matricea probabilitate - impact**, ca tehnică de identificare a riscurilor își propune să combine probabilitatea și impactul fiecărui risc identificat pentru a determina gradul său de importanță în realizarea proiectului.

Pentru ierarhizarea riscurilor asociate proiectului după probabilitate și impact trebuie parcurse trei etape:

- stabilirea unei matrici care să lege probabilitatea unui eveniment riscant de un număr de clasificare;
- realizarea unei matrici care să permită evaluarea impactului unui risc anume asupra obiectivelor majore ale proiectului (timp, cost, calitate, scop);
- combinarea datelor de la cele două etape anterioare. Fiecare risc va opera în propria sa matrice probabilitate – impact (matrice „P x I”).

**Harta riscurilor** poate fi întocmită pe baza informațiilor din listele de control și este o reprezentare grafică a unui număr de riscuri ale proiectului de construcții ilustrând frecvența daunelor pe orizontală și severitatea lor pe verticală. Aceste hărți nu reprezintă instrumente precise care să arate toate riscurile cu care se confruntă proiectul dar servesc managementului general pentru a ilustra impactul financiar posibil al producerii acestor riscuri.

#### **4. Metode de analiza riscurilor**

**Metoda valorii monetare așteptate** constă în luarea în considerare a mai multor scenarii sau evenimente având în vedere probabilitățile subiective de apariție ale fiecăruia. În această metodă modelul este separat într-un număr de componente iar fiecare dintre acestea este examinată în mod separat prin intermediul efectelor și probabilităților asociate. Valoarea monetară așteptată se calculează ca produs între probabilitățile de apariție ale anumitor evenimente și efectele acestora.

**Metoda deviației normale standard** este o metodă de cuantificare a riscului care se referă la determinarea nivelului de risc asociat unei anumite durate de execuție a proiectului propusă de beneficiar sau estimată de antreprenor. Având la bază elemente ale tehnicii PERT metoda tratează duratele activităților proiectului ca variabile aleatoare caracterizate prin media și dispersia lor.

În cadrul acestei faze au fost utilizate și alte metode de analiză a riscului: arborii decizionali, tehnici de fundamentare a deciziilor în condiții de incertitudine, metoda gradelor de apartenență la varianta optimă, metoda ajustării ratei de scont cu riscul, a ajustării echivalentului de certitudine și teoria mulțimilor subtile.

#### **5. Analiza riscului uzurii morale a construcțiilor**

Se știe că există întotdeauna pierderi datorită riscului, dar pot de asemenea apărea, printr-un management profesional și prin aplicarea sinergiei, diminuări ale acestora. Prin sinergie înțelegem interacțiunea sau cooperarea a două sau mai multe organizații, agenți, etc. pentru a produce un efect ce sporește sau excede suma efectelor lor individuale.

Întrucât evenimentele viitoare sunt întotdeauna incerte, toate costurile estimate și beneficiile sunt în consecință incerte. Metodele probabilistice utilizate în analiza deciziilor pentru determinarea costurilor așteptate și a beneficiilor includ un grad de risc pentru fiecare lucrare. În estimarea costurilor și beneficiilor este de așteptat să se obțină o medie a valorilor depinzând de diferite evenimente și factori ce pot apare.

Tehnica statistică, precum cea a metodelor regresive poate fi utilizată direct pentru a obține o medie a valorilor de climă și temperatură. Alternativ beneficiile și costurile asociate diferitelor evenimente pot fi estimate ca și costurile și beneficiile calculate ca sumă a tuturor evenimentelor posibile, ca rezultat al beneficiilor și costurilor multiplicare cu coeficienți de probabilitate ai apariției evenimentului particular .

$$E[B_1] = \sum_{q=1}^m (B_i / q) \Pr\{q\} \quad (1)$$

$$E[C_1] = \sum_{q=1}^m (C_i / q) \Pr\{q\} \quad (2)$$

unde:

$q = 1 \dots m$  reprezintă evenimente posibile

$(B_i/q)$  și  $(C_i/q)$  sunt beneficiile și costurile respective în perioada  $t$  a apariției lui  $q$

$\Pr\{q\}$  este probabilitatea de apariție a lui  $q$

$E[B_1]$  și  $E[C_1]$  sunt beneficiul și respectiv costul așteptat în perioada  $t$ .

Rezultă că beneficiul net așteptat în perioada  $t$  este dat de relația:

$$E[A_1] = E[B_1] - E[C_1] \quad (3)$$

În unele țări (în special în America de Nord) unele antreprize preferă să accepte un risc acceptând totodată posibilitatea pierderilor. Ca efect riscul acceptat de acele antreprize poate fi selectat ca un profit sau un beneficiu social scăzut. Această preferință se recompensează prin „riscul premium” numit profit pentru lucrări riscante, notat în formula (4) cu  $r_p$ .

Rata riscului ajustat pentru returnare (prin premiere) este dată de expresia:

$$r = r_f + r_p \quad (4)$$

în care:

$r_f$  = risc „free market”

$r_p$  = risc „premium”

Pentru a ține seama de efectele mișcării banilor (cash flow) se calculează NVP = „net present value” sau valoarea netă actualizată care în România se notează cu VNA = valoarea netă actualizată.

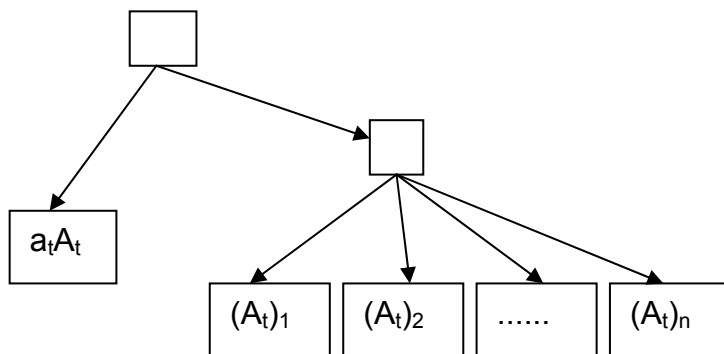
Rata returnării riscului ajustat este dată de formula:

$$[NPV]_r = \sum_{t=0}^n A_t (1+r)^t \quad (5)$$

$A_t (t=0, 1, 2, \dots, n)$  în care  $A_t$  = cash flow net după „ $n$ ” ani

Considerând arborele decizional din figura 1 în care decidentul este confruntat cu alegerea dintre restituirea certă a lui  $a_t A_t$  și șansa posibilă  $(A_t)q$  cu probabilitatea  $\Pr(q)$  pentru  $q = 1, 2, \dots, n$ , atunci valoarea actualizată pentru seriile echivalente certe pentru „ $n$ ” ani poate fi calculată pe baza riscului ratei libere.

$$[NPV]_{rt} = \sum_{t=0}^n (a_t A_t) (1+r_f)^{-t} \quad (6)$$



**Figura 1 Determinarea valorii echivalentului cert**

Pentru a ilustra modul de utilizare a acestor concepte teoretice și metodologice vom considera al treilea factor enumerat anterior și anume fiabilitatea, care cuprinde atât uzura fizică cât și uzura morală.

Din cauză că metodologiile cunoscute oferă deja posibilitatea determinării riguroase a uzurii fizice, în exemplul de mai jos se va aborda doar uzura morală, deoarece studiul socio - tehnic - economic al acesteia permite trecerea de la pluralism tehnologic către soluții moderne (în cazul construcțiilor din beton precomprimat și/sau post comprimat, structuri metalice rezultate din proiectarea la calculator, etc.).

Uzura morală poate fi considerată ca un factor cu sinergie negativă ceea ce constituie un risc pentru investiție. Este necesar deci a se calcula sau cel puțin a se estima gradele de apartenență ale utilității corespunzătoare diferiților factori de influență ai procesului analizat. În cazul exemplificat trebuie estimat riscul investiției în construcții de tip tradițional (beton armat monolit) sau beton precomprimat.

Dacă folosim o descompunere arborescentă a factorilor la primul nivel se pot considera următorii factori analitici:

Denumire factor	Notăție pentru gradul de apartenență
Rezistență	$\mu_{rez} \in [0, 1]$
Stabilitate	$\mu_{stab} \in [0, 1]$
Deformabilitate	$\mu_{def} \in [0, 1]$
Uzură fizică	$\mu_{uz.fiz} \in [0, 1]$
Adaptabilitate	$\mu_{adapt.} \in [0, 1]$

Aceste grade de apartenență iau valoarea 1 pentru îndeplinirea în totalitate a proprietății considerate și 0 când nu o îndeplinește deloc. De regulă, iau valori între extremele 0 și 1. Riscul global al construcției este dat de formula:

$$\mu_{risc} = \mu_{RT}^a \times \mu_{RT}^a \times \mu_{RT}^a \times \mu_{RT}^a \in [0, 1]$$

Fiecare factor principal poate fi descompus în factori analitici. Similar factorilor de ordin tehnic descriși anterior factorii economici pot fi costul și uzura morală însăși.

Factorii financiari pot fi:

- blocajul financiar ( $\mu_{blocaj}$ );
- inflația ( $\mu_{inflație}$ );
- penalități plătite ( $\mu_{pen}$ ).

Ca factori de ordin social pot fi luați în considerare:

- protecția socială ( $\mu_{protom}$ )
- protecția mediului ( $\mu_{protmed}$ )

- estetica ( $\mu_{estet}$ )

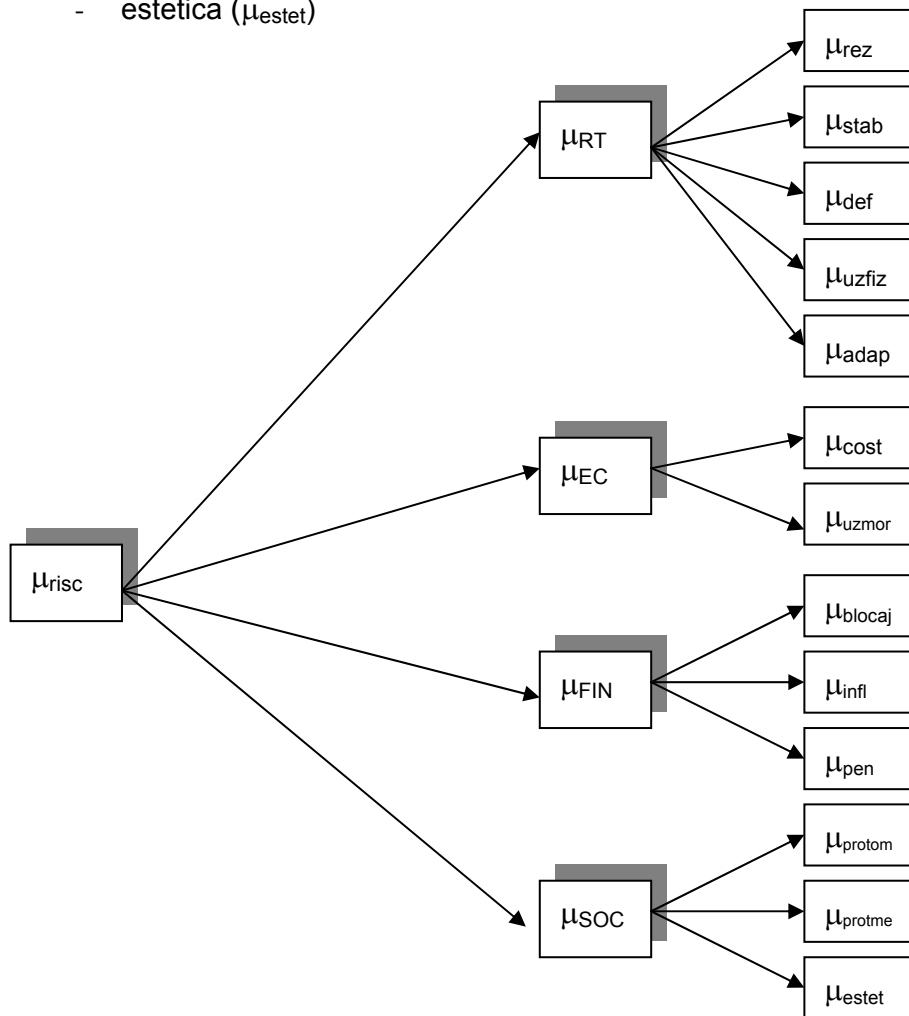


Figura 2 Arboreștența factorului risc a uzurii morale

În acest sens se obțin următoarele relații:

o pentru riscul tehnic:

$$\mu_{RT} = \mu_{REZ}^{\alpha_1} \times \mu_{STAB}^{\alpha_2} \times \mu_{DEF}^{\alpha_3} \times \mu_{UZFIZ}^{\alpha_4} \times \mu_{ADAPT}^{\alpha_5}$$

o pentru riscul economic:

$$\mu_{EC} = \mu_{COST}^{\beta_1} \times \mu_{UZMOR}^{\beta_2}$$

o pentru riscul financiar:

$$\mu_{FIN} = \mu_{BLOCAJ}^{\lambda_1} \times \mu_{INFL}^{\lambda_2} \times \mu_{PEN}^{\lambda_3}$$

În scopul determinării uzurii morale a variantelor de soluții constructive se poate stabili un tabel în care consecințele soluțiilor tradiționale sunt prezentate comparativ cu noile tehnologii moderne:

Criterii de apreciere			Soluții existente din beton armat monolit	Soluții moderne (beton precomprimat)
Consum de ciment	Calitate	Sup	Mic	Mare
		Inf	Foarte mare	Foarte mare
Oțel	calitate	Sup	Mic	Mare
		Inf	Foarte mare	Foarte mare
Greutate			Mare	Mica
Cost total			Mare	Mic
Capacitate portantă			Mică	Mare
Cost fundație			Mare	Mic
Durată de execuție			mare	Mică

Aceste aprecieri lingvistice pot fi transformate în grade de experiență. Prin aplicarea unui aparat de compunere se poate calcula gradul de apartenență global la proprietatea unei soluții de a fi eficientă. Diferența între cele două grade de apartenență globale (soluție tradițională și soluție nouă) exprimă uzura morală. Estimarea efectului global pentru fiecare variantă de investiții rezultă din însumarea efectelor parțiale ale fiecărui factor component.