

Cadrul conceptual și metodologic de analiză și evaluare a riscurilor pentru amplasamentele industriale de tip Seveso

(I) Terminologia, obiectivele și etapele evaluării riscurilor



Gabriel Bujor BĂBUȚ*
Roland Iosif MORARU**
Codruța DURA***

* Gabriel Bujor Băbuț este doctor inginer, conferențiar la Universitatea din Petroșani, auditor șef SRAC. E-mail: gabriel_babut@yahoo.com.



** Roland Iosif Moraru este doctor inginer, profesor la Universitatea din Petroșani. E-mail: roland_moraru@yahoo.com.



*** Codruța Dura este doctor economist, conferențiar în cadrul Facultății de științe și Prorector al Universității din Petroșani. E-mail: codrutadura@yahoo.com.

Fundamentată pe o analiză aprofundată a literaturii de specialitate, lucrarea își propune să prezinte cadrului conceptual și metodologic care permite analiza și evaluarea riscurilor de producere a accidentelor majore. În prima parte a lucrării este prezentată terminologia utilizată pentru evaluarea nivelului de risc al unui amplasament industrial, în acest scop fiind utilizate atât cele mai recente standarde internaționale în domeniu, cât și documentele elaborate de organizații naționale și internaționale de prestigiu. Au fost realizate delimitări conceptuale și a fost evidențiată traducerea/transpunerea greșită a unor termeni în limba română. În continuare, ca urmare a unei înlănțuirii logice, sunt descrise obiectivele și etapele demersului de analiză și evaluare a riscurilor. Partea cea mai consistentă a lucrării este dedicată realizării unui studiu critic-comparativ al stadiului actual al metodelor de analiză și evaluare a riscurilor aplicabile amplasamentelor industriale de tip Seveso, în vederea elaborării unei metode integrate de analiză și evaluare a riscului tehnologic, pentru o mai bună luare în considerare a diferiților parametri intrinseci unei instalații industriale și mediului său. Metodele de analiză și evaluare a riscurilor au fost studiate din punct de vedere funcțional, prezentându-se principalele etape de aplicare, datele de intrare necesare, tipurile de rezultate obținute,

domeniul și limitele de aplicare, precum și metodele și scalele utilizate pentru ierarhizarea riscurilor. Studiarea sistematică a interdependențelor dintre elementele constitutive ale metodelor de analiză și evaluare a riscurilor a permis elaborarea unei noi clasificări a acestora, cu caracter novator și original, care este diferită structural, conceptual și metodologic de clasificările descrise în literatura de specialitate din România.

Cuvinte-cheie: *accident major, analiză risc, evaluare risc, amplasament industrial, directiva Seveso.*

1. Introducere

Riscurile tehnologice constituie actualmente o prezență cotidiană în activitățile economice industriale. Prin efectele distructive generate atât asupra mediului, cât și asupra economiei sau siguranței vieții, ele afectează dezvoltarea economică și socială a regiunilor expuse.

Accidentele majore care se pot produce pe un amplasament industrial sunt reprezentate de explozii, incendii și emisii de substanțe toxice. Consecințele unor astfel de accidente pot fi grave, chiar catastrofale, ele materializându-se, în general, în pierderi umane, afectarea „ecologică” a mediului natural și în daune aduse proprietății.

Ca urmare a producerii unor accidente industriale cu consecințe deosebit de grave, care au marcat opinia publică, factorii de decizie de la nivelul Uniunii Europene au adoptat și au dezvoltat în mod continuu un cadru legislativ destinat controlului pericolelor de accidente majore în care sunt implicate substanțe periculoase.

La momentul actual, legislația comunitară în domeniul menționat este fundamentată pe prevederile Directivei nr. 96/82/CE (Seveso II) [32, 33, 34, 35, 37]. Producerea unor accidente industriale în sectoare de activitate exceptate de la aplicarea prevederilor Directivei Seveso II, precum și evoluția rapidă a cunoștințelor științifice și tehnice, au condus deja la revizuirea acestei directive.

Controlul asupra pericolelor de accident major în care sunt implicate substanțe periculoase se realizează prin intermediul unui ansamblu coerent și eficient de măsuri de prevenire și protecție destinate limitării probabilității de producere a unui accident major și a gravității consecințelor asupra amplasamentului și mediului său. Directiva Seveso II prevede explicit obligația operatorilor de a identifica și cuantifica riscurile de producere a unui accident major, evidențiind în mod imperativ necesitatea luării în considerare a mediului susceptibil de a fi afectat de consecințele unui astfel de accident.

Spre deosebire de situația existentă pe plan european, în România problematica privind controlul pericolelor de accidente majore în care sunt implicate substanțe periculoase nu a constituit până în anul 2003 obiectul unei abordări integrate, aspecte importante vizând această problematică fiind conținute într-un număr relativ mare de acte normative.

Transpunerea Directivei Seveso II în legislația națională s-a realizat inițial doar parțial, prin H.G. nr. 95/2003 [38], ulterior ea fiind preluată integral prin H.G. 804/2007 [39, 40, 41].

Adoptarea H.G. nr. 804/2007 a antrenat profunde modificări în maniera de abordare a securității amplasamentelor aflate sub incidența acestor noi reglementări. Printre cerințele formulate în acest act normativ se numără și obligația ca operatorul să elaboreze un raport de securitate și să-l pună la dispoziția autorităților competente pentru a-și putea desfășura activitatea pe amplasament. Unul dintre elementele care deține un rol de o importanță primordială în structura raportului de securitate îl constituie evaluarea (identificarea și analiza) riscurilor de accidente majore.

Până în prezent, în România autoritățile competente însărcinate cu aplicarea Directivei Seveso II nu au propus o metodologie formalizată destinată evaluării riscului pentru amplasamentele aflate sub incidența prevederilor acestei directive. În absența unei metodologii care să permită evaluarea nivelului de risc pentru un amplasament industrial de tip Seveso II, la momentul actual nu este posibilă clasificarea și ierarhizarea acestor amplasamente în funcție de particularitățile lor. De asemenea, este imposibil să se stabilească gradul de implicare a unui operator economic în gestionarea securității pe amplasamentul său.

Metodele de analiză a riscurilor permit realizarea identificării pericolelor și a cuantificării riscurilor, faze obligatorii în procesul de elaborare a unui raport de securitate. În funcție de tipul de instalație industrială și substanța implicată, pe plan mondial există o mare diversitate de metode de analiză și evaluare a riscurilor. Ansamblul metodelor se caracterizează prin varietate, atât din punct de vedere al abordării generale, cât și al domeniului de aplicabilitate.

Ca o consecință logică a celor menționate a apărut necesitatea realizării unei analize detaliate care să vizeze atât conceptualizarea noțiunilor și termenilor utilizați pentru evaluarea nivelului de risc al unui amplasament industrial, cât și sintetizarea rezultatelor cercetărilor fundamentale și aplicative existente la nivel național și internațional în domeniul analizei și evaluării riscurilor.

2. Terminologia utilizată pentru evaluarea nivelului de risc al unui amplasament industrial. Delimitări conceptuale

Definiția cu cel mai ridicat grad de generalitate a noțiunii de **nivel de risc** este conținută în SR GHID ISO

73:2010 – Managementul riscului. Vocabular [6]. Astfel, **nivelul de risc** este definit ca „mărimea unui risc sau a unei combinații de riscuri, exprimată în termeni de combinație a **consecințelor** (= efectul unui eveniment care afectează obiectivele) și a **plauzibilității**¹ (= posibilitatea ca ceva să se întâmple) acestora”.

În literatura de specialitate sunt prezentate o multitudine de definiții ale noțiunii de risc [66, 70, 93]. În domeniul controlului pericolelor de accident major în care sunt implicate substanțe periculoase, cele mai reprezentative definiții ale noțiunii de **risc** pot fi considerate următoarele:

- „probabilitatea producerii unui efect specific într-o perioadă sau în circumstanțe precizate; riscul rezidual se referă la riscul rămas după înlăturarea unora dintre factorii cauzatori de risc” [39];
- „efectul incertitudinii asupra realizării obiectivelor” [6]:
 - un efect este o abatere, pozitivă și/sau negativă, de la o așteptare;
 - obiectivele pot avea aspecte diferite (de exemplu financiare, de sănătate, securitate și de mediu) și se pot aplica la niveluri diferite (cum ar fi strategice, la nivel de organizație, de proiect, de produs și de proces);
 - riscul este adesea caracterizat prin referire la evenimente potențiale și la consecințe sau la o combinație a acestora;
 - riscul este adesea exprimat ca o combinație între consecințele unui eveniment (inclusiv modificările de circumstanțe) și plauzibilitatea asociată de apariție;
 - incertitudinea este starea, chiar și parțială, a deficitului de informații legate de înțelegerea sau cunoașterea unui eveniment, consecințele sale, plauzibilitatea sa.
- „speranța matematică a pierderilor de vieți omești, a răniților, a daunelor produse bunurilor și a afectării activității economice în cursul unei perioade de referință și într-o regiune dată; riscul este produsul dintre hazard² și vulnerabilitate” [11, 22, 63, 92].

Ultima definiție a riscului constituie una dintre abordările care sintetizează cel mai bine acest concept în domeniul controlului pericolelor de accident major în care sunt implicate substanțe periculoase. Problematika abordată în cadrul acestei lucrări impune definirea noțiunii de risc industrial major. Un **risc industrial major** este „un eveniment accidental care se produce pe un amplasament industrial și care antrenează consecințe imediate și grave pentru personal, populațiile învecinate, bunuri sau mediu” [11, 63].

¹ În terminologia managementului riscului, cuvântul „plauzibilitatea” este folosit pentru a se referi la posibilitatea ca ceva să se întâmple, indiferent dacă această posibilitate este definită, măsurată sau determinată în mod obiectiv sau subiectiv, calitativ sau cantitativ, și dacă este descrisă în termeni generali sau matematici (cum ar fi o probabilitate sau o frecvență într-o perioadă de timp dată); termenul în limba engleză „likelihood” (plauzibilitate) nu are un echivalent direct în unele limbi; în schimb, echivalentul termenului „probability” (probabilitate) este adesea folosit; cu toate acestea, în limba engleză, „probability” (probabilitate) este adesea restrictiv interpretat ca un termen matematic; prin urmare, în terminologia managementului riscului, termenul „likelihood” (plauzibilitate) este folosit cu intenția de a avea aceeași interpretare largă pe care termenul „probability” (probabilitate) o are în multe alte limbi decât engleza.

² Termenul din limba engleză „hazard (aléa în limba franceză)” a fost preluat greșit în limba română, în special în actele normative care reglementează managementul situațiilor de urgență; el ar trebui înlocuit cu termenul de „pericol” care reprezintă traducerea lui corectă în limba română.

³ H.G. nr. 804/2007 utilizează atât termenul de operator, cât și termenul de titular de activitate; această situație se datorează faptului că în prima transpunere a Directivei Seveso II, realizată prin H.G. nr. 95/2003, termenul din limba engleză „operator” a fost tradus prin „titular de activitate” și nu prin „operator” cum s-a întâmplat în cazul celei de a doua transpuneri a Directivei Seveso II, realizată prin H.G. nr. 804/2007.

Conceptele de risc și risc industrial major conduc automat la alte noțiuni care trebuie definite în raport cu amplasamentul industrial și cu mediul.

2.1. Amplasamentul industrial

H.G. 804/2007, care transpune în legislația națională prevederile Directivei Seveso II, definește **amplasamentul** [industrial] ca reprezentând „zona aflată sub controlul aceluiași operator³ (= orice persoană fizică sau juridică ce exploatează ori deține cu orice titlu un amplasament sau o instalație) în care, în una sau mai multe instalații (= unitate tehnică din cadrul unui amplasament, unde sunt produse, utilizate, manipulate și/sau depozitate substanțe periculoase; instalația cuprinde toate echipamentele, structurile, sistemul de conducte, utilajele, dispozitivele, căile ferate interne, docurile, cheiurile de descărcare care deservește instalația, debarcaderele, depozitele sau structurile similare, plutitoare ori de altă natură, necesare pentru exploatarea instalației), inclusiv în activitățile și infrastructurile comune, sunt prezente **substanțe periculoase** (= o substanță, un amestec sau un preparat, prevăzute în anexa nr. 1, partea 1, sau care îndeplinesc criteriile din anexa nr. 1, partea a 2-a, și care sunt prezente sub formă de materii prime, produse, produse secundare, reziduale sau intermediare, inclusiv acele substanțe despre care se presupune că pot fi generate în cazul producerii unui accident)” [39].

Amplasamentul industrial constituie o sursă susceptibilă de a genera un accident major al cărui nivel de pericol este caracterizat, în special, de natura substanței periculoase implicate în sensul Directivei Seveso II. La rândul său, accidentul major este caracterizat prin gravitatea sa.

Hazardul/pericolul este definit ca „proprietatea intrinsecă a unei substanțe periculoase sau a unei situații fizice, cu potențial de a induce efecte negative asupra sănătății populației și/sau mediului” [39].

Sursa de risc reprezintă un „element care, singur sau în combinație cu altele, are potențialul intrinsec de a produce un risc” [6]. O sursă de risc poate fi tangibilă sau intangibilă.

Categoriile de evenimente vizate de Directiva Seveso II sunt definite astfel [39]:

- **avarie/incident:** „eveniment care nu generează consecințe majore asupra sănătății populației și/sau asupra mediului, dar care are potențial să producă un accident major”;
- **accident major:** „producerea unei emisii importante de substanță, a unui incendiu sau a unei explozii, care rezultă dintr-un proces necontrolat în cursul exploatării oricărui amplasament,

care intră sub incidența H.G. nr. 804/2007 și care conduce la apariția imediată sau întârziată a unor pericole grave asupra sănătății populației și/sau asupra mediului, în interiorul sau în exteriorul amplasamentului, și în care sunt implicate una sau mai multe substanțe periculoase”.

Gravitatea reprezintă „capacitatea, mai mare sau mai mică, a unui fenomen de a provoca efecte asupra unor victime potențiale” [11].

2.2. Mediul

În cadrul acestei lucrări, **mediul** este considerat ca reprezentând ansamblul țintelor care pot fi afectate de către efectele unui accident major capabil să genereze daune asupra unor interese caracterizate printr-o vulnerabilitate.

Prin **daună** se înțelege „deteriorarea fizică (corporală, materială, de mediu etc.) sau morală, socialmente inacceptabilă, consecință directă sau indirectă, imediată sau întârziată, consecutivă unui eveniment considerat nefast” [11, 74].

Țintele⁴ pot fi „persoanele, bunurile, echipamentele, mediul amenințate de hazard și susceptibile să sufere prejudicii sau daune” [11, 92].

Vulnerabilitatea indică „fragilitatea elementelor supuse riscului în raport cu probabilitatea de producere a unui eveniment; cuantificarea vulnerabilității presupune estimarea unui coeficient a cărui valoare poate varia de la 1, valoare reprezentând vulnerabilitatea maximă, până la 0, valoare asociată unei vulnerabilități nule” [11, 18, 22].

În continuare sunt prezentate două definiții complementare [6]:

- **evaluarea riscului**⁵: „procesul de comparare a rezultatelor analizei riscului cu criteriile de risc pentru a determina dacă riscul și/sau mărimea acestuia sunt acceptabile sau tolerabile (evaluarea riscurilor este utilizată în luarea deciziei referitoare la tratarea riscului)”;
- **criteriile de risc**: „termenii de referință față de care este evaluată semnificația unui risc (criteriile de risc se bazează pe obiectivele organizației și pe contextul extern și intern; criteriile de risc pot rezulta din standarde, legi, politici și alte cerințe)”.

Este necesar să se precizeze diferența dintre analiza riscului și evaluarea riscului. **Analiza riscului** reprezintă „procesul de înțelegere a naturii riscului și de determinare a nivelului de risc” [6]. Analiza riscului oferă baza pentru evaluarea riscului și pentru deciziile referitoare la tratarea riscului.

Trebuie precizat faptul că termenul corect pentru procesul global care cuprinde identificarea, analiza și evaluarea riscului este de **aprecierea riscului**. Chiar dacă acest termen a fost introdus în limba română prin

standardele SR EN 1050:2000, SR EN ISO 12100-1,2:2004 și SR EN ISO 14121:2008 (abrogate și înlocuite în prezent cu standardul SR EN ISO 12100:2011 [9]), totuși el nu a fost preluat în standarde românești din familia ISO 31000 – Managementul riscului [6, 7, 8, 10]. În aceste standarde, expresia „risk assessment” a fost tradusă prin expresia „evaluarea riscului” și nu prin cea de „aprecierea riscului”, cum ar fi fost corect. Pentru a nu genera posibile confuzii legate de utilizarea unei expresii corecte din punct de vedere tehnic, dar neuzuală în limba română, în cadrul acestei lucrări s-a optat pentru utilizarea expresiei de „metode de analiză și evaluare a riscurilor” în locul celei de „metode de apreciere a riscurilor”.

Metodele de analiză și de evaluare a riscurilor sunt abordate în mod simultan în cadrul acestei lucrări.

3. Obiectivele și etapele metodelor de analiză și evaluare a riscurilor

Managementul riscurilor generate de instalațiile exploatate de operatorii industriali a constituit și constituie în continuare una din principalele preocupări ale acestora în domeniul securității. Pentru soluționarea acestei problematice, operatorii industriali și autoritățile competente au dezvoltat un ansamblu de metode a căror specificitate și grad de aprofundare este variabil.

3.1. Obiectivele

La momentul actual, metodele de analiză și evaluare a riscurilor utilizate pe plan mondial permit realizarea unei identificări a surselor de pericol și estimarea riscurilor asociate, fie într-o manieră deterministă, fie într-o manieră probabilistă [64].

Obiectivele declarate ale acestor metode pot fi sintetizate după cum urmează:

- un prim obiectiv constă în **reducerea nivelului de risc** asociat unei instalații:
 - prin **diminuarea gravității consecințelor** accidentelor majore (prin stoparea propagării accidentului sau prin atenuarea intensității acestuia) sau prin reducerea probabilității de producere;
 - prin **reducerea vulnerabilității** mediului.
- al doilea obiectiv vizează **furnizarea unui suport pentru adoptarea deciziilor** de către operatorii industriali și autoritățile competente, suport necesar pentru simplificarea și clarificarea interacțiunilor dintre aceste două părți;
- al treilea obiectiv este legat de **realizarea unei clasificări a amplasamentelor industriale**, în funcție de nivelul de risc asociat; de asemenea, pentru un amplasament industrial particular pot fi testate măsurile de îmbunătățire și poate fi evaluată influența modificărilor care trebuie efectuate pentru reducerea nivelului de risc.

⁴ Noțiunea din limba franceză „enjeux” a fost tradusă prin „ținte (potențiale)”, chiar dacă traducerea ei literară este cea de mize (interese); această noțiune, deși nu este încă utilizată pe scară largă în România, ea este din ce în ce mai pertinentă, în pofida faptului că este relativ nouă; ca urmare, este posibil ca ea să sufere în viitor modificări atât în ceea ce privește modul de definire, cât și în ceea ce privește traducerea ei.

⁵ În standardul SR GHID ISO 73:2010 noțiunea de „risk evaluation” a fost tradusă greșit prin „estimarea riscului”; în consecință, în cadrul acestei lucrări a fost preluată definiția noțiunii de „estimarea riscului” pentru a defini noțiunea de „evaluarea riscului”.

În general, metodele de analiză și evaluare a riscurilor pot fi descompuse în trei etape principale [29]:

- **etapa de identificare a riscurilor:** include descrierea sistemului și identificarea scenariilor de producere a accidentului major;
- **etapa de evaluare calitativă sau cantitativă a riscului:** poate fi deterministă și/sau probabilistă;
- **etapa de ierarhizare a riscurilor:** permite clasificarea riscurilor identificate.

3.2. Etapele

3.2.1. Identificarea riscurilor

Etapa de identificare a riscurilor se bazează pe o abordare descriptivă a amplasamentului (substanțe și activități periculoase, echipamente) și a mediului său. Aceste date sunt necesare pentru derularea diferitelor etape ale metodologiilor aplicate. Etapa de identificare a pericolelor are o importanță primordială, deoarece ea permite [74]:

- fundamentarea analizei riscurilor; într-adevăr, rezultatele etapei de identificare a riscurilor corespund datelor de intrare necesare parcurgerii următoarelor două etape (evaluarea și ierarhizarea); ca urmare, validitatea și exhaustivitatea acestor date au o importanță capitală în formularea unor concluzii cât mai realiste posibil;
- identificarea zonelor expuse la risc;
- selectarea situațiilor care prezintă un risc pentru realizarea unei analize eficiente a riscului.

3.2.2. Evaluarea riscurilor

Etapa de evaluare permite cuantificarea riscurilor, prin recurgerea la una din următoarele abordări:

- fie luând în considerare consecințele scenariilor predefinite din perspectiva daunelor potențiale; acest mod de **abordare este de natură deterministă**, fiind bazat pe evaluarea consecințelor („*consequence based approach*”); el este aplicat frecvent în Franța, Austria și, parțial, în Belgia;
- fie luând în considerare probabilitățile de producere a accidentului, **abordare de natură probabilistă** („*risk based approach*”).

Etapa de evaluare are drept scop cuantificarea impacturilor situațiilor periculoase identificate asupra amplasamentului industrial, a amplasamentelor industriale învecinate sau a mediului. În urma derulării etapei de identificare sau a aplicării succesive a etapei de identificare și a etapei de evaluare se obține un ansamblu de date mai mult sau mai puțin importante. În acest stadiu, poate fi necesară aprofundarea analizei prin trierea sau

prioritizarea elementelor care compun acest ansamblu de date. Acest demers se realizează prin intermediul etapei de ierarhizare.

3.2.3. Ierarhizarea riscurilor

Etapa de ierarhizare își propune clasificarea datelor obținute în etapele precedente, în scopul evidențierii sistemelor care prezintă riscurile cele mai severe. Etapa de ierarhizare poate să se concentreze asupra sursei de pericol sau asupra mediului acesteia și permite obținerea unui nivel de risc sau de pericol în funcție de metoda aplicată.

3.2.4. Combinarea etapelor

○ metodă de analiză a riscurilor nu presupune în mod obligatoriu parcurgerea tuturor celor trei etape menționate anterior. Ea poate fi compusă numai din:

- identificare sau evaluare sau ierarhizare;
- identificare și evaluare;
- identificare și ierarhizare;
- identificare, evaluare și ierarhizare.

În cazul în care analiza riscurilor constă doar în etapa de identificare, se impune cuplarea acestui demers cu o metodă complementară. Dacă se recurge doar la etapele de evaluare sau de ierarhizare, se recomandă aplicarea unei metodologii formalizate pentru identificarea într-o manieră structurată a datelor care vor fi supuse procesării pe parcursul celor două etape. Metodele care constau dintr-o singură etapă pot fi calificate ca fiind „**metode simple**”.

În toate celelalte trei cazuri, adică atunci când metodele sunt constituite din mai mult de o etapă unică, metodele pot fi suficiente ele însele, în funcție de obiectivele stabilite și de rezultatele vizate. Aceste metode sunt cunoscute sub denumirea de „**metode elaborate**”.

În mod independent de metodologia aplicată pentru efectuarea unei analize a riscurilor trebuie abordate trei puncte importante, în funcție de obiectivele prestabilite, și anume: rezultatele vizate, datele de intrare disponibile, metoda aleasă. Aceste trei puncte sunt interdependente și permit stabilirea nivelului de implicare necesar, în termeni de timp, mijloace umane și tehnice, pentru aplicarea metodei de analiză a riscurilor. În funcție de rezultatele vizate, va fi necesar un ansamblu de date specifice și se va putea recurge la aplicarea uneia sau mai multor metode.

Pentru studierea sistematică a acestor interacțiuni și a mecanismului de funcționare a metodelor de analiză și evaluare a riscurilor, în cele ce urmează este prezentată o nouă clasificare a acestora, cu caracter novator și original, care este diferită structural, conceptual și metodologic de clasificările descrise în literatura de specialitate din România.

C-as

Bibliografie

- [1] AIChE (1994), *Dow's chemical exposure index guide (first edition)*, AIChE technical manual published by the American Institute of Chemical Engineers, New York, USA.
- [2] AIChE (1994), *Dow's fire and explosion index hazard classification guide (seventh edition)*, AIChE technical manual published by the American Institute of Chemical Engineers, New York, USA.
- [3] **Alonso, C., Gavalda, J.** (1998), *A method to determine environmental risk in chemical process industries*, Proceeding of the 9th International Symposium Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries, pp. 1219-1227, May 4-7, 1998, Barcelona, Spain.

- [4] ASRO (2007), SR EN 61025:2007 – Analiza pe baza arborelui de defect (FTA), Asociația de Standardizare din România (ASRO), București, România.
- [5] ASRO (2009), SR EN 60812:2006 – Tehnici de analiză a fiabilității sistemelor. Procedura de analiză a modurilor de defectare și a efectelor lor (AMDE), Asociația de Standardizare din România (ASRO), București, România.
- [6] ASRO (2010), SR GHID ISO 73:2010 – Managementul riscului. Vocabular, Asociația de Standardizare din România (ASRO), București, România.
- [7] ASRO (2010), SR ISO 31000:2010 – Managementul riscului. Principii și linii directoare, Asociația de Standardizare din România (ASRO), București, România.
- [8] ASRO (2011), SR ISO 31010:2011 – Managementul riscului. Tehnici de evaluare a riscurilor, Asociația de Standardizare din România (ASRO), București, România.
- [9] ASRO (2011), SR EN ISO 12100:2011 – Securitatea mașinilor. Principii generale de proiectare. Aprecierea riscului și reducerea riscului, Asociația de Standardizare din România (ASRO), București, România.
- [10] ASRO (2013), SR BS 31100:2013 – Managementul riscului. Cod de practică și îndrumare pentru implementarea standardului SR ISO 31000, Asociația de Standardizare din România (ASRO), București, România.
- [11] Ayrat, P.A., Griot, C., Thomas, O. (2001), *Vers une harmonisation des concepts en science du risque*, International Symposium, Dire le Risque: „le risque en examen”, Mèze, France.
- [12] Băbuț, G.B., Moraru, R.I., Băbuț, M.C. (2009), *Metode integrate de evaluare a riscurilor (I)*, Calitatea – acces la succes, nr. 12/2009, pp. 53-57.
- [13] Băbuț, G.B., Moraru, R.I., Băbuț, M.C. (2009), *Metode integrate de evaluare a riscurilor (II)*, Calitatea – acces la succes, nr. 1-2/2010, pp. 87-91.
- [14] Băbuț, M.C. (2008), *Stabilirea bazelor metodologice de evaluare a riscului pentru amplasamentele aflate sub incidența prevederilor Directivei Seveso II*, Revista Minelor, nr. 9-10 (207-208)/2008, pp. 74-80.
- [15] Băbuț, M.C. (2009), *Synthesis regarding the basic concepts employed by risk assessment methods for establishments concerned by the requirements of Seveso II Directive*, Buletinul Institutului Politehnic din Iași, secția: știința și Ingineria Materialelor, Tomul LV (LIX), fasc. 1, pp. 23-30.
- [16] Băbuț, M.C. (2010), *Elementele constitutive ale cadrului conceptual de evaluare a riscurilor pentru amplasamentele aflate sub incidența prevederilor Directivei Seveso II*, Calitatea – acces la succes, nr. 7-8, pp. 81-87.
- [17] Băbuț, M.C. (2011), *Metode de analiză și evaluare a riscurilor aplicabile pentru amplasamentele industriale de tip SEVESO*, Editura Focus, Petroșani, România.
- [18] Bîldea, M. (2007), *Comunitate și vulnerabilitate: percepție, comunicare, reducerea riscului dezastrelor*, Editura Ministerului Internelor și Reformei Administrative, București, România.
- [19] CCPS/AIChE (2001), *Layer of Protection Analysis: Simplified Process Risk Assessment (CCPS Concept Book)*, Center for Chemical Process Safety/American Institute of Chemical Engineers, New York, USA.
- [20] Chung, P.W.H., Broomfield, E., Yang, S.H. (1998), *Safety related questions for computer-controlled plants: Derivation, organisation and application*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 11, no. 6, pp. 397-406.
- [21] Cornélis, B., Billen, R. (2001), *La cartographie des risques et les risques de la cartographie*, in HUPET P. (ed.), *Risque et systèmes complexes: Les enjeux de la communication*, P.I.E.-Peter Lang, Michel Q. & Brunet S. (series eds), Collection: Non-prolifération, vol. 2, Bruxelles, pp. 207-222.
- [22] CRAIM (2007), *Guide de gestion des risques d'accidents industriels majeurs à l'intention des municipalités et de l'industrie*, Conseil pour la réduction des risques d'accidents industriels majeurs (CRAIM), Montréal (Québec), Canada.
- [23] Darabont, Al., Pece, șt. (1996), *Protecția muncii*, Editura Didactică și Pedagogică, București, România.
- [24] Darabont, Al., Pece, șt., Dăscălescu, A. (2001), *Managementul securității și sănătății în muncă (vol. I și II)*, Editura AGIR, București, România.
- [25] Darabont, Al., Darabont, D., Constantin, G., Darabont, D. (2001), *Evaluarea calității de securitate a echipamentelor tehnice*, Editura AGIR, București.
- [26] Davoudian, K., Wu, J.S., Apostolakis, G. (1994), *The work process analysis model (WPAM)*, Reliability Engineering and System Safety, vol. 45, pp. 107-125.
- [27] Debray, B., Chaumette, S., Descouriere, S., Trommeter, V. (2006), *Méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle*, INERIS, Verneuil-en-Halatte, France.
- [28] Delvosalle, C., Fievez, C., Benjelloun, F. (1998), *Development of a methodology for the identification of potential domino effects in „Seveso” industries*, Proceeding of the 9th International Symposium Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries, pp. 1252-1261, May 4-7, Barcelona, Spain.
- [29] Descouriere, S., Bernuchon, E., Salvi, O., Bonnet, P. (2002), *Improvement of the hazard identification and assessment in application of Seveso II directive*, Proceedings of ESREL Conference, vol. 2, pp. 800-805, 18-21 March, Lyon, France.
- [30] Dolladille, O. (1999), *Proposition d'une méthode d'analyse d'effet domino*, Préventique-sécurité, no. 44, pp. 62-70.
- [31] Gadd, S.A., Leaming, D.G., Riley, T.N.K. (1998), *Transport Riskat: The HSE quantified risk assessment tool for toxic and flammable dangerous goods transport by road and rail in Great Britain*, Proceeding of the 9th International Symposium Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries, pp. 308-317, May 4-7, Barcelona, Spain.
- [32] EC (1997), *Council Directive 96/82/EC of 9 December 1996 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances*, Official Journal of the European Communities, L 010/14.01.1997, pp. 13-33.
- [33] EC (2003), *Regulation (EC) No 1882/2003 of the European Parliament and of the Council of 29 September 2003 adapting to Council Decision 1999/468/EC the provisions relating to committees which assist the Commission in the exercise of its implementing powers laid down in instruments subject to the procedure referred to in Article 251 of the EC Treaty*, Official Journal of the European Communities, L 284/31.10.2003, pp. 1-53.
- [34] EC (2003), *Directive 2003/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2003 amending Council Directive 96/82/EC on the control of major-accident hazards involving dangerous substances*, Official Journal of the European Communities, L 345/31.12.2003, pp. 97-105.
- [35] EC (2008), *Regulation (EC) No 1137/2008 of the European Parliament and of the Council of 22 October 2008 adapting a number of instruments subject to the procedure laid down in Article 251 of the Treaty to Council Decision 1999/468/EC, with regard to the regulatory procedure with scrutiny – Adaptation to the regulatory procedure with scrutiny – Part One*, Official Journal of the European Communities, L 311/21.11.2008, pp. 1-54.
- [36] EC (2004), *ARAMIS: Accidental Risk Assessment Methodology for Industries in the framework of SEVESO II directive – User guide*, E.C. Project EVG1-CT-2001-00036, (<http://mahb.jrc.it>).
- [37] EU (2012), *Directive 2012/18/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances, amending and subsequently repealing Council Directive 96/82/EC (Text with EEA relevance)*, Official Journal of the European Communities, L 197/24.07.2012, pp. 1-37.
- [38] Guvernul României (2003), H.G. nr. 95/2003 privind controlul activităților care prezintă pericole de accidente majore în care sunt implicate substanțe periculoase, Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 120 din 25.02.2003.
- [39] Guvernul României (2007), H.G. nr. 804/2007 privind controlul asupra pericolelor de accident major în care sunt implicate substanțe periculoase, Monitorul Oficial al României, partea I, nr. 539/08.08.2007.
- [40] Guvernul României (2009), H.G. nr. 79/2009 pentru modificarea H.G. nr. 804/2007 privind controlul asupra pericolelor de accident major în care sunt implicate substanțe periculoase, Monitorul Oficial al României, partea I, nr. 104/20.02.2009.
- [41] Guvernul României (2013), H.G. nr. 1033/2013 pentru completarea anexei nr. 1 la H.G. nr. 804/2007 privind controlul asupra pericolelor de accident major în care sunt implicate substanțe periculoase, Monitorul Oficial al României, partea I, nr. 15.02.2014.
- [42] Ham, K.J.M., van Kessel H.J.C.M., Wiersma, T. (1998), *Experiences with a safety report according to Seveso II: A pilot project in the Netherlands*, Proceeding of the 9th International Symposium Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries, pp. 1326-1340, May 4-7, Barcelona, Spain.
- [43] Holmberg, J. (1996), *Risk follow up by probabilistic safety assessment-experience from a finish pilot study*, Reliability Engineering and System Safety, vol. 53, no. 1, pp. 3-15.
- [44] Hurst, N.W., Young, S., Donald, I., Gibson, H., Muyselaar, A. (1996), *Measures of safety management performance and attitudes to safety at major hazard sites*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 9, no. 2, pp. 161-172.
- [45] IGSU (2010), *Metodologie pentru analiza riscurilor industriale ce implică substanțe periculoase*, Inspectoratul General pentru Situații de Urgență, București, România (www.igsu.ro/seveso.htm).
- [46] Jäger, P., Kühnreich, K. (1998), *Approach to a systematic determination and evaluation of risk potential*, Proceeding of the 9th International Symposium Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries, pp. 393-403, May 4-7, Barcelona, Spain.

- [47] **Jezler, W.** (1998), *Earthquake safety of structures and installations in chemical industry in the context of risk analysis*, Proceeding of the 9th International Symposium Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries, pp. 414-421, May 4-7, Barcelona, Spain.
- [48] **Kao, C.S., Dull, Y.S.** (1998), *Chemical runaway reaction hazard index and risk assessment*, Proceeding of the 9th International Symposium Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries, pp. 965-975, May 4-7, Barcelona, Spain.
- [49] **Kennedy, R., Kirwan, B.** (1998), *Development of a hazard and operability-based method for identifying safety management vulnerabilities in high risk systems*, Safety Sciences, vol. 30, no. 3, pp. 249-274.
- [50] **Khan, F.I., Abbasi, S.A.** (1997), *OptHazop – an effective and optimum approach for Hazop study*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 10, no. 3, pp. 191-204.
- [51] **Khan, F.I., Abbasi, S.A.** (1997), *Accident hazard index: A multi-attribute method for process industry hazard rating*, Process Safety and Environmental Protection, vol. 75, no. 4, pp. 217-224.
- [52] **Khan, F.I., Abbasi, S.A.** (1998), *Techniques and methodologies for risk analysis in chemical process industries*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 11, no. 4, pp. 261-277.
- [53] **Khan, F.I., Abbasi, S.A.** (1998), *Inherently safer design based on rapid risk analysis*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 11, no. 6, pp. 361-372.
- [54] **Khan, F.I., Abbasi, S.A.** (1998), *Multivariate hazard identification and ranking system*, Process Safety Progress, vol. 17, no. 3, pp. 157-170.
- [55] **Koller, G., Fischer, U., Hungerbühler, K.** (2000), *Assessing safety, health and environmental impact early during process development*, Industrial & Engineering Chemistry Research, vol. 39, no. 4, pp. 960-972.
- [56] **Korjusiommi, E., Salo, R., Taylor, R.** (1998), *Hazard analysis for batch processes and for special operations*, Proceeding of the 9th International Symposium Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries, pp. 422-431, May 4-7, Barcelona, Spain.
- [57] **Kusiak, A., Zakarian, A.** (1996), *Risk assessment of process models*, Computers & Industrial Engineering, vol. 30, no. 4, pp. 599-610.
- [58] **Larson, N., Kusiak, A.** (1996), *Managing design processes: A risk assessment approach*, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics – part A: Systems and Humans, vol. 26, no. 6, pp. 749-759.
- [59] **Leeming, D.G., Saccomanno, F.F.** (1994), *Use of quantified risk assessment in evaluating the risks of transporting chlorine by road and rail*, Transportation Research Record, no. 1430, pp. 27-35.
- [60] **Marshall, V.C., Ruhemann, S.** (1997), *An anatomy of hazard systems and its application to acute process hazards*, Trans IChemE, vol. 75, part B, pp. 65-72.
- [61] **Matei, I., Moraru, R.I., Băbuț, G.B.** (1996), *Alocarea unui nivel de securitate – un nou concept în analiza de risc*, Risc și Securitate în Muncă, 3-4/1996, pp. 47-52.
- [62] **Matei, I., Moraru, R.I., Băbuț, G.B.** (1996), *Reflecții privind fixarea pragului de probabilitate în studiile de securitate a muncii*, Risc și Securitate în Muncă, nr. 3-4/1996, pp. 53-56.
- [63] **M.E.D.A.D.** (2007), *Le risque industriel*, Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables (M.E.D.A.D.), Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques, Paris, France (http://catalogue.prim.net/36_le-risque-industriel.html).
- [64] **Moraru, R.I., Băbuț, G.B.** (2000), *Analiză de risc*, Editura Universitat, Petroșani, România.
- [65] **Moraru, R.I., Băbuț, G.B., Matei, I.** (2002), *Ghid pentru evaluarea riscurilor profesionale*, Editura Focus, Petroșani, România.
- [66] **Moraru, R.I., Băbuț, G.B.** (2009), *Managementul riscurilor: abordare globală – concepte, principii și structură*, Editura Universitat, Petroșani, România.
- [67] **Moraru, R.I., Băbuț, G.B.** (2010), *Evaluarea și managementul participativ al riscurilor: ghid practic*, Editura Universitat, Petroșani, România.
- [68] **Nicollet-Monnier, M.** (1996), *Integrated regional risk assessment: The situation in Switzerland*, International Journal of Environment and Pollution, vol. 6, no. 4-6, pp. 441-461.
- [69] **Oien, K., Sklet, S., Nielsen, L.** (1998), *Development of risk level indicators for petroleum production platform*, Proceeding of the 9th International Symposium Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries, pp. 382-393, May 4-7, Barcelona, Spain.
- [70] **Ozunu, A., Anghel, C.I.** (2007), *Evaluarea riscului tehnologic și securitatea mediului*, Editura Accent, Cluj-Napoca, România.
- [71] **Papazoglou, I.A., Noivolianitou, Z., Aneziris, O., Christou, M.** (1992), *Probabilistic safety analysis in chemical installation*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 5, no. 3, pp. 181-191.
- [72] **Pece, Șt.** (2009), *Metode europene de evaluare a riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională*, Ministerul Muncii, Familiei și Egalității de șanse, Revista Obiectiv, București, România.
- [73] **Pece, Șt.** (2010), *Evaluarea riscurilor în sistemul om-mașină*, Editura Rubin, Galați, România.
- [74] **Perilhon, P.** (2000), *Analyse des risques, éléments méthodiques*, Phoebus, la revue de sûreté de fonctionnement, no. 12, pp. 31-49.
- [75] **Perilhon, P.** (2000), *MOSAR: Présentation de la méthode, Technique de l'Ingénieur, traité, sécurité et gestion des risques*, article SE4060, pp. 1-16.
- [76] **Pitblado, R.M., Williams, J.C., Slater, D.H.** (1990), *Quantitative assessment of process safety programs*, Plant/Operations Progress, vol. 9, no. 3, pp. 169-175.
- [77] **Preyssl, C.** (1995), *Safety risk assessment and management – The ESA approach*, Reliability Engineering and System Safety, vol. 49, no. 3, pp. 303-309.
- [78] **Puertas, I., Sanz, J.C., Vaquero, C., Marono, M., Sola, R.** (1998), *Procedure for the review of quantitative risk assessment of the process industries*, Proceeding of the 9th International Symposium Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries, pp. 283-288, May 4-7, Barcelona, Spain.
- [79] **Rasmussen, B., Whetton, C.** (1997), *Hazard identification on plant functional modeling*, Reliability Engineering and System Safety, vol. 55, no. 2, pp. 77-84.
- [80] **Rogers, R.I.** (2000), *Methodology for the risk assessment of unit operations and equipment for use in potentially explosive atmospheres*, RASE – Explosive Atmosphere: Risk Assessment of Unit Operations and Equipment (EU Project No: SMT4-CT97-2169), pp. 1-135 (www.ineris.fr/centredoc/rase2000_va.pdf).
- [81] **Sankey, P. D.** (1998), *An insurer's involvement in the risk reduction process*, Proceeding of the 9th International Symposium Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries, pp. 441-450, May 4-7, Barcelona, Spain.
- [82] **Schlechter, W.P.G.** (1996), *Facility risk review as a mean to addressing existing risk during the life cycle of a process unit, operation or facility*, International Journal of Pressure Vessels and Piping, vol. 66, no. 1-3, pp. 387-402.
- [83] **Slater, D., Jones, H.** (1999), *Environmental risk assessment and the environment agency*, Journal of Hazardous Materials, vol. 65, no. 1-2, pp. 77-91.
- [84] **Suh, J.C., Lee, B., Kang, I.K., Yoon, E.S.** (1997), *An expert system for automated hazard analysis based on multimodel approach*, Computers & Chemical Engineering, vol. 21, Supplement 1, pp. S917-S922.
- [85] **Swanson M.B., Davis G.A., Kincaid, L.E., Schultz, T.W., Bartmess, J.E., Jones S.L., George E.L.** (1997), *A screening method for ranking and scoring chemicals by potential human health and environmental impacts*, Environmental Toxicology and Chemistry, vol. 16, no. 2, pp. 372-383.
- [86] **Szegő, J.** (1998), *Influence calculations of risk assessment in spatiotemporal terms. A new method for mapping risks for a dynamic human population*, Journal of Hazardous Materials, vol. 61, no. 1-3, pp. 125-131.
- [87] **Tiemessen, G., van Zweeden, J. P.** (1998), *Risk assessment of the transport of hazardous materials*, Proceeding of the 9th International Symposium Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries, pp. 299-307, May 4-7, Barcelona, Spain.
- [88] **Tixier, J., Dusserre, G., Salvi, O., Gaston, D.** (2002), *Review of 62 risk analysis methodologies of industrial plants*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 15, no. 4, pp. 291-303.
- [89] **Toola, A.** (1992), *Plant level safety analysis*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 5, no. 2, pp. 119-124.
- [90] **Trouff, M.D., Elsaid, H.H.** (1996), *The potential value of SAATY's eigenvector scaling method for short-term forecasting of currency exchanges rates*, Siam Review, vol. 38, pp. 650-654.
- [91] **Tweeddale, H.M., Cameron, R.F., Sylvester, S.S.** (1992), *Some experiences in hazard identification and risk short listing*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 5, no. 5, pp. 279-288.
- [92] **United Nations** (2009), *Terminology on Disaster Risk Reduction*, United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR), Geneva, Switzerland (http://unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf).
- [93] **Urdă, I.** (2006), *Avariile în industrie. Managementul stării de avarie*, Editura AGIR, București, 2006.
- [94] **Yang, S., Chung, P.W.H.** (1998), *Hazard analysis and support tool for computer controlled processes*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 11, no. 5, pp. 333-345.