

## Dezvoltarea de instrumente software pentru eco-management

Prep. Radu CONSTANTINESCU  
Catedra de Informatica Economica, A.S.E. Bucuresti

*In the late 30 years the aspects regarding the environment problems are a very popular subject gathering the interest of both the professionals involved in scientific matters and the regular people. Environmental problems are now an important objective of the research activities and laws. The smoke from urban areas, polluted water, the cancer determined by toxic waste, the destruction of natural habitats are just a few examples of actual problems that we are confronted with. The risk management is a very important tool in avoiding such problems. The implementation of risk management can be done in successful ways through software applications. Those applications must be designed to cope with a very large range of problems. In this paper we focus on the problem of chemical substances.*

**Keywords:** environment risks, risk management, methodologies, procedures for risk evaluation, risk integration, software development.

**M**anagementul riscului ocupa un rol central în dezbaterile și discuțiile pe teme legate de mediul înconjurător. Mediul înconjurător și legile desemnate să-l protejeze pot fi o sursă potențială de pierderi de venit net, pierderi cu personalul, pierderi din răspunderea legală și civilă și pierderi materiale care trebuie identificate, evaluate și controlate. Evaluarea cantitativă a riscurilor are un rol esențial în managementul riscului provenind de la instalațiile care procesează substanțe periculoase. Evaluarea oferă o bază consistentă și coerentă pentru luarea deciziilor privind măsurile de prevenire a acestor incidente. Oricum, înainte ca evaluarea cantitativă a riscurilor și metodologiile asociate să devină acceptabile la scară macro și exploatate la potențial maxim, există trei condiții care trebuie satisfăcute într-o măsură cât mai mare.

În primul rând, metodologiile, incluzând măsurile procedurale și tehnicile procedurale trebuie să fie stabile și bine definite. Evaluarea riscurilor aferente unei instalații trebuie să urmeze, în mare, un demers standard bine definit. Acest lucru este realizat atunci când a fost dezvoltat și acceptat un set de proceduri sau macar atunci când au fost dezvoltate cel puțin un număr redus de propuneri având la bază aceleași măsuri fundamentale.

În al doilea rând sunt necesare instrumente adecvate pentru implementarea cadrului de

lucru metodologic stabil existent. Instrumentele trebuie să fie automatizate, fără a-i împiedica însă pe analiști să poată înțelege și controla intrările și ieșirile. Aplicarea la scară largă a evaluării cantitative a riscurilor necesită existența unor instrumente sigure, integrate și automatizate, pentru implementarea pașilor procedurali adecvați. Partea de analiză a evaluării cantitative a riscurilor este cea care cuantifică frecvența evenimentelor de accidente identificate. Pentru aceasta există instrumente software, în special în cazul instalațiilor nucleare. Instrumentele construite special pentru instalațiile chimice sunt rare și pot fi folosite alte instrumente generale. În cazul analizei consecințelor au fost dezvoltate produse specifice. Multe dintre acestea se rezumă numai la calcularea concentrației, radiațiilor termale și a presiunii, neefectuând și etapa finală a evaluării cantitative a riscurilor. Există o nevoie acută de produse software de acest tip pentru instalațiile industriei chimice. Existența acestora facilitează dezvoltarea aplicabilității tehnicilor evaluării cantitative a riscurilor, deoarece este ușurată executarea acestora.

A treia condiție pentru aplicarea demersului evaluării cantitative a riscurilor este să existe un cadru de lucru acceptabil pentru utilizarea estimărilor privind riscul în procesul de luare a deciziilor. Cadrul trebuie să acopere întreaga arie de întindere, începând de la reglemen-

tarile bazate pe riscuri, pâna la toate celelalte decizii privind designul, operarea si mentenanta instalatiilor sau planificarea utilizarii pamântului etc. Exista implementate astfel de cadre de lucru în Olanda si Marea Britanie. Oricum, acestea vor trebui sa evolueze în mod constant prin îmbunatatirile si ajustarile aparute odata cu dezvoltarea unor noi aplicatii.

Cele trei conditii prezentate sunt intercorelate si interdependente. Pentru a avea un impact semnificativ în procesul de luare a deciziilor, evaluarea cantitativa a riscurilor trebuie sa fie caracterizata printr-un cadru de lucru mai mult sau mai putin stabil procedural si metodologic împreuna cu instrumente specifice. Pe masura ce sistemul se dezvolta, vor fi identificate noi probleme care vor determina îmbunatatirea metodelor si instrumentelor existente.

Vom urmari etapele aferente construirii unui pachet de programe dedicat facilitarii implementarii evaluarii cantitative a riscurilor în domeniul instalatiilor din industria chimica. Se va încerca cuantificarea riscurilor induse de accidente din cadrul instalatiilor si care rezulta în eliberarea de substante toxice sau inflamabile. În mare, scopul prezentului demers este sa produca un cadru metodologic de luare a deciziilor si sa ofere instrumente de calcul pentru evaluarea si managementul riscurilor în cadrul surselor majore de prejudicii din sistemele complexe industrial-urbane.

*Obiectivele* urmarite sunt:

- Dezvoltarea unei metodologii integrate, a unor pasi procedurali si a unor rutine pentru analiza si evaluarea riscurilor dintr-o instalatie industrială care proceseaza materiale periculoase.
- Dezvoltarea unui cadru pentru luarea deciziilor si a instrumentelor software corespunzatoare pentru planificarea regionala a complexelor urban-industriale cu includerea modul de folosire a pamântului.
- Dezvoltarea unui cadru pentru luarea deciziilor si a instrumentelor software corespunzatoare pentru dezvoltarea unor planuri de raspuns în caz de prejudiciu pentru a fi utilizat de autoritatile locale sau regionale.

Vom considera doua categorii de materiale periculoase: substantele toxice si cele inflamabile. Riscul se va calcula în functie de modul în care dispersia de materiale toxice în atmosfera si exploziile sau incendierea unor materiale inflamabile afecteaza sanatatea populatiei. De asemenea se va urmari impactul substantelor poluante asupra solului. Pe cât posibil se va încerca utilizarea modelelor existente pentru previzionarea scenariilor de accidente si frecventa de aparitie, dispersia substantelor toxice în mediu, modul de raspuns si evaluarea consecintelor. Mai mult, procedurile metodologice existente trebuie utilizate pentru dezvoltarea cadrului de lucru, pentru planificarea folosirii pamântului si pentru planificarea masurilor de urgenta în caz de prejudiciu. Prin proiectul propus se doreste integrarea acestor modele si proceduri, expandarea teoriei si metodologiilor în caz de nevoie, precum si producerea unui software corespunzator.

Un proiect de acest tip trebuie sa aiba ca rezultat instrumente de lucru precum:

- un set de pasi procedurali pentru evaluarea integrata a riscurilor privind instalatiile a caror activitate presupune lucrul cu substante toxice si/sau inflamabile;
- un pachet de programe care implementeaza procedurile de evaluare a riscurilor; se primesc ca date de intrare frecventele accidentelor si se calculeaza riscurile individuale si/sau de grup;
- un set de proceduri si pasi metodologici pentru calculul riscului seismic pentru instalatiile care lucreaza cu substante toxice si/sau inflamabile;
- un cadru de lucru metodologic si un sistem de asistare computerizata a deciziei pentru planificarea utilizarii terenurilor;
- un model pentru transportul substantelor periculoase precum si produsul software corespunzator.

Metodologiile si procedurile de urmat pentru cuantificarea riscurilor privind instalatiile care utilizeaza substante toxice si/sau inflamabile pot fi împartite în trei mari grupe.

a) *Evaluarea posibilitatilor de defectare a instalatiei precum si a frecventei de aparitie a acestor defectiuni.*

Prima etapa a evaluării cantitative a riscurilor consta în analizarea instalației pentru identificarea potențialilor inițiatori de accidente, în care trebuie stabilite responsabilitățile partilor. Se estimează, de asemenea, frecvența de apariție a acestor defectiuni. Etapa consta în parcurgerea următorilor pași procedurali:

1. Identificarea surselor generatoare de probleme: principalele surse de eliberare potențială a substanțelor periculoase sunt identificate și sunt determinate ca fenomene inițiatore care pot cauza asemenea evenimente.

2. Determinarea succesiunii accidentelor: se dezvoltă un model logic al funcționării instalației. Modelul include fiecare posibil inițiator de accidente și modurile de manifestare a acestora. Sunt definite secvențe de accidente specifice, care consistă într-un eveniment inițiator, modul de comportare a sistemului și modul de răspuns la problemele aparute. Succesiunile de accidente pot implica eliberarea de substanțe periculoase. Erorile sistemului sunt modelate pentru a identifica cauzele de bază și pentru a permite cuantificarea probabilității și frecvenței apariției acestora.

3. Definirea stărilor de avarie: caracterizează condițiile de funcționare a instalațiilor și posibilitatea eliberării de substanțe periculoase. Succesiunile de accidente care prezintă aceleași condiții de daună sunt grupate în clase, fiecare clasă corespunzând unei stări de avarie particulare a fabricii.

4. Evaluarea datelor și a parametrilor: parametrii care trebuie estimați includ frecvențele evenimentelor declansatoare, nedisponibilitatea anumitor componente și probabilitățile acțiunilor umane. În momentul în care există date suficiente privind operațiunile de instalare este posibilă estimarea acestor parametri. Altfel sunt utilizate valori generice.

5. Succesiunile de accidente și cuantificarea mărimii pagubelor: se cuantifică succesiunea accidentelor și starea de avarie, determinând frecvențele de apariție. În particular, modelul fabricii construit în etapa a doua este cuantificat utilizând valorile parametrilor obținuți la pasul patru. Succesiunea de accidente care trebuie cuantificată este definită și manipulată în conformitate cu legile algebrei booleene, pentru a fi adusă într-o formă bună pentru

cuantificare. Există două forme de cuantificare ce pot fi aplicate: cea în care toți parametrii sunt considerați cunoscuți și cea în care se face calculul în regim de incertitudine, în care sunt cuantificate forme variate de incertitudine. Rezultatul acestei etape este calcularea frecvenței de apariție pentru fiecare succesiune de accidente și, prin urmare, pentru orice stare de avarie.

O dată ce sunt stabilite stările de avarie și frecvențele accidentelor, trebuie stabilite consecințele asupra muncitorilor și, în general, asupra populației. Nu este necesar să se estimeze consecințele pentru fiecare situație posibilă privind întreprinderea. Se va urma o procedură prin care sunt studiate cazurile cu frecvență însemnată. Trebuie avută mare atenție pentru a nu exclude din studiu anumite situații cu consecințe severe. În mod alternativ, unele persoane preferă să calculeze consecințele pentru toate situațiile identificate în ordinea frecvenței lor. Frecvența este calculată pentru acele situații care au consecințe ce nu pot fi neglijate. Alternativele sunt evidențiate în figura 1, unde estimarea frecvenței și evaluarea consecințelor sunt prezentate în paralel. Este de asemenea posibil ca situațiile existente și frecvențele lor să fie definite direct pe baza unor date anterioare. În acest caz, analiza trece direct la etapa a doua.

*b) Evaluarea consecințelor eliberării de substanțe toxice sau inflamabile*

A doua mare etapă a evaluării cantitative a riscurilor urmărește determinarea consecințelor eliberării de substanțe periculoase.

*b.1) Substanțe toxice.* Pentru substanțele toxice, evaluarea consecințelor implică următorii pași procedurali:

□ Determinarea categoriilor de eliberare de substanțe toxice în natură: o astfel de categorie definește toate condițiile fizice necesare, fenomene sau parametri care determină în mod unic concentrația de substanțe toxice în fiecare punct din jurul sursei poluatoare. Pentru ca substanțele toxice să fie dispersate în atmosferă, această etapă cuprinde determinarea tuturor condițiilor care se referă la acest lucru. Se includ aici: cantitatea și condițiile fizice privind substanțele eliberate, rata de evaporare - dacă este cazul, temperatura, alte

conditii atmosferice. O stare de avarie anume poate fi asociata cu o categorie de eliberare de substante toxice. Este posibil, oricum, ca o anume situatie sa genereze anumite tipuri de eliberari, în functie de parametri si conditii variate.

□ Dispersia atmosferica a substantelor toxice: în aceasta etapa este generat un model care simuleaza dispersia substantelor toxice. Modelul estimeaza concentratia de substante toxice ca fiind o functie de timp si spatiu. Fiecare categorie de eliberari duce la un nivel

specific de concentratie pentru fiecare punct din timp si spatiu.

□ Evaluarea dozelor: fiind data concentratia de substante toxice, o anume persoana din zona instalatiei va receptiona o anumita doza. Aceasta depinde de planul de raspuns în caz de urgenta implementat.

□ Evaluarea consecintelor: un model doza-raspuns primeste ca intrare doza calculata si determina probabilitatea de deces pentru individul contaminat.

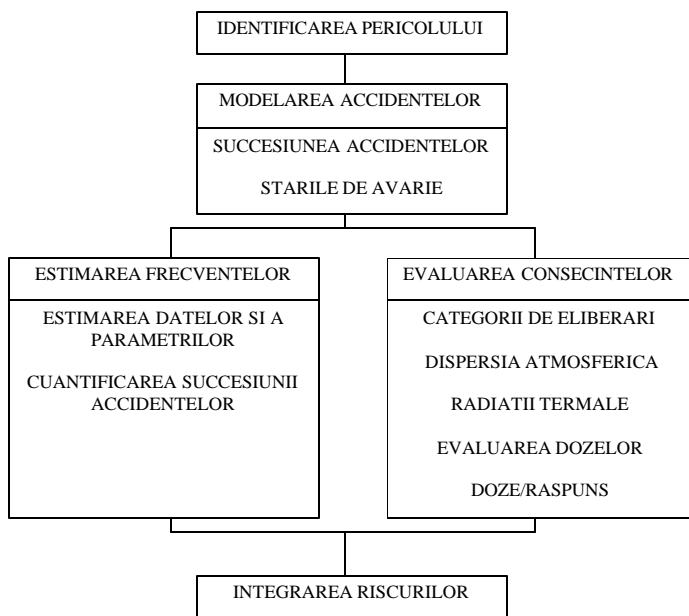


Fig. 1. Pasii procedurali generali pentru evaluarea riscurilor la instalatiile chimice

b.2) *Substantele inflamabile*. În cazul substantelor inflamabile exista un set distinct de masuri care pot fi luate:

□ Determinarea categoriilor de substante inflamabile eliberate: o astfel de categorie defineste toate conditiile fizice necesare, fenomene sau parametri care determina în mod unic nivelul fluxului termal sau nivelul suprapresiunii în fiecare punct din jurul sursei poluatoare. De exemplu în cazul gazului petrolier lichefiat se va stabili daca va rezulta o explozie sau o deflagratie în urma dispersarii atmosferice a gazului. Tipul de foc rezultat din alte materiale inflamabile este un alt exemplu.

□ Estimarea caldurii si a presiunii: în aceasta etapa se va stabili un model pentru simularea caldurii si/sau a presiunii rezultate din elibe-

rarea materialelor inflamabile, precum si pentru studierea fenomenelor fizice asociate. În continuare sunt calculate caldura si suprapresiunea.

□ Evaluarea dozelor: este studiata expunerea mai mult timp a unui individ la fenomenele extreme generate de un material inflamabil. Acest lucru defineste doza pe care un individ o primeste. În acest moment este luat în calcul orice raspuns de urgenta.

□ Evaluarea consecintelor: sunt utilizate modele corespunzatoare pentru calcularea probabilitatii decesului sau ranirii individului care a fost supus dozei respective.

c) *Integrarea riscurilor*

Integrarea rezultatelor obtinute pâna acum prin combinarea frecventelor diverselor accidente cu consecintele corespondente rezulta

în cuantificarea riscurilor. Exista în principiu doua modalitati pentru cuantificarea riscurilor: riscul individual si riscul de grup.

*Riscul individual* este definit ca fiind frecventa (probabilitatea pe unitatea de timp) ca un individ aflat la o locatie data  $(x,y)$  relativ la instalatia ( $s$ ) sa decedeze ca rezultat al accidentului în cadrul instalatiei. Acest lucru se exprima de obicei pe unitatea de timp a operatiei de instalare.

*Riscurile de grup* privind decesul iau în considerare în plus marimea populatiei si distributia în cadrul sitului. Riscurile de grup sunt exprimate în termenii asa numitelor curbe  $(F,N)$  si dau frecventa cu care se asteapta ca numarul deceselor sa depaseasca  $N$ .

### **Bibliografie**

Constantinescu, D. Odiatiu, R. Constantinescu, R., *Asigurarea riscurilor din mediul inconjurator*, Ed. Semne, Bucuresti, 2002.

Wilson, P., *The community Eco-Management and Audit Scheme - An overview, progress to date and current issues*, 1995, European Commission, Brussels.

Zeckhauser, R., "19<sup>th</sup> Annual Lecture of the Geneva Association and Catastrophes", *The Geneva Papers on Risk and Insurance*, 1996, 5.