

# INTEGRAREA SITUAȚIILOR LIMITĂ ADMISE ÎN EXPLOATARE ÎN ANALIZA RISCURILOR INDUSTRIALE

<sup>1</sup> Drd. Ing. Mihai Popescu STELEA

<sup>2</sup> Conf.univ.dr.ing. Roland Iosif MORARU

<sup>1,2</sup> UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI, ROMANIA

**REZUMAT:** Lucrarea propune o definiție operațională a Situațiilor Limită Admise în Exploatare (SLAE) și evidențiază indicatorii care pot permite compararea sarcinii prescrise cu sarcina efectivă, în contextul siguranței funcționării sistemului om-mașină. Analiza riscului trebuie să identifice punctele în care funcțiile referitoare la securitate nu sunt separate de alte funcții ale mașinii și să determine măsura în care accesul la aceste locații este posibil. Acest aspect este important în special atunci când este necesar accesul la distanță, pentru diagnosticarea sau corectarea procesului. A doua parte a lucrării sintetizează rezultatele analizei riscurilor realizată în două unități industriale cu luarea în considerare a situațiilor limită admise în exploatare și ocolirea măsurilor de securitate. Analiza efectuată în tipografia a permis încorporarea SLAE și s-a materializat în propunerea unui demers sistematic de analiză a riscurilor care permite integrarea acestor situații nedorite

## ANALIZA RISCULUI ȘI SIGURANȚA FUNCȚIONĂRII ÎN SISTEMUL OM – MAȘINĂ

Analiza riscului industrial chiar dacă pare dificilă la început, permite definirea unei situații industriale complexe, care face să intervină echipamente tehnice, produse, oameni și alți factori [6, 8, 9]. Riscul este definit „ca un pericol potențial, mai mult sau mai puțin previzibil” [1] și poate fi interpretat ca un nivel de insecuritate potențială, iar Favaro &Monteau [2] menționează că riscul este „un sentiment, resimțit de individ” (cazul unei abordări subiective). Starea nedorită a sistemului om-mașină conduce la consecințe negative de natură internă, când acestea se referă la sistem, sau de natură externă, când ele se referă la mediul exterior al sistemului [18, 19] (Figura 1). Villemeur [24], definește măsura riscului ca „dimensiunea unui pericol care asociază o măsură a probabilității de producere a unui eveniment nedorit și o măsură a efectelor sau consecințelor”.

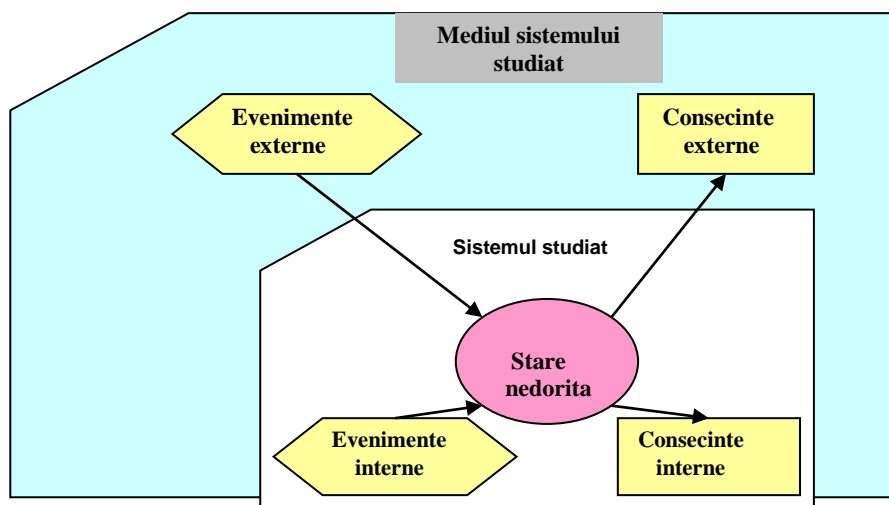


Figura 1. Câmpul cauzal generic al mulțimii „evenimente inițiatore-consecințe”

Natura consecințelor variază semnificativ și creează dificultăți privind analiza consecințelor [4, 10, 23]. Analiza probabilității de producere și a gravității consecințelor constituie baza evaluării riscului [11, 13, 14]. Evaluarea consecințelor se poate exprima în diverse moduri (Tabelul 1)

Tabelul 1. Modalități de exprimare a probabilității și a consecințelor

Măsura probabilității de producere	Evaluarea probabilității de producere	Natura consecințelor	Evaluarea consecințelor
Probabilitate Frecvență Procentaj, raport Exprimare literală	Pe operație, acțiune Pe solicitare Pe unitate de timp Pe durată de viață Pe un anumit interval de timp Pe distanță parcursă	Fizice Fiziologice Psihologice Financiare Politice Temporale Exprimare literală	Durată de indisponibilitate Număr de echipamente sau persoane afectate Amplitudine Costul daunelor

Siguranța în funcționare permite evaluarea gradului de încredere în serviciile pe care un sistem le furnizează. Gradul de încredere poate fi abordat în funcție de diferitele aspecte (Figura 4) interdependente și complementare [17, 20] cum sunt fiabilitatea, disponibilitatea, mentenabilitatea și securitatea.

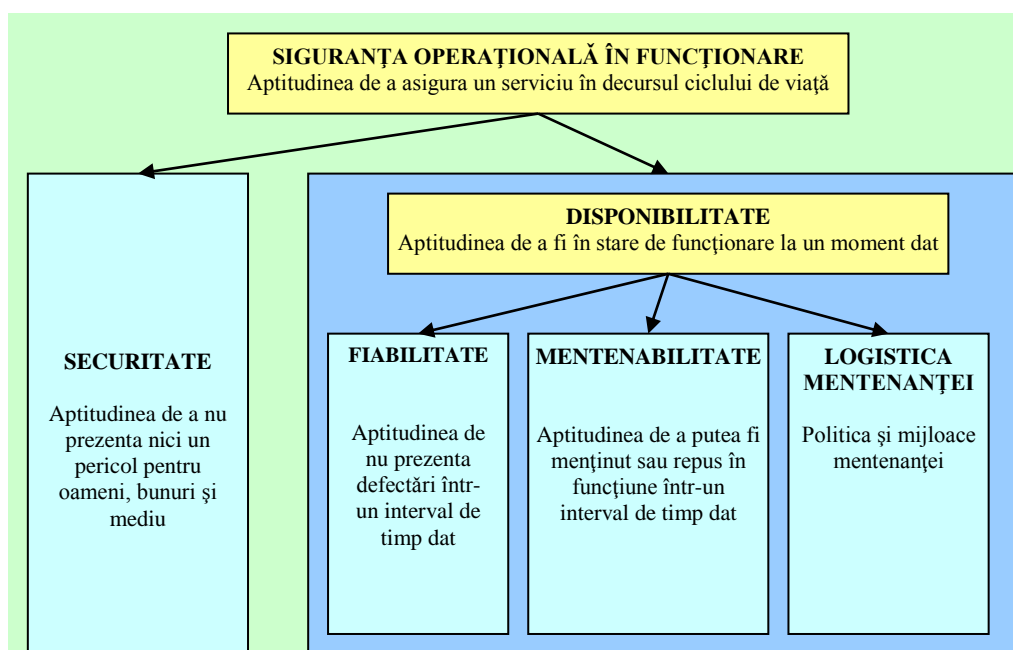


Figura 4. Structura componentelor siguranței operaționale a unui echipament tehnic

Analiza siguranței în funcționare are ca scop identificarea și cuantificarea obstacolelor care nu permit funcționarea normală a unui sistem [12]. Laprie [7] clasifică aceste obstacole, după cum urmează:

- defectarea, care corespunde unei abateri de la funcționarea normală;
- eroarea, reprezentând o parte a stării sistemului susceptibilă să genereze o defectare;
- greșeala, reprezentând cauza unei erori.

Definiția erorii umane propusă de Villemeur [24] este foarte apropiată de cea a defectării unei entități: „diferența dintre comportamentul operatorului uman și comportamentul impus acestuia, atunci când diferența depășește limita de acceptabilitate în condiții date”. Eroarea umană, constând dintr-o defectare a operatorului, se manifestă printr-un comportament diferit de cel prestabilit. Alți autori, dintre care îl menționăm pe Fadier [3], iau în considerare ansamblul activității umane. Ca urmare, eroarea umană poate fi definită ca „rezultatul inacceptabil (în afara

limitelor de toleranță) ale unei acțiuni umane și/sau absența acțiunii unui operator și/sau unei echipe, acțiune care ar trebui realizată pentru atingerea unui scop precis, în condiții date și într-un interval de timp determinat” [5]. Rezultă că eroarea umană se definește prin intervalul neacceptat între ceea ce s-a prevăzut (în termeni de acțiuni și rezultate) și ceea ce s-a realizat practic.

## SITUAȚIE LIMITĂ ADMISĂ ÎN EXPLOATARE: CONCEPT ȘI PARTICULARITĂȚI

Decizia operatorului uman poate fi divergentă în raport cu prescripțiile, datorită percepției diferite a unei situații sau datorită obiectivelor diferite [15].

Existența Situațiilor Limită Admise în Exploatare ridică problema metodelor actuale de analiză a riscurilor, metode care iau în considerare numai condițiile prescrise de exploatare. Luarea în considerare a SLAE lărgeste spectrul analizei riscurilor, adăugând situațiilor prescrise de exploatare riscurile asociate la SLAE. Pentru studiul efectuat, în cazul de față în tipografia, au fost reținute patru criterii:

- **productivitatea:** care se referă la numărul de exemplare tipărite; acest criteriu este în principal determinat de disponibilitatea echipamentelor de producție; obiectivul principal al sarcinii de muncă este numărul de exemplare care trebuie tipărite;
- **calitatea:** exemplarele trebuie să satisfacă anumite cerințe particulare privind absența defectelor de imprimare, nivelul de culoare (cât mai apropiat de machetă), pliere corectă etc.;
- **securitatea:** criteriul este reținut deoarece operatorii sunt expuși riscurilor de arsuri, striviri, manipulează substanțe toxice și inflamabile; erorile de manevrare a uscătorului pot genera explozii;
- **sarcina de muncă:** acest criteriu, care se referă la operații, este reținut în scopul integrării aspectelor individuale specifice operatorilor, după cum a fost menționat în paragraful anterior.

În consecință, ținând cont de observațiile menționate anterior pot fi formulate următoarele definiții care exprimă din punct de vedere tipologic Situațiile Limită Admise în Exploatare [16, 25]].

**Definiția 1: Situație Limită în Exploatare.** Fie  $g_i(t_j)$  evaluarea gravității în raport cu un criteriu  $i$ . Gravității  $i$  se poate asocia un prag de acceptabilitate pentru proiectant  $S_{i,C}$ , și pentru utilizatorul care exploatează echipamentul  $S_{i,E}$ . Un caz poate fi considerat situație limită (S.L.) dacă există cel puțin un criteriu pentru care gravitatea asociată depășește pragul de acceptabilitate al proiectantului:

$$SL = \left\{ s_j / \exists i / g_i(t_j) > S_{i,C} \right\} \quad (5)$$

**Definiția 2: Situație admisă în exploatare.** Un caz poate fi considerat drept situație admisă în exploatare (S.A.E.) dacă, indiferent de criteriul considerat, gravitatea asociată nu depășește pragul de acceptabilitate fixat de utilizator (relația 6).

$$SAE = \left\{ s_j / \forall i, g_i(t_j) < S_{i,E} \right\} \quad (6)$$

**Definiția 3: Situație limită admisă în exploatare.** Ansamblul situațiilor limită admise în exploatare (S.L.A.E.) se definește, conform relației (7), ca fiind intersecția dintre mulțimea situațiilor admise în exploatare (S.A.E.) și mulțimea situațiilor limită (S.L.).

$$SLAE = \left\{ s_j / s_j \in (SL \cap SAE) \right\} \quad (7)$$

**Definiția 4: Mod de funcționare normal ( $M_n$ ).** Este cazul modului de funcționare garantat de proiectant. Acest mod nu coincide obligatoriu cu calitatea sarcinii îndeplinite, însă criteriile de securitate sunt respectate.

**Definiția 5: Mod de funcționare nominal ( $M_o$ ).** Modul nominal este „în principiu, în perfectă adecvare cu calitatea misiunii”, corespunzând „satisfacerii specificației fixate, în condițiile prevăzute de producție”.

**Definiția 6: Mod incorect ( $M_i$ ).** Reprezintă modul de funcționare pentru care prescripțiile proiectantului nu sunt respectate, dar fără intenție.

**Definiția 7: Mod de abatere voluntară sau mod deviat ( $M_d$ ).** Este modul de funcționare pentru care prescripțiile proiectantului nu sunt respectate în mod deliberat.

**Definiția 8: Mod de utilizare adăugat ( $M_a$ ).** Reprezintă un mod de funcționare care nu se încadrează nici în mulțimea modurilor prescrise de proiectant, nici în mulțimea modurilor incorecte sau deviate. Algoritmul prezentat în Figura 6 permite determinarea diferitelor cazuri în funcție de punctul de vedere al proiectantului și al operatorului.

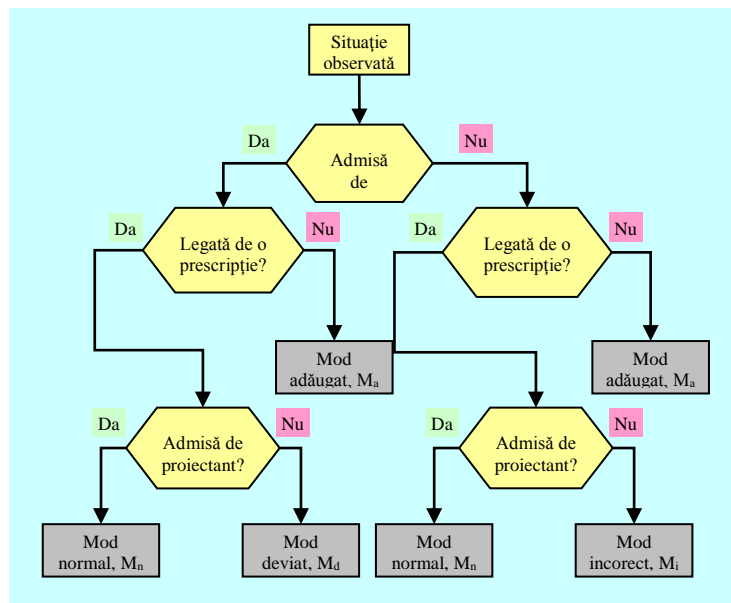


Figura 6. Determinarea modurilor de funcționare

Examinând ansamblul definițiilor de apartenență la situațiile limită și la situațiile limită admise în exploatare, se deduce că doar modurile deviate și modurile de utilizare adăugate generează situații limită admise în exploatare.

## REZULTATELE ANALIZEI EFECTUATE ÎN CADRUL S.C. TIPARG S.A. PITEȘTI ȘI S.C. GIG S.R.L. CÂMPULUNG

Analiza rezultatelor obținute în cadrul tipografiilor S.C. TIPARG S.A. Pitești și S.C. GIG S.R.L. Câmpulung [21], pe parcursul câtorva săptămâni de observații sistematice ghidate de metoda APRECIH [22], a permis identificarea a 32 de SLAE care au fost grupate în 6 categorii și anume: nerespectarea procedurilor, anihilarea mijloacelor fizice de securitate, intervenția asupra mașinii în funcțiune, probleme legate de forța de muncă și de instruire, activități deviate în procesul de mentenanță și catacreză (utilizarea unui echipament sau dispozitiv în alt scop decât cel pentru care a fost conceput). Ansamblul rezultatelor obținute din observațiile efectuate la cele două tipografii menționate este sintetizat în tabelul 2. Aproape 61 % din SLAE au legătură cu anihilarea sau ocolirea măsurilor de securitate. În acest context pot fi menționate: nerespectării procedurilor (măsuri imateriale de securitate), intervenții neautorizate în timpul funcționării mașinii (măsuri imateriale de securitate), anihilarea măsurilor de securitate fizice, catacreze care permit accesul operatorului în zone care în mod normal sunt inaccesibile (măsuri de securitate funcționale).

Tabelul 2. Categoriile de Situații Limită Admise în Exploatare observate în cadrul tipografiilor

Tipul SLAE	Număr de SLAE identificat
Nerespectarea procedurilor	8
Anihilarea fizice mijloacelor de securitate	6
Probleme legate de forța de muncă și de instruire	7
Intervenții asupra mașinii în funcțiune	4

Mentenanța	3
Catacreza* <i>utilizare eronată și abuzivă a unui cuvânt (aici în sensul de „comunicare greșită”</i>	4

Pentru studiul beneficiului, costului și deficitului potențial, în cazul fiecăruia din cele patru criterii de definire a gravității a fost realizată analiza multicriterială a SLAE identificate. Rezultatele obținute sunt redată în tabelul 3. Pentru fiecare criteriu a fost contabilizat numărul de SLAE pentru care s-a constatat existența unui beneficiu, cost sau deficit, ținând cont de faptul că anumite SLAE au efecte multiple, asupra mai multor criterii.

Tabelul 3. Analiza multicriterială a SLAE în termeni de beneficiu, cost și deficit potențial

Beneficiu imediat		Cost imediat		Deficit potențial	
Criterii	Număr de SLAE	Criterii	Număr de SLAE	Criterii	Număr de SLAE
Productivitate	20	Productivitate	6	Productivitate	6
Calitate	5	Calitate	12	Calitate	8
Sarcină de muncă	7	Sarcină de muncă	8	Sarcină de muncă	2
Securitate	0	Securitate	6	Securitate	16

Din analiza datelor cuprinse în tabelul 3 rezultă că majoritatea SLAE aduc un beneficiu imediat în termenii de producție ( $\approx 62\%$ ) permițând un câștig de timp în efectuarea operațiilor și limitarea întreruperilor în producție. Deficitul potențial se referă în  $50\%$  din cazurile SLAE la nivelul de securitate. Deși se concretizează rar, deficitul privind securitatea este o consecință a expunerii voluntare a operatorilor la zone periculoase și a fragilizării sistemelor de protecție în serie. În principal, costul se exprimă în termeni de sarcină de muncă ( $25\%$ ), rezultând din activitatea suplimentară prin care operatorii anihilează sau ocolesc măsurile de securitate.

Tabelul 4 ilustrează comparația dintre cele două tipografii, în funcție de anumite caracteristici. În profida diferențelor semnificative între cele două unități și a faptului că observațiile au fost efectuate pe perioade diferite de timp,  $46\%$  dintre SLAE observate sunt comune celor două unități de producție. Un număr de 3 SLAE au fost observate doar în tipografia S.C. TIPARG S.A. Pitești, în timp ce 5 SLAE au fost observate doar în tipografia S.C. GIG S.R.L. Câmpulung.

Tabelul 4. Descrierea comparativă a tipografiilor luate în studiu

CARACTERISTICI	TIPOGRAFIA S.C. TIPARG S.A. Pitești	TIPOGRAFIA B S.C. GIG S.R.L. Câmpulung
Forma de proprietate	Privată	Privată
Situația economică	Relativ stabilă, cu reale posibilități de dezvoltare	Oscilantă, cu posibilități de intrare în faliment
Organizarea muncii	2 x 8 ore; 5 zile/săptămână	1 x 8 ore; 5 zile/săptămână
Vârsta medie a operatorilor	35 ani	32 ani
Nivel studii	Studii medii	Studii medii
Organizarea echipelor	1 prim conducător; 2 conducători; 2 auxiliari; 2 recepționeri; 1 bobinator	
Instruire	- Instruire efectuată inițial de constructor; - Instruire la locul de muncă, conform normelor.	- Instruire la locul de muncă, conform normelor.
Rolul operatorului	Clar definit	Clar definit
Tip de produse	- Diverse cataloage; - Ziare; - Reviste de ultimă oră.	- Reviste de ultimă oră ( $80\%$ ); - Diverse imprimate ( $20\%$ ).

Configurație	Posibilitatea fabricării simultane a două produse	Un singur produs
Mentenanță (întreținere)	Curativă	În principiu curativă, cu reevaluarea periodicităților preconizate de constructor
Vechimea liniei	> 15 ani	> 20 ani
Configurația sistemelor de producție	2 linii juxtapuse dependente și/sau independente	Linii suprapuse dependente
Postul de lucru	Sistem complet închis într-o incintă anti-zgomot, care protejează toți operatorii de zgomotul generat de mașini	Sistem echipat cu o cabină de pilotaj care protejează conducătorul de zgomot

Acest rezultat subliniază caracterul generic al SLAE. Ele nu reprezintă cazuri izolate, ci se înregistrează în unități productive diferite. În consecință, se poate admite că soluțiile alese în etapele de concepție pot conduce la SLAE. Caracterul lor generic este un argument în sprijinul încercării de prognozarea a SLAE, încă din faza de concepție. Analiza în teren indică importanța SLAE, care se concretizează prin anihilarea sau ocolirea măsurilor de securitate, în concordanță cu răspunsul operatorilor din perspectiva gestiunii unui compromis.

## INTERPRETAREA REZULTATELOR

Analiza multicriterială a beneficiului, costului și deficitului potențial permite evidențierea SLAE de care trebuie să se țină seama în analiza riscurilor. Ca urmare, se impune abordarea analizei de risc dintr-o nouă perspectivă. În acest sens am elaborat arborele cauzelor pentru evenimentul nedorit „prezența operatorului în incinta mașinii de fălțuit”, din analiza căruia rezultă că arborele nu este același pentru situațiile prescrise de exploatare (reprezentat în Figura 7) și pentru Situațiile Limită Admise în Exploatare (reprezentat în Figura 8).

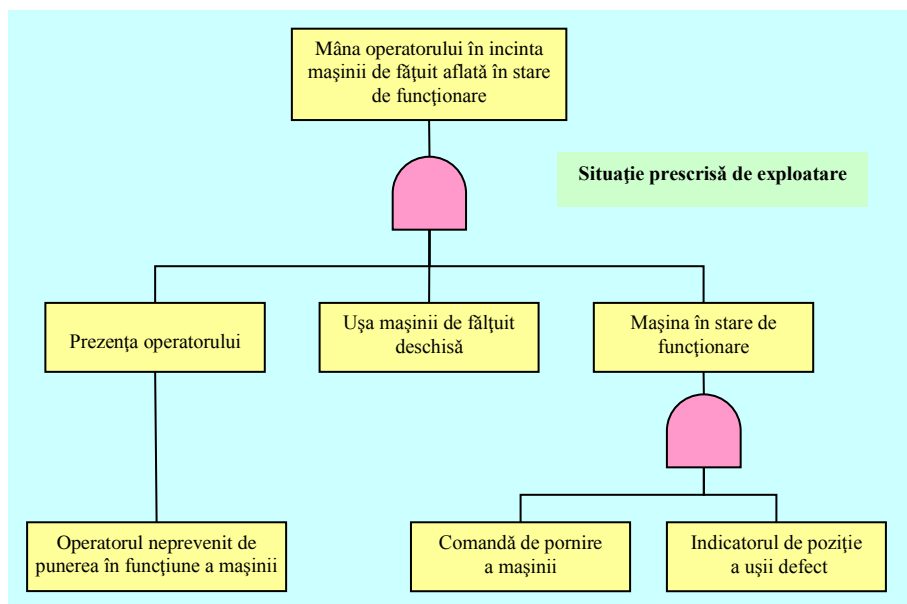


Figura 7. Arborele cauzelor pentru evenimentul „prezența operatorului în incinta mașinii de fălțuit” în situație prescrisă în exploatare

În primul caz nu se iau în considerare abaterile voluntare și deci nici efectele acestora asupra situației de muncă. În Situațiile Limită Admise de Exploatare indicatorul este dezactivat, iar operatorul acceptă voluntar să intervină în timpul funcționării mașinii. Acest exemplu confirmă faptul că cauzele unui eveniment nu sunt aceleași în situații prescrise de exploatare și în cazul

SLAE. Mai mult, este important să se remarce faptul că nu este posibil să se asocieze cauzelor primare ale primului arbore, cauzele celui de-al doilea.

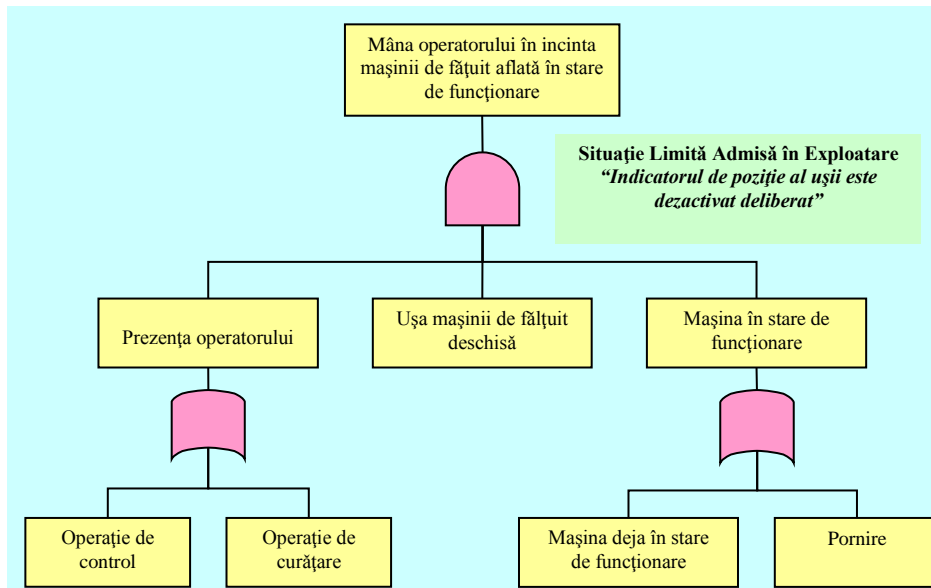


Figura 8. Arborele cauzelor pentru evenimentul „prezența operatorului în incinta mașinii de fălțuit” în Situație Limită Admisă în exploatare

Nerespectarea în cazul SLAE a procedurii de curățare a rulourilor cauciucate conduce la expunerea operatorilor la riscurile de strivire și la agresiuni chimice. Studiul modurilor de defectare ale componentelor tehnice și al erorilor umane trebuie completat prin studiul modurilor de anihilare sau ocolire al măsurilor de securitate care conduc la SLAE. În acest scop este necesară identificarea prealabilă a situațiilor de exploatare ale mașinii. Pentru luarea în considerare a SLAE în analizele a priori, demersurilor de analiză a riscurilor trebuie să li se adauge etapele de identificare ale SLAE.

După analiza preliminară a riscurilor, în urma căreia se identifică sursele de pericol, trebuie să urmeze analiza măsurilor de securitate aplicate. În acest sens, se va studia în mod special funcția precisă a fiecărei măsuri de securitate și restricțiile introduse, în ceea ce privește modurile de operare ale operatorului uman. Acest ansamblu al etapelor de identificare a situațiilor de exploatare, reprezentat în Figura 9, poate fi facilitat prin analize operaționale și experiența dobândită.

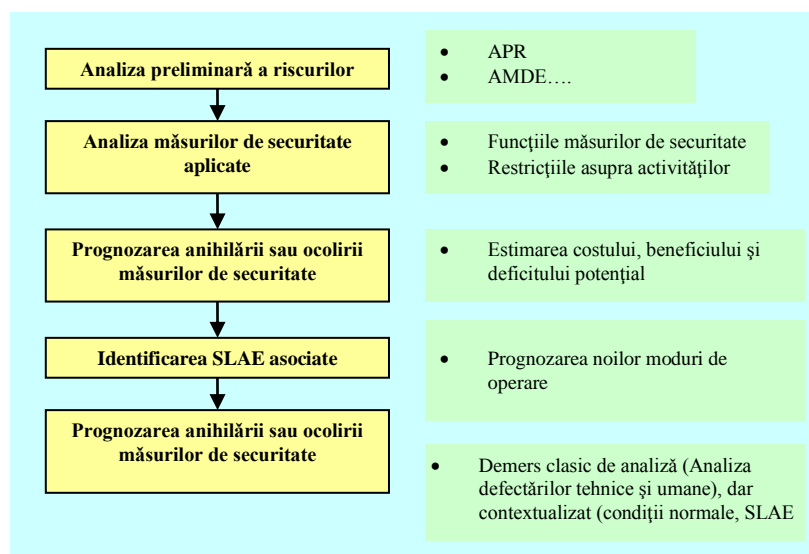


Figura 9. Structura demersului de integrare a SLAE în analiza riscurilor

Această analiză trebuie să se găsească la baza prognozării anihilării sau ocolirii măsurilor de securitate, prin estimarea costurilor, beneficiului și deficitului potențial. De asemenea, este posibilă analiza modurilor de operare asociate și prognozarea SLAE care decurg. În final, se poate realiza analiza riscurilor pentru fiecare situație de exploatare.

## CONCLUZII

În cadrul acestei lucrări s-a introdus noțiunea de Situație Limită Admise în Exploatare, ca situație acceptată de utilizatorul mașinii, dar neacceptată de constructor sau proiectant. SLAE se manifestă prin abateri voluntare și moduri adăugate. Până în prezent, aceste tipuri de abateri nu au fost luate în considerare în analizele de risc și, în consecință, spectrul riscului operațional nu este în întregime acoperit prin analizele a priori. SLAE reprezintă rezultatul unui compromis datorat abaterii de la prescripțiile proiectantului și/sau constructorului, în scopul îmbunătățirii performanțelor sistemului om – mașină. Evidențierea acestui compromis este facilitată printr-o analiză multicriterială. În scopul optimizării performanțelor în raport cu un criteriu (de exemplu, productivitatea), SLAE conduc la degradarea performanțelor în raport cu alt criteriu (de exemplu, securitatea). De asemenea, au fost prezentați doi indicatori care permit realizarea unei comparații între sarcina prescrisă și activitatea reală, în speță controlul și pierderea controlului.

Măsurile de securitate implementate de diferiți parteneri implicați sunt destinate prevenirii (reducerii probabilității de producere) și/sau protecției (minimizării gravității consecințelor) riscurilor de accidentare. Ele operează prin restricțiile impuse comportamentului operatorului. Anihilarea sau ocolirea unei măsuri de securitate constituie un mod de abatere voluntară. Analiza efectuată în tipografia, ghidată prin metoda APRECIH, a permis identificarea SLAE, majoritatea acestor situații corespunzând anihilării sau ocolirii măsurilor de securitate. În final, a fost propus un demers de analiză a riscurilor care permite integrarea acestor situații.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] **Desroches, A.** - *Concepts et méthodes probabilistes de base de la sécurité*. Editions Lavoisier TEC&DOC, Paris, 1995.
- [2] **Favaro, M., Monteau, M.** - *Bilan des méthodes d'analyse a priori des risques*. Cahiers de Notes Documentaires, nr. 139/1990, pag. 363.
- [3] **Fadier, E.** - *L'intégration des facteurs humains dans la sûreté de fonctionnement*. Revue de la sûreté de fonctionnement - Phoebus, numéro spécial, pag. 59-78, 1998.
- [4] **Hoc, J-M.** - *Le contrôle de l'activité, in Traité de psychologie cognitive, tome 2*. Editions Dunod, Paris, pag. 207-245, 1990.
- [5] **Hollnagel, E.** - *Reliability of cognition: Foundations of Human Reliability Analysis*. Academic Press, Londra, 1996.
- [6] **Kirwan, B.** - *Validation of human reliability assessment techniques –Part 1 & 2*. Safety Science, vol. 27, nr. 1/1997, pag. 25-75, Elsevier,
- [7] **Laprie, J.C.** - *Guide de la sûreté de fonctionnement*. Editions Cépaduès, 1995.
- [8] **Lemoine, M-P.** - *Coopération Hommes-machines dans les procédés complexes: modèles techniques et cognitifs pour le contrôle du trafic aérien*. Thèse de doctorat de l'Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis, 1998.
- [9] **Leplat, J., Hoc, J.M.** - *Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations*. Cahiers de psychologie cognitive, nr. 3/1983, pag. 49-63.
- [10] **Macwan, A., Mosleh, A.** - *A methodology for modelling operator errors of commission in probabilistic risk assessment*. Reliability Engineering and System Safety, Elsevier Science Limited, pag. 139-157, 1994.
- [11] **Moraru, R., Băbuț, G.** - *Analiză de risc*. Editura Universitas, Petroșani, 2000.
- [12] **Moraru, R., Băbuț, G., Matei, I.** - *Ghid pentru evaluarea riscurilor profesionale*. Editura FOCUS, Petroșani, 2002.
- [13] **Moraru, R., Băbuț, G.** - *Managementul riscurilor; Abordare globală-Concepte, principii și structură*. Editura Universitas, Petroșani, 2009.



- [14] **Moraru, R., Băbuț, G.** - *Evaluarea și managementul participativ al riscurilor profesionale*, Editura Focus, Petroșani, 2010, ISBN:978-973-677-206-1.
- [15] **Millot, P.** - *Concepts and limits for human-machine cooperation*. IEEE SMC IMACS Conference on Computational Engineering in Systems Applications, CESA'98, 1998.
- [16] **Polet, P., Vanderhaegen, F., Amalberti, R.** - *Modelling Border-line Tolerated Conditions of Use (BCTUs) and associated risks*. Safety Science, vol. 41, nr. 2-3/2002, pag. 111-136.
- [17] **Price, H.E.** - *The allocation of functions in systems*. Human factors, vol. 27, pag. 33-45, 1985.
- [18] **Rasmussen, J.** - *Risk management in a dynamic society: a modelling problem*. Safety Science, vol. 27, nr. 2-3/1997, pag. 183-213.
- [19] **Reason, J.** - *A system approach to organisational error*. Ergonomics, vol. 38, nr. 8/1995, pag. 1708-1721.
- [20] **Savić, S., Vučković, Lj., Anđelković, B.** - *Human operator as a risk factor in technological system*. Proceedings of III International Conference "Risk in Technological Systems and the Environment", Faculty of Occupational Safety, Niš, 30– 31.10.1997.
- [21] **Smărăndoiu, L.** - *Contribuții la identificarea riscurilor potențiale datorate erorilor umane în vederea diminuării accidentelor de muncă*. Referat doctorat, Universitatea din Petroșani, 2001
- [22] **Vanderhaegen, F.** - *APRECIH: a human unreliability analysis method - Application to railway system*.
- [23] **Vanderhaegen, F., Polet, P.** - *Evaluation des performances dans l'analyse des risques*, Communication présentée au Groupement pour la Recherche en Productique, <http://www.univ-savoie.fr/grp2000>, Annecy, Franța, 23-24.03. 2000.
- [24] **Villemeur, A.** - *Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels*. Editions Eyrolles, Collection de la direction des études et recherches d'EDF, 1988
- [25] **Zhang, Z., Polet, P., Vanderhaegen F., Millot P.** - *Towards a method to analyse the problematic level of Barrier Crossing*. European Conference on System Dependability and Safety, Lyon, Franța, pag. 71-80, 19-21.03.2002.