



UNIVERSITATEA BABEȘ – BOLYAI
FACULTATEA DE ȘTIINȚA ȘI INGINERIA MEDIULUI



ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚA MEDIULUI

**CONTRIBUȚII PRIVIND EVALUAREA RISCURILOR
TEHNOLOGICE PE AMPLASAMENTELE SEVESO CU
PROFIL DE PRODUCȚIE ȘI DEPOZITARE A AZOTATULUI
DE AMONIU ÎNGRĂȘĂMÂNT ÎN CONTEXTUL
PLANIFICĂRII TERITORIALE**

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

Profesor coordonator,

Prof. Univ. dr. ing. OZUNU Alexandru

Doctorand,

Ing. SABĂU (Leordean) Olimpia Ramona

Cluj – Napoca

2023

**CONTRIBUȚII PRIVIND EVALUAREA RISCURILOR TEHNOLOGICE PE
AMPLASAMENTELE SEVESO CU PROFIL DE PRODUCȚIE ȘI DEPOZITARE
A AZOTATULUI DE AMONIU ÎNGRĂȘĂMÂNT ÎN CONTEXTUL
PLANIFICĂRII TERITORIALE**

- REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT -

Listă de abrevieri.....	7
Cuvinte cheie.....	8
CAPITOL 1 INTRODUCERE.....	9
1.1 Rezumatul tezei.....	9
1.2 Motivarea alegerii temei.....	10
1.3 Scop.....	11
1.4 Obiective.....	11
CAPITOLUL 2 CONSIDERAȚII TEORETICE PRIVIND EVALUAREA CALITATIVĂ A RISCURILOR TEHNOLOGICE ÎN FABRICILE DE AZOTAT DE AMONIU – ÎNGRĂȘĂMÂNT.....	13
2.1 Hazarduri tehnologice – concept, definiții, prioritizare.....	13
2.1.1 Concept.....	13
2.1.2 Definiții.....	14
2.1.3 Prioritizarea hazardurilor tehnologice.....	17
2.2 Riscuri tehnologice pe amplasamente Seveso cu profil de producție și depozitare a îngrășămintelor pe bază de azotat de amoniu – concept, definiții, evaluarea și managementul riscului.....	18
2.2.1 Concept.....	18
2.2.2 Definiții.....	19
2.2.3 Evaluarea și managementul riscului pe amplasamente Seveso cu profil de producție și depozitare a îngrășămintelor pe bază de azotat de amoniu.....	21
2.2.4 Percepția asupra riscului în ceea ce privește activitatea amplasamentelor Seveso cu profil de producție și depozitare a îngrășămintelor pe bază de azotat de amoniu.....	22

2.2.5 Clasificarea riscurilor de accident major pe amplasamente Seveso cu profil de producție și depozitare a îngrășămintelor pe bază de azotat de amoniu.....	25
2.3 Conceptul de vulnerabilitate în contextul planificării teritoriale pentru amplasamentele Seveso cu profil de producție și depozitare a îngrășămintelor pe bază de azotat de amoniu.....	26
2.4 Accidente majore care implică substanțe periculoase pe amplasamentele Seveso	28
2.4.1 Concept. Definiții	28
2.4.2 Scurt istoric – accidente majore care implică substanțe periculoase.....	31
2.5 Analiza de risc privind evaluarea accidentelor majore care implică substanțe periculoase.....	36
2.5.1 Descriere generală.....	36
2.5.2 Analize calitative de risc aplicabile amplasamentelor Seveso cu profil de producție și depozitare azotat de amoniu îngrășământ.....	36
2.5.3 Analize cantitative de risc aplicabile amplasamentelor Seveso cu profil de producție și depozitare azotat de amoniu îngrășământ.....	43
CAPITOLUL 3 CUNOAȘTEREA ÎN DOMENIU LA NIVEL NAȚIONAL ȘI INTERNAȚIONAL CU PRIVIRE LA PLANIFICAREA TERITORIALĂ ÎN CAZUL AMPLASAMENTELOR SEVESO CU PROFIL DE PRODUCȚIE / DEPOZITARE A AZOTATULUI DE AMONIU ÎNGRĂȘĂMÂNT	46
3.1 Îngrășămintă chimice	46
3.1.1 Generalități.....	49
3.1.2 Clasificarea îngrășămintelor.....	49
3.1.3 Proprietăți periculoase ale îngrășămintelor chimice – specific azotat de amoniu pentru caracterul exploziv.....	51
3.1.4 Identificarea și inventarierea principalelor amplasamente SEVESO cu profil de producție / depozitare a azotatului de amoniu îngrășământ din România și Europa și proximitatea acestora față de zone vulnerabile.....	55
3.2 Sinteză de literatură.....	63
3.2.1 Cunoașterea în domeniu la nivel național cu privire la substanțele și preparatele chimice periculoase și în mod specific îngrășămintă – context legislativ și metodologic.....	63

3.2.2 Cunoașterea în domeniu la nivel internațional cu privire la substanțele și preparatele chimice periculoase și în mod specific îngrășăminte – context legislativ si metodologic.....	67
3.2.3 Standarde și bune practici privind depozitarea îngrășămintelor la nivel național și internațional.....	73
3.2.4 Cunoașterea în domeniu la nivel național și internațional cu privire la planificarea teritorială a obiectivelor cu risc de accidente majore care implică producția și depozitarea azotatului de îngrășământ – context legislativ si metodologic.....	77
CAPITOLUL 4 ANALIZA RISCURILOR ÎN CONTEXTUL PLANIFICĂRII TERITORIALE (LUP) ÎN CAZUL AMPLASAMENTELOR SEVESO CU PROFIL DE PRODUCȚIE / DEPOZITARE AZOTAT DE AMONIU CU AJUTORUL A DIFERITE METODE DE ANALIZĂ.....	85
4.1 Procesul de fabricație al azotatului de amoniu îngrășământ – descriere, schemă flux tehnologic.....	85
4.2 Aplicarea a diferite concepte de analiză bazate pe efecte / consecințe, risc în cazul amplasamentelor cu producție / depozitare azotat de amoniu îngrășământ.....	87
4.2.1 Analiza preliminară a hazardurilor (PHA) pentru procesul de producție / depozitare a azotatului de amoniu îngrășământ.....	88
4.2.2 Analize bazate pe consecințe / efecte pentru determinarea compatibilității teritoriale.....	99
4.2.3 Analize bazate pe risc (individual) pentru procesul de producție / depozitare a azotatului de amoniu îngrășământ.....	100
4.2.3.1 Calculul consecințelor prin echivalent TNT pentru azotat de amoniu îngrășământ în funcție de cantitățile produse / depozitate – rezultate.....	100
4.2.3.2 Analiza comparativă a rezultatelor modelării și simulării accidentelor majore care implică azotat amoniu depozitat sau manipulat pe amplasamentul Azomureș din perspectiva planificării teritoriale - STUDIU DE CAZ	104
4.2.3.3 Limitările și incertitudinile studiului.....	140
4.2.3.4 Rezultate și discuții.....	142

CAPITOLUL 5 MANAGEMENTUL RISCULUI ȘI AL SIGURANȚEI DE PROCES PE AMPLASAMENTELE SEVESO CU PROFIL DE PRODUCȚIE ȘI DEPOZITARE A AZOTATULUI DE AMONIU – ÎNGRĂȘĂMÂNT.....	146
5.1 Menținanță preventivă. Menținanță predictivă. Concept.....	146
5.2 Metodologia utilizată în analiza preliminară a riscurilor (PHA) privind stabilirea unor măsuri de menținanță preventivă și predictivă în procesul de granulare a AN îngrășământ.....	150
5.3 Măsuri de menținanță preventivă propuse pentru amplasamente SEVESO cu profil de producție a azotatului de amoniu îngrășământ.....	159
5.4 Măsuri de menținanță predictivă propuse pentru amplasamente SEVESO cu profil de producție a azotatului de amoniu îngrășământ	161
5.5 Concluzii cu privire la implementarea programelor de menținanță preventivă și predictivă în fabricile de producție a azotatului de amoniu îngrășământ.....	163
CAPITOLUL 6 CONCLUZII FINALE ȘI PERSPECTIVE PENTRU VIITOR.....	163
6.1 Concluzii finale.....	165
6.2 Perspective pentru viitor.....	167
BIBLIOGRAFIE.....	170

Cuvinte cheie

accidente majore, analize calitative de risc, azotat de amoniu, îngrășăminte chimice, explozii, substanțe periculoase, risc tehnologic, percepția riscului, planificare teritorială, menținanță preventivă, menținanță predictivă

Rezumatul conține o parte din rezultatele tezei, concluzii generale și bibliografie selectivă, paginația pentru cuprins, precum și numerotarea capitolelor, subcapitolelor, figurilor, tabelelor și relațiilor matematice, fiind aceleași cu cele din teză pentru o mai ușoară identificare.

1 INTRODUCERE

1.1 Rezumatul tezei

Este cunoscut faptul că dezvoltarea industriilor de proces din ultimele decenii a făcut ca incidentele și accidentele chimice și tehnologice, să ia amploare. Pentru acumularea de cunoștințe noi, studiile arată tot mai des faptul că tehnica „learning by doing” este una foarte eficientă. Din păcate, acest lucru presupune printre altele, să învățăm din greșelile sau întâmplările nefericite ale celorlalți pentru a putea preîntâmpina sau reduce efectele nedorite potențiale sau rezultate în urma producerii unui risc, fie el sub forma unui incident sau a unui accident (*Eckhoff, 2005*).

Interesul crescând pentru îmbunătățirea acțiunilor de siguranță operaționale privind depozitarea, transportul și manipularea substanțelor periculoase, cum este și azotatul de amoniu, a plecat de la o serie de evenimente catastrofice, care au avut loc în întreaga lume.

Azotatul de amoniu a fost implicat în ultimii ani, într-o mulțime de accidente și dezastre, foarte cunoscute și mediatizate, cum ar fi și cel de la Toulouse (Franța) din 2001, Mihăilești, din județul Buzău, România, din 24 mai, anul 2004, Texas City, din 16 Aprilie, 1947, iar cel mai recent, accidentul de la Beirut din 2020. Toate acestea sunt descrise mai pe larg în subcapitolul 2.4.2 Scurt istoric – accidente majore.

Desigur că pentru a putea contura o idee cât mai clară în jurul acestui subiect, s-a avut în vedere descrierea într-un capitol special dedicat acestui scop, a contextului legislativ și metodologic privind gestionarea substanțelor și preparatelor chimice periculoase existente în fabricile de îngrășăminte. Astfel, în Capitolul 3 al prezentei lucrări, se regăsește o sinteză de literatură amplă, care adună la un loc toate actele de reglementare privind substanțele și preparatele chimice periculoase, în mod specific îngrășăminte, respectiv azotat de amoniu. Tot în acest capitol, au fost identificate principalele amplasamente Seveso cu profil de producție / depozitare a azotatului de amoniu îngrășământ din România și proximitatea acestora față de zonele vulnerabile.

În concordanță cu obiectivele stabilite și tratate în capitolele următoare, au fost parcurși pași semnificativi în crearea unui cadru general de tratare a riscurilor tehnologice existente în fabricile de îngrășăminte la nivel conceptual, prin definirea unor termeni cheie în acest context (ex. hazard, risc, vulnerabilitate, accident major, analiză de risc, etc). În mod specific, în cadrul Capitolului 4, riscul de explozie al azotatului de amoniu în timpul procesului de producție / depozitare, este analizat în mod comparativ, prin aplicarea a două metode diferite de analiză,

din punct de vedere a compatibilității acestor amplasamente (Seveso) pe care se desfășoară aceste procese, cu activitățile vulnerabile desfășurate în imediata apropiere, subiect pentru care s-a considerat oportună și scrierea unui articol în acest sens, aprobat spre publicare *Comparative study on land-use planning methodologies based on physical effects, consequence and risk analysis for ammonium nitrate fertilizer production facilities (Torok și colab., 2023)*.

În acest context, trebuie precizat faptul că analiza continuă și interesul tot mai crescând al autorităților și legiuitorului totodată referitor la accidente și dezastre, sunt esențiale în conștientizarea și învățarea unor lecții privind siguranța procesului, precum și în generarea unor programe de prevenire a acestora. Acest lucru este vizibil în Capitolul 5 al prezentei teze, în care practic cu ajutorul analizei preliminare a hazardurilor este supus analizei unul dintre echipamentele cheie implicate în procesul de producție și în mod specific, de granulare, al azotatului de amoniu îngrășământ. Ca urmare a derulării analizei PHA au fost identificate principalele cauze care pot duce la defecțiuni în instalație, respectiv care pot afecta procesul generând consecințe majore materiale, asupra mediului înconjurător și asupra siguranței populației. În consecință, se vor propune măsuri de mentenanță preventivă și predictivă pentru ca astfel de riscuri să fie evitate și gestionate corespunzător în viitor.

În Capitolul 6 s-au propus direcții viitoare de cercetare cu privire la evaluarea riscurilor tehnologice în contextul planificării teritoriale.

1.2 Motivarea alegerii temei

Tema aleasă pentru a fi tratată în teza de doctorat, reprezintă o particularitate în direcția stabilită inițial, datorită faptului că îngrășămintele chimice sunt în marea lor majoritate substanțe periculoase, clasificate ca atare de numeroase acte legislative, atât la nivel național, cât și internațional. Pentru alegerea temei, s-a avut în vedere identificarea prealabilă a aspectelor care pot duce la concluzia potrivit căreia procesul de fabricare a îngrășămintelor chimice, este unul realmente periculos.

Ca urmare a numeroaselor accidente cu îngrășămintele chimice, în special cu azotat de amoniu care au avut loc în întreaga lume, condițiile de producție, utilizare, manipulare, depozitare și transport ale azotatului de amoniu, au devenit din ce în ce mai stricte, fiind reglementate cât se poate de clar în numeroase acte legislative.

1.3 Scop

Fără îndoială unul dintre cele mai importante scopuri avute în vedere în lucrare, a fost acela al sporirii siguranței populației, industriale și de proces, prin obiectivele clar stabilite și urmărite pe parcursul derulării lucrării.

Protecția mediului și a dezvoltărilor viitoare, au fost, de asemenea, unele dintre cele mai de impact scopuri ale acestei lucrări, în contextul în care amplasamentele SEVESO cu risc de accidente majore, ar trebui să existe și să funcționeze doar în măsura în care verifică și confirmă compatibilitatea cu amenajarea teritorială. Astfel, un alt scop definit în această lucrare, a fost acela al identificării unor măsuri adecvate de prevenire și reducere a riscurilor din cadrul procesului de producție și depozitare a azotatului de amoniu îngrășământ, în vederea eficientizării răspunsului la situații de urgență, în contextul planificării teritoriale.

1.4 Obiective

Obiectivul **major** al prezentei lucrări a fost acela al aducerii unor contribuții semnificative la creșterea siguranței populației și industriale prin îmbunătățirea metodologiei de Planificare Teritorială în cazul amplasamentelor Seveso cu profil de producție / depozitare azotat de amoniu îngrășământ din România.

Mai specific, prin prezenta lucrare, s-a urmărit punctarea celor mai importante aspecte referitoare la lipsurile metodologiei aplicabile la nivel național în privința planificării teritoriale și a propunerii unor sugestii de îmbunătățire a acestei metodologii, în vederea gestionării corespunzătoare a accidentelor cu explozii care implică azotat de amoniu îngrășământ din România.

În acest sens, unul dintre obiectivele principale ale acestei lucrări, a fost acela al evaluării calitative a riscurilor tehnologice prezente pe amplasamentele menționate anterior, cu ajutorul analizei preliminare a riscurilor – PHA, identificarea riscurilor fiind realizată în funcție de gradul de pericolozitate al substanțelor și materialelor prime / auxiliare utilizate în proces, precum și ținând cont de caracterul de pericol al instalațiilor / echipamentelor care vehiculează substanțele și materialele respective. Astfel, prin intermediul analizei de tip PHA, se vor identifica, trata și inventaria acele evenimente care pot apărea în momentul în care se neglijează aspecte esențiale referitoare la caracteristicile fizico - chimice ale substanțelor/preparatelor periculoase implicate în procesul de producție / depozitare a îngrășămintelor, în mod specific a azotatului de amoniu. Scenariile privind posibilele explozii implicând azotatul de amoniu, au fost ulterior analizate într-un capitol distinct, din punct de vedere a efectelor

fizice / consecințelor produse, în contextul compatibilității cu planificarea teritorială existentă la nivel național.

În acest context, un alt obiectiv important urmărit în prezenta lucrare, este acela al sporirii siguranței industriale prin stabilirea unor măsuri de mentenanță preventivă și predictivă adecvate, în cazul amplasamentelor Seveso cu profil de producție / depozitare azotat de amoniu îngrășământ, măsuri care vor genera prin ele însele creșterea securității și sănătății populației și a mediului înconjurător.

2 CONSIDERAȚII TEORETICE PRIVIND EVALUAREA CALITATIVĂ A RISCURILOR TEHNOLOGICE ÎN FABRICILE DE AZOTAT DE AMONIU – ÎNGRĂȘĂMÂNT

2.1 Hazarduri tehnologice – concept, definiții, prioritizare

2.1.1 Concept

Cele trei componente principale ale hazardului, formează ceea ce este cunoscut în siguranța de sistem ca și triunghiul hazardului și dacă orice parte a triunghiului de pericol este eliminată prin tehnici de proiectare, pericolul și riscul asociat acestuia sunt de asemenea eliminate (A. Ericson II, 2015).

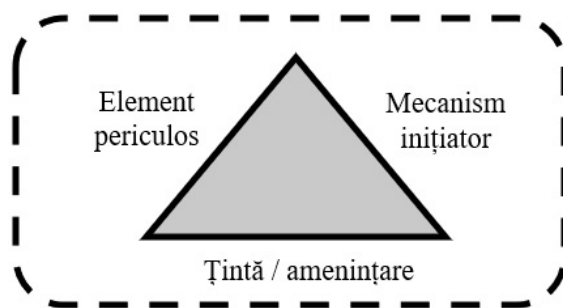


Fig. 1 Triunghiul hazardului (adaptat după A. Ericson II, 2015)

În prezent, conceptul de hazard nu are un înțeles unitar. În majoritatea conceptelor disponibile, se omite evidențierea atributelor esențiale ale hazardurilor. Așadar conceptul este unul neclar, adesea confundat cu potențial de accident, factor cauzator de accident, etc., când literalmente hazardul reprezintă o sursă de pericol. Cu toate acestea, siguranța sistemelor țin cont de hazarduri ca o precondiție a producerii unui accident (Yuebing și colab., 2011).

2.1.2 Definiții

Hazardul, poate fi definit, potrivit UNISDR, ca un proces, fenomen sau activitate umană care poate provoca efecte asupra sănătății, precum și vătămări sau chiar decese, pierderi materiale, cu implicații sociale și economice sau daune asupra mediului înconjurător (UNISDR, 2009).

Potrivit Bîldea (2007), un aspect foarte important în privința hazardurilor, este percepția vis-a-vis de natura și evoluția acestora. Astfel, hazardurile sunt percepute ca făcând parte integrantă din viața noastră, fiind adesea influențate de factori ce țin de educație, experiență personală și profesională, contextul social și politic, etc.

Hazardurile tehnologice vizează amenințarea potențială ca o tehnologie sau produsele sale, să producă efecte dăunătoare asupra oamenilor, naturii, capitalului sau facilităților create de om. În percepția publică, cei doi termeni, hazardul și riscul, sunt adesea interschimbabile, lucru care creează reale provocări în domeniul comunicării acestora (Scheer și colab., 2010).

2.1.3 Prioritizarea hazardurilor tehnologice

Identificarea corectă a hazardurilor este una dintre sarcinile majore ale siguranței sistemelor și presupune, printre altele, recunoașterea hazardurilor. Pentru o prioritizare cât mai corectă a hazardurilor, adesea sunt întocmite liste de verificare, care pot fi satisfăcătoare și suficiente atunci când vorbim despre o tehnologie veche, cu inovații puține și hazarduri întâlnite anterior, însă care sunt cu siguranță insuficiente, atunci când vorbim despre tehnologii și design-uri noi. Tocmai din acest motiv au apărut metode de analiză calitativă a hazardurilor, care ajută la o prioritizare cât mai realistă a acestora (Kletz, 1999).

Astfel, în cadrul tezei au fost ierarhizate hazardurile referitoare la procesul de producție și depozitare a azotatului de amoniu îngrășământ și au fost evaluate din punct de vedere cantitative, hazardurile responsabile de un potențial impact major asupra societății, din punct de vedere al infrastructurii, economiei, sănătății și mediului înconjurător. Prioritizarea a fost realizată ținând cont de mai multe aspecte, corelate sau luate independent unele de altele, ca de exemplu cauza sau evenimentul declanșator, contextul în care a avut loc evenimentul și / sau consecințele rezultate.

2.2. Riscuri tehnologice pe amplasamente Seveso cu profil de producție și depozitare a îngrășămintelor pe bază de azotat de amoniu – concept, definiții, evaluarea și managementul riscului

2.2.1 Concept

Practic, în orice decizie luată vis-a-vis de o tehnologie nouă sau una deja existentă, implică un nivel de risc acceptabil, care presupune un echilibru între potențiale riscuri și beneficiile asociate tehnologiei în sine. Riscul, ca și concept, din punct de vedere tehnic, se concentrează în jurul probabilității de producere a unor evenimente, respectiv a amplorii eventualelor consecințe specifice.

Riscul este definit adesea, matematic, prin înmulțirea celor variabile, presupunându-se că societatea ar trebui să fie indiferentă față de un risc cu consecințe scăzute și probabilitate mare de producere pe de-o parte și un risc cu consecințe mari și probabilitate scăzută, pe de altă parte (*Kasperson și colab., 1988*).

2.2.2 Definiții

Potrivit Directivei SEVESO III, „riscul” reprezintă “probabilitatea ca un efect specific să se producă într-o anumită perioadă sau în anumite împrejurări”.

Termenul „risc” cunoaște o serie de definiții, care bineînțeles diferă unele de altele, în funcție de accepțiune. De exemplu, riscul este probabilitatea ca hazardul existent să se transforme într-un incident / accident. Riscul, în industria chimică se definește sub forma unor pierderi probabile anuale de producție sau accidente umane ca rezultat al unor evenimente tehnice neprevăzute.

Dacă hazardul ia în considerare doar factorul declanșator al riscului și se concentrează asupra potențialului acestuia de a genera pagube, riscul ia în calcul și probabilitatea de expunere, și impactul său (*Scheer și colab., 2010*).

2.2.3 Evaluarea și managementul riscului pe amplasamente Seveso cu profil de producție și depozitare a îngrășămintelor pe bază de azotat de amoniu

Tot mai des, preocupările pentru riscurile tehnologice au luat o tot mai mare amploare. În acest context, evaluarea riscului a devenit o industrie veritabilă, implicând un proces complex și controversat de evaluare a hazardurilor tehnologice, de comunicare a informațiilor privind potențiale riscuri și de dezvoltare a unor măsuri potrivite de control (*Nelkin, 1989*).

Evaluarea riscului și managementul riscului, ca și domenii de cercetare, sunt relativ recente, apărute în urmă cu 30-40 de ani în urmă. În toată această perioadă și-au făcut simțită prezența numeroase jurnale științifice în domeniu, lucrări, conferințe, toate acestea încercând să acopere ideile și principiile fundamentale cele mai potrivite evaluării și gestionării corespunzătoare a riscurilor (Aven, 2016).

2.2.4 Percepția asupra riscului în ceea ce privește activitatea amplasamentelor Seveso cu profil de producție și depozitare a îngrășămintelor pe bază de azotat de amoniu

O privire asupra percepției evenimentelor rare aleatorii arată că ființele umane sunt mai confortabile cu amenințările pe care le pot prevedea și pentru care le pot planifica, mai degrabă decât amenințările care s-ar putea materializa oricând, indiferent cât de puțin probabil ar fi acest lucru (Ozunu și colab., 2008).

Potrivit Slovic (1987), riscul perceput este multidimensional, cauzat de factori declanșatori variabili în funcție de persoană și context. Riscurile sunt întotdeauna create sau există în cadrul sistemelor sociale. Prin urmare, este important să se țină cont de contextul social în care apar riscurile și, mai ales, de faptul că oamenii nu împărtășesc aceleași percepții asupra riscurilor și cauzelor lor generatoare (Aven, 2012).

Desigur că este important de precizat faptul că uneori percepția vis-a-vis de risc este diferită în funcție de părțile interesate care iau parte la evaluarea lui. În contextul prezentei lucrări, se pot aminti specialiștii sau experții de mediu, organisme de certificare și reglementare / autorități publice, mass – media, precum și industria și operatorii economici care desfășoară activități în imediata vecinătate, rolul părților interesate fiind acela al construirii unei baze solide în procesul decizional al managementului riscului, din punct de vedere al evaluării și comunicării acestuia.

2.2.5 Clasificarea riscurilor de accident major pe amplasamente Seveso cu profil de producție și depozitare a îngrășămintelor pe bază de azotat de amoniu

Clasificarea riscurilor este acea etapă din procesul de management al riscului, în care toate riscurile identificate sunt evaluate fie cantitativ, fie calitativ, în funcție de probabilitatea de producere și eventualele consecințe produse.

Pe de altă parte, o altă clasificare propusă în către literatura de specialitate, este aceea a *riscurilor dinamice* și a *riscurilor statice*. Riscurile dinamice sunt cele implicate în posibilitatea unor schimbări dinamice. Acestea sunt practic rezultatul schimbărilor condițiilor

economice, cum ar fi nivelul prețurilor, gusturile și preferințele consumatorilor și tehnologia. Sunt acele riscuri pe care le poate întâlni întreaga societate de-a lungul timpului.

În altă ordine de idei, riscurile statice implică pierderi care ar avea loc chiar dacă nu ar exista nicio schimbare în economie, aici fiind vorba despre riscurile de accidente, incendiile sau dezastrele naturale. Aceste pierderi sunt de asemenea cauzate de către acțiuni neregulate sau erori umane.

2.3 Conceptul de vulnerabilitate în contextul planificării teritoriale pentru amplasamentele Seveso cu profil de producție și depozitare a îngrășămintelor pe bază de azotat de amoniu

Vulnerabilitatea poate fi definită ca potențialul unei persoane (individual sau parte dintr-un grup) de a gestiona un eveniment cu impact periculos. Vulnerabilitatea implică o combinație de factori care determină practic nivelul de pericol pentru sănătate, viață și proprietăți. Cantitativ, vulnerabilitatea poate fi exprimată sub formă procentuală, 0 % – 100%. Vulnerabilitatea depinde atât de infrastructură, cât și de condițiile socio-economice ale zonei.

După cum subliniază și Marin Bîldea în lucrarea sa (2007), vulnerabilitatea este definită de pierderile suferite la nivel individual sau de grup, ca urmarea a expunerii acestora la un anumit risc. În aceeași lucrare, Marin Bîldea descrie faptul anumite persoane / grupuri sunt mai vulnerabile decât altele, în funcție de mai mulți factori, cum ar fi vârsta, experiența, diferite condiții socio – economice etc.

Concret, fiecare nouă tehnologie, pare să genereze vulnerabilități noi pentru utilizatorii ei, vulnerabilitate la accidente, boli, degradarea mediului înconjurător sau perturbare socială. Abordarea uzuală în acest caz, se face prin intermediul conceptului de risc, care se ocupă de șansa ca efectele adverse specificate mai sus, să poată apărea din cauza funcționării defectuoase sau din cauza căderii tehnologiei respective (Martin, 1996).

2.4 Accidente majore care implică substanțe periculoase pe amplasamente Seveso

2.4.1 Concept. Definiții

Complexitatea amplasamentelor industriale, tipul și caracteristicile varietatea substanțelor și preparatelor utilizate, depozitate, manipulate și produse în interiorul amplasamentelor în cadrul unor procese tehnologice date, duc fără îndoială la necesitatea adoptării și utilizării unor metode de evaluare și gestionare a riscurilor, cât se poate de realiste.

În ceea ce privește „accidentul major”, acesta este definit în Directiva Seveso III și transpus în legislația națională prin Legea nr. 59/2016, ca rezultatul unei acțiuni care evoluează în mod necontrolat, generând un incendiu, o explozie sau o poluare semnificativă a unui sau mai multor factori de mediu datorate unor emisii accidentale, generatoare de consecințe negative asupra oamenilor sau mediului înconjurător și care implică substanțe sau preparate chimice periculoase.

Referitor la amenajarea teritoriului, Directiva Seveso III și implicit Legea nr. 59/2016, trasează câteva linii directoare, astfel că abordarea de a avea o amenajare a teritoriului ca cerință legislativă la nivel național, vine ca o cerință rezonabilă și necesară, deoarece majoritatea instalațiilor industriale sunt capabile să provoace accidente majore în anumite circumstanțe, cu consecințe extinse în afara frontierelor și pot cauza daune semnificative omului și mediului.

Una dintre problemele cele mai stringente legate de LUP este „efectul domino”, în care apare problema interacțiunii dintre unitățile de proces învecinate, problemă care este în mare parte legată de severitatea riscului privind hazardurile majore prezente în acele unități, lucru care poate fi evitat și gestionat în mod adecvat print poziționarea și planificarea utilizării teritoriului din vecinătatea lor, într-un mod corespunzător. În general, scopul și obiectivul LUP din vecinătatea instalațiilor periculoase este de a se asigura că se iau în considerare consecințele potențialelor accidente atunci când se iau decizii privind amplasarea unor noi instalații (*Török și colab., 2010*).

2.4.3 Scurt istoric – accidente majore care implică substanțe periculoase

Siguranța de proces, la fel ca și stocarea și transportul substanțelor / preparatelor chimice periculoase a devenit în ultimele decenii, un subiect de mare importanță. Interesul crescut pentru îmbunătățirea acțiunilor de siguranță privind depozitarea, transportul și manipularea substanțelor periculoase, a plecat de la numeroase incidente / accidente care au avut loc în întreaga lume, azotatul de amoniu fiind implicat în multe dintre acestea (*Kirchsteiger, 1999*), dintre care, unele dintre cele mai semnificative sunt prezentate cronologic în cadrul acestui subcapitol distinct din teză, dintre care amintim următoarele: Oppau, Germania (1921), Texas City, USA (1947), Toulouse, Franța (2001), Mihăilești, Buzău, România (2004), Beirut, Liban (2020), Ryongchon, Coreea de Nord (2004).

2.5 Analiza de risc privind evaluarea accidentelor majore care implică substanțe periculoase

2.5.1 Descriere generală

Analiza de risc, reprezintă o estimare a riscului, fie din punct de vedere calitativ, fie din punct de vedere cantitativ, bazată pe diferite metode care iau în calcul frecvența și consecințele potențiale a fi produse, în vederea cuantificării lor și, ulterior, a stabilirii unor măsuri adecvate de prevenire și reducere (*Török și colab., 2011*).

În contextul planificării teritoriale, trebuie menționat faptul că pagubele și daunele generate în urma concretizării riscului, nu vor genera prin ele însele un dezastru decât atunci când revenirea la starea inițială sau la o stare apropiată de normal, se va realiza într-un interval de timp rezonabil de timp (*Blaikie și colab., 1994; Etkin și colab., 2012*).

În acest sens, este necesară o evaluare a riscului bazată pe identificarea și cuantificarea cronologică a datelor care au dus la producerea lui, pentru planificarea și adoptarea unor strategii adecvate de răspuns (*Scrădeanu, 2014*).

2.5.2 Analize calitative de risc aplicabile amplasamentelor Seveso cu profil de producție și depozitare azotat de amoniu îngrășământ

În acest subcapitol au fost descrise enumerativ, dar nu limitativ, cele mai utilizate metode de evaluare a riscului tehnologic în mod special. Dintre acestea, amintim: PHL (Preliminary Hazard List), PHA (Preliminary Hazard Analysis), HAZOP (Hazard and Operability Studies), FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), WHAT IF ANALYSIS.

În mod specific pentru evaluarea riscului de explozie a azotatului de amoniu îngrășământ pe amplasamente Seveso cu profil de producție și depozitare, s-a utilizat metoda de analiză PHA, pentru evaluarea hazardurilor din punct de vedere calitativ, pentru ca mai apoi acestea să fie supuse unor metode de analiză cantitativă, în contextul planificării teritoriale. Analiza PHA este utilizată de cele mai multe ori pentru identificarea hazardurilor și a potențialilor factori declanșatori asociați, încă din fazele incipiente ale unui proiect, cu scopul de a pregăti din timp un plan de securitate cu măsurile de prevenire și reducere a riscului (*Török și colab., 2011*). În ceea ce privește etapele care trebuie parcurse în cadrul acestei metode de analiză, primul pas a fost acela al identificării tuturor potențialelor hazarduri din cadrul instalației / sistemului supus evaluării. Ulterior, fiecărui hazard i-a fost atribuit un punctaj pe 5 nivele, de la 1 la 5 pentru probabilitatea de producere, respectiv pentru consecințele generate (potrivit unei matrici de risc), urmând ca pe baza ecuației $R = P \times G$,

fiecare risc identificat și supus analizei, având calculat un scor cu ajutorul căruia a fost încadrat într-un anumit nivel de risc, nivel care indică practic dimensiunea riscului, cu acțiuni de prevenire și mitigare aferente.

Toate aceste aspecte sunt detaliate și exemplificate în mod concret, în cadrul subcapitolului 4.2.1.1 Analiza preliminară a hazardurilor (PHA) pentru procesul de producție / depozitare a azotatului de amoniu îngrășământ, capitol în care sunt analizate practic riscurile de explozie pe un amplasament Seveso de nivel superior din România, cu profil de producție și depozitare a azotatului de amoniu. Această analiză stă la baza evaluării ulterioare a riscului de explozie ce implică AN îngrășământ, din punct de vedere al efectelor fizice (suprapresiune) produse, utilizând metode cantitative de calculare a riscului, toate acestea în contextul planificării teritoriale.

2.5.3 Analize cantitative de risc aplicabile amplasamentelor Seveso cu profil de producție și depozitare azotat de amoniu îngrășământ

A. Fault Tree Analysis (FTA)_Arborele Greșelilor (AG)

„Arborele Greșelilor” reprezintă o tehnică de analiză a unui sistem, utilizată de cele mai multe ori pentru a determina cauzele unor posibile evenimente nedorite încă de la rădăcină și probabilitatea ca ele să aibă loc. Metoda se impune în evaluarea sistemelor cu o dinamica mai complexă, în ideea de a înțelege și preveni potențialele probleme apărute, cât mai devreme cu putință.

B. Event Tree Analysis (ETA)_Arborele Evenimentelor (AE)

Analiza arborelui evenimentelor este o tehnică de analiză utilizată pentru identificarea și evaluarea unei succesiuni de evenimente dintr-un scenariu potențial de accident, după apariția unui eveniment inițiator. Scopul AE este de a evalua toate rezultatele posibile care pot rezulta dintr-un eveniment inițiator și oferă o evaluare probabilistică a riscului asociat fiecărui rezultat potențial.

C. Root Cause Analysis (RCA)_Analiza Cauzelor Fundamentale

Analiza cauzelor fundamentale este un proces conceput pentru a fi utilizat în investigarea și clasificarea cauzelor fundamentale ale evenimentelor privind siguranța, sănătatea, mediul înconjurător, calitatea, fiabilitatea și impactul producției. Mai simplu spus, este un instrument conceput pentru a ajuta în identificarea nu numai a „ce s-a întâmplat” și

„cum a avut loc evenimentul”, dar cel mai important „de ce s-a întâmplat”. Identificarea cauzelor fundamentale este cheia prevenirii unor recidive similare.

Cea mai cunoscută diagramă aplicată în analiza cauzelor fundamentale, este diagrama cauzelor și a efectelor, un instrument care evidențiază relația dintre o caracteristică de calitate (efect) și posibile surse de variație (cauze).

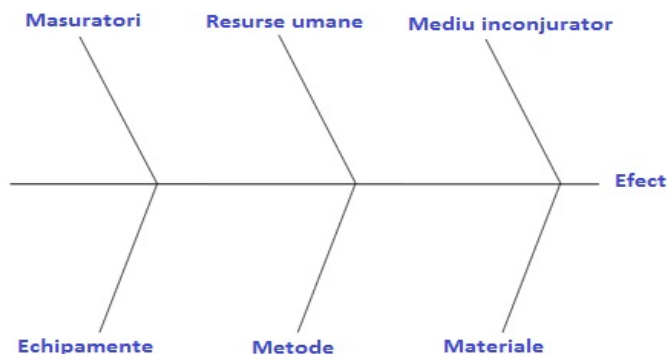


Fig. 7 Diagrama cauză – efect / Ishikawa

3 CUNOAȘTEREA ÎN DOMENIU LA NIVEL NAȚIONAL ȘI INTERNAȚIONAL CU PRIVIRE LA PLANIFICAREA TERITORIALĂ ÎN CAZUL AMPLASAMENTELOR SEVESO CU PROFIL DE PRODUCȚIE / DEPOZITARE A AZOTATULUI DE AMONIU ÎNGRĂȘĂMÂNT

3.1 Îngrășămintele chimice

3.1.1 Generalități

Potrivit *BASF Agricultural Solutions România*, pentru o dezvoltare corespunzătoare a plantelor, acestea au nevoie de elemente nutritive pe care acestea și le procură din sol. La fel cum oamenii au nevoie de minerale și substanțe nutritive esențiale pentru o creștere puternică și sănătoasă, la fel au nevoie și culturile din întreaga lume. Îngrășămintele înlocuiesc substanțele nutritive pe care culturile le elimină din sol. Fără adăugarea de îngrășămintele, randamentul culturilor și productivitatea agricolă s-ar reduce semnificativ.

Îngrășămintele conțin proporții variabile de elemente majore esențiale ale plantei (N, P, K etc.) și minore (Zn, Mn, Fe etc.), precum și impurități și alte elemente neesențiale (*Chandini și colab., 2019*).

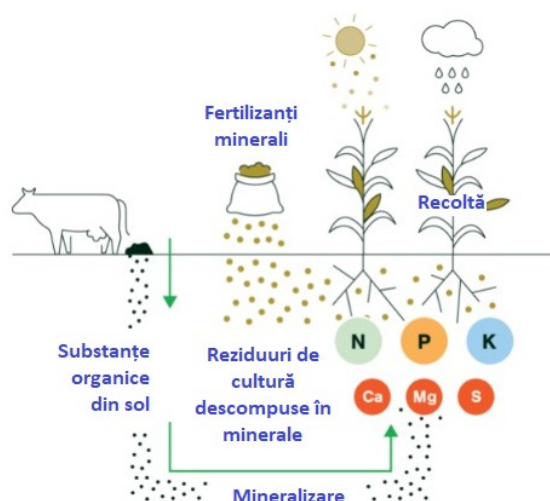


Fig. 8 Reprezentarea procesului de mineralizare a solului, cu ajutorul fertilizanților
(Sursa: *fertilizerseurope.com*, 2021, accesat la data de 06.06.2021)

Data fiind creșterea cererii globale de alimente, aceste terenuri ar putea fi utilizate în mod eficient și mult mai intensiv, pentru a susține nevoile alimentare locale. Politica agricolă de la nivelul Uniunii Europene promovează rolul decisiv de jucat pentru a asigura sectorul agricol ca fiind unul puternic și diversificat. Fermierii europeni trebuie încurajați în optimizarea producției, dar în același timp și cu privire la reducerea impactului asupra mediului.

1.1.2 Clasificarea îngrășămintelor

Cu toate că uneori agricultorii aleg anumite tipuri de îngrășămintele, în detrimentul altora, în realitate îngrășămintele organice vor avea în mod cert avantaje mai mari pe termen mediu și lung. Sigur că fiecare categorie de îngrășămintele vine însoțit și de o serie de dezavantaje, tpate aceste aspecte fiind necesar a fi puse în balanță la momentul alegerii unui anumit tip de îngrășămintele, înainte de aplicare.

3.1.3 Proprietăți periculoase ale îngrășămintelor chimice – specific azotat de amoniu pentru caracterul exploziv

Fabricarea de îngrășămintele chimice se caracterizează prin prezența unor cantități mari de substanțe periculoase, atât ca materii prime (gaz metan), cât și ca intermediari (amoniac, bioxid de azot) sau produse finite (azotat de amoniu). La rândul lor, îngrășămintele chimice se clasifică astfel:

A. ÎNGRĂȘĂMINTE CU AZOT

Îngrășămintele pe bază de nitrați sunt cele mai utilizate îngrășăminte simple, din care în mod special îngrășămintele precum azotatul de amoniu (AN) și azotatul de calciu amoniu (CAN), potrivite pentru majoritatea solurilor și condițiilor climatice.

A.1 Azotat de amoniu_AN

Azotatul de amoniu (NH_4NO_3), substanță anorganică, oxidantă și iritantă pentru ochi, monoconstituentă, căreia i se aplică prevederile referitoare la comercializarea și utilizarea precursorilor de explozivi, așa cum sunt ele reglementate prin Regulamentul nr. 1148 din 20 iunie 2019 privind comercializarea și utilizarea precursorilor de explozivi, de modificare a Regulamentului (CE) nr. 1907/2006 și de abrogare a Regulamentului (UE) nr. 98/2013. De asemenea, este o substanță periculoasă la depozitare și transport, indiferent de mijlocul de transport utilizat, cu cerințe clare specifice care trebuie respectate, în concordanță cu prevederile ADR, RID și IMDG.

Azotatul de amoniu îngrășământ nu este o substanță combustibilă prin ea însăși, însă poate întreține arderea chiar și în absența aerului. La temperaturi de aproximativ 170 °C se topește, suferind un proces de descompunere lentă în amoniac și acid azotic, iar la temperaturi mai mari de 200 °C se descompune rapid, fiind necesar a fi întreprinse măsuri imediate de intervenție. În caz de contact cu materiale incompatibile, reacția de descompunere a AN se poate transforma în explozie în orice moment.

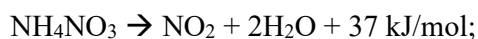
Din punct de vedere fizico – chimic, AN are un foarte comportament foarte complex, motiv pentru care dintre principalele sale caracteristici, se impun a fi amintite următoarele:

- instabilitate în timpul descompunerii, cu formare de gaze toxice;
- sursă de generare a unui incendiu, datorită proprietății oxidante puternice;
- sursă de explozie.

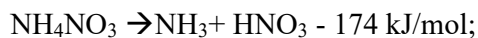
Desigur că pericolele amintite mai sus, sunt adesea influențate de prezența unor parametri specifici, cum ar fi: contaminarea, porozitatea și densitatea particulelor (*Török și colab., 2016*). AN în stare pură începe descompunerea doar în urma încălzirii la o anumită temperatură, eliberând substanțe toxice gaze precum oxizi de azot și amoniac. Dacă sursa de căldură este îndepărtată și spațiul este ventilat corespunzător, procesul de descompunere se oprește.

În timpul descompunerii, pot apărea mai multe reacții chimice, dintre care cele mai importante ar fi:

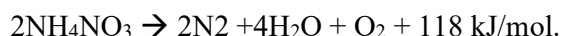
- între intervalul de temperatură 170 – 250 °C:



- între intervalul de temperatură 250 – 292 °C:



- la temperaturi mai ridicate:



3.1.4 Identificarea și inventarierea principalelor amplasamente SEVESO cu profil de producție / depozitare a azotatului de amoniu îngrășământ din România și Europa și proximitatea acestora față de zone vulnerabile

În acest subcapitol s-a avut în vedere identificarea și descrierea principalelor amplasamente SEVESO cu profil de producție / depozitare a azotatului de amoniu îngrășământ din România, din punct de vedere al vecinătății și proximității față de clădiri și operatori economici.

Identificarea acestora s-a făcut pe baza *Inventarului amplasamentelor încadrate sub incidența LEGII 59/2016 din 11 aprilie 2016 privind controlul asupra pericolelor de accident major în care sunt implicate substanțe periculoase (SEVESO) la 31 decembrie 2022*, publicat pe site-ul ANPM și pus la dispoziția publicului interesat, secțiunea Managementul riscului – SEVESO (ANPM, 2022). După cum se va putea observa în cele ce urmează, marea majoritate a amplasamentelor SEVESO cu profil de depozitare a azotatului de amoniu îngrășământ, se regăsesc în Sudul țării (Agrii România, Azochim, Borealis LAT România cu câteva amplasamente de nivel superior în Centru (Târgu – Mureș: Azomureș SA și Dafcochim SRL) și Vest (Archim Fertil SRL Arad), singurul amplasament cu profil de producție fiind Azomureș SA (Târgu – Mureș).

Așadar, au fost descrise punctual amplasamentele SEVESO de nivel superior, datorită interesului sporit vis-a-vis de localizarea / poziționarea acestora față de vecini / activități învecinate. Trecerea în revistă și inventarierea cu alte cuvinte a amplasamentelor de mai jos, a fost făcută tocmai pentru a întări ideea necesității sporirii siguranței populației, industriale și de proces, care este și unul dintre principalele scopuri avute în vedere în lucrare.

Protecția mediului și a dezvoltărilor viitoare, va fi asigurată în mod adecvat, numai în măsura în care amplasamentele SEVESO care implică riscuri de accidente majore (în prezenta lucrare fiind vorba despre amplasamente cu activități de producție / depozitare azotat de

amoniu îngrășământ), vor fi construite în contextul unei planificări teritoriale corespunzătoare. Acest capitol a fost conceput și gândit tocmai ca și un capitol suport pentru atingerea obiectivului major al prezentei lucrări, și anume acela al aducerii unor contribuții semnificative la creșterea siguranței populației și industriale prin îmbunătățirea metodologiei de Planificare Teritorială în cazul amplasamentelor Seveso cu profil de producție / depozitare azotat de amoniu îngrășământ din România.

3.2 Sinteză de literatură

3.2.1 Cunoașterea în domeniu la nivel național cu privire la substanțele și preparatele chimice periculoase – în mod specific îngrășăminte – context legislativ și metodologic

Unul dintre cele mai importante acte legislative referitor la protecția mediului în general și în mod specific referitor la îngrășăminte chimice, este Ordonanța de Urgență nr. 195/2005 privind Protecția Mediului care, printre altele, în articolul 34, prevede faptul că “îngrășămintele chimice și produsele de protecție a plantelor sunt supuse unui regim special de reglementare stabilit prin legislație specifică în domeniul chimicalelor”.

Un alt act normativ important în contextul tezei, este Hotărârea Guvernului nr. 557/2016 privind managementul tipurilor de risc care reglementează la nivel național ceea ce reprezintă managementul diferitelor tipuri de risc.

La nivelul UE și ulterior transpuse la nivel național, s-au dezvoltat diferite metodologii de evaluare a riscurilor transpuse în legislația națională, în vederea îmbunătățirii capacității de răspuns la riscuri, prin instituirea unor măsuri de prevenire, pregătire și mitigare a riscurilor de accident major. Metodologia de Evaluare Unitară a Riscurilor, a reprezentat practic prima încercare a statului român de a se alinia cu cerințele Comisiei Europene și de a promova o abordare unitară pentru evaluarea riscurilor sectoriale (*European Commission, 2010*)

Un alt act legislativ aplicabil în materie de producție, manipulare, depozitare a îngrășămintelor chimice (pentru cele periculoase) este Legea nr. 360/2003 privind regimul substanțelor și preparatelor chimice periculoase. Obiectul acestei legi este acela al stabilirii unui cadru general în ceea ce privește controlul și monitorizarea regimului substanțelor și preparatelor chimice periculoase, în vederea asigurării sănătății populației și a mediului înconjurător. Potrivit art. 7, anumite substanțe și preparate chimice periculoase sunt restricționate de la introducerea pe piață și utilizare, în scopul asigurării protecției mediului și a sănătății populației. Tot în scopul protecției mediului și a sănătății populației, la nivel național

există un regim restrictiv special pentru acele substanțe și preparate chimice periculoase interzise la producere și utilizare, atunci când sunt importate sau exportate de România.

La nivel european, unele dintre cele mai importante acte de reglementare, sunt fără îndoială Regulamentele CLP și REACH, care au și stat de altfel la baza identificării caracteristicilor fizico – chimice ale azotatului de amoniu. De-a lungul anilor, îngrășămintele pe bază de azotat de amoniu au fost implicate în mai multe accidente care au influențat legislația privind transportul, depozitarea și manipularea. Europa a adaptat versiunea europeană a GHS și a emis Regulamentul 1272/2008 (CLP) privind clasificarea, etichetarea și ambalarea substanțelor și amestecurilor chimice. Regulamentul introduce un sistem de clasificare și etichetare a substanțelor chimice la nivelul UE, pornind de la un sistem global (GHS) al ONU, toate acestea în vederea sporirii protecției sănătății umane și a mediului înconjurător, în timpul activităților privind manipularea, transportul și utilizarea substanțelor periculoase.

În ceea ce privește ghidurile de *bune practici pentru depozitarea și utilizarea în siguranță a îngrășămintelor în ferme*, întocmit și elaborat de către IGSU (2021) în colaborare cu Azomureș SA, cel mai mare producător de îngrășămintă chimice din România, sunt propuse măsuri și practici în ceea ce privește depozitarea și utilizarea îngrășămintelor, pentru gestionarea corespunzătoare a îngrășămintelor în ferme, și nu numai. Astfel, este important să se aibă în vedere următoarele:

- Asigurarea sănătății personalului implicat în manipularea îngrășămintelor;
- Bune practici pentru depozitarea îngrășămintelor atât în spații interioare, cât și în exterior;
- Asigurarea securității la depozitare a îngrășămintelor;
- Reducerea cât mai mult posibil a impactului asupra mediului în timpul depozitării, utilizării și manipulării;
- Punerea la dispoziția persoanelor direct implicate în activitățile de manipulare, depozitare și transport a fișelor cu date de securitate;
- Instruirea personalului implicat în gestionarea activităților menționate anterior, în vederea cunoașterii caracteristicilor fizico – chimice ale îngrășămintelor și a potențialelor riscuri asociate acestora.

Aceste practici privind gestionarea corespunzătoare a îngrășămintelor în timpul activității de depozitare și a activităților conexe acesteia, sunt importante în primul rând din punct de vedere al creării unui mediu sigur de lucru pentru personalul direct implicat, dar

totodată și pentru creșterea pentru a asigura un loc de muncă sigur, precum și pentru menținerea produselor în parametri optimi de calitate, evitându-se astfel riscurile de degradare.

Un alt standard avut în vedere în prezenta lucrare, este Standardul internațional 31000:2009, Managementul riscului – Principii și linii directoare, actualizat în anul 2018, care de altfel, stă la baza a numeroase organizații din diverse domenii de activitate, indiferent de dimensiunea lor, prin trasarea unor linii directoare clare și eficiente în ceea ce privește gestionarea riscului de orice fel.

Standardul stabilește câteva elemente de bază în ceea ce privește construirea unui sistem de management al riscului solid, la nivelul unei organizații / activități:

- comunicare și consultare;
- definirea contextului;
- estimarea riscurilor (compus din identificarea hazardurilor, analiza și evaluarea riscurilor);
- tratarea riscurilor;
- monitorizare și revizuire.

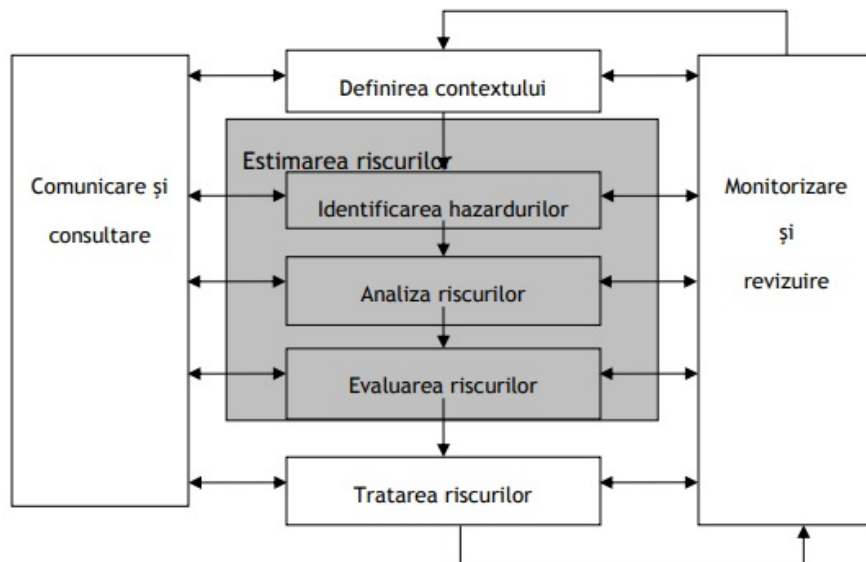


Fig. 17 Reprezentarea elementelor de bază ale unui sistem de management

3.2.4 Cunoașterea în domeniu la nivel național și internațional cu privire la planificarea teritorială a obiectivelor cu risc de accidente majore care implică producția și depozitarea azotatului de îngrășământ – context legislativ și metodologic

Directiva 2012/18/UE, cunoscută ca și Directiva Seveso III, a apărut la nivelul UE din dorința de a crea un cadru unitar de reglementare și gestionare, pentru tot ce înseamnă activități de producție, depozitare, transport, utilizare sau deversare de substanțe periculoase, în vederea alinierii cu noile prevederi legislative aplicabile (*Török și colab., 2011*).

Directivele Seveso au fost elaborate ca urmare a producerii unor accidente majore, cu efecte catastrofice asupra oamenilor și mediului înconjurător, dintre care se impun a fi amintite următoarele: Flixborough, Germania (1974) - explozie (*Lees, 2012*), Seveso, Italia (1976) – emisie de dioxină (*Lees, 2012*), Bhopal, India (1984) – emisie de metil-izocianat (*Lees, 2012, Chouhan, 2004*), Dakar, Senegal (1992) – emisie de amoniac lichid (*UNEP, 2016*), Baia Mare, România (2000) – deversare de cianuri (*UNEP, 2016*), Toulouse, Franța (2001) – explozie (*Lees, 2012*), etc. Aceste accidente au stat la baza numeroaselor reglementări în domeniu, în vederea prevenirii și gestionării cât mai adecvate a proceselor chimice, pentru evitarea producerii dezastrelor tehnologice.

Obiectul și domeniul de aplicare al Directivei Seveso III privește stabilirea unor măsuri specifice de prevenire a accidentelor majore în care sunt implicate substanțe periculoase, dar și în vederea generării unui nivel crescut de protecție, prin reducerea consecințelor acestor accidente asupra sănătății oamenilor și mediului înconjurător.

În contextul producției și depozitării îngrășămintelor chimice, aspecte tratate în prezenta lucrare, se impune și amintirea articolului 11. Acesta face referire la faptul că orice modificări apărute pe amplasamente / în instalații SEVESO și care ar putea produce efecte negative considerabile prin accidentele majore pe care le-ar putea genera, trebuie aduse la cunoștința autorităților competente, înainte ca modificarea respectivă să aibă loc, în vederea întocmirii / actualizării documentelor definitorii ale sistemului de management al securității implementate la nivelul amplasamentului.

Una dintre cele mai abordate aspecte din legislația Seveso, este fără îndoială cel referitor la amenajarea teritoriului, deoarece, în acest caz situația este mult mai complexă în ceea ce privește transpunerea ei de către Statele membre, în legislația națională, întrucât nu există o legătură clar definită între reglementările Seveso și cele privind urbanismul. Ghidurile existente pentru planificarea teritorială atât la nivelul UE cât și la nivel național relevă însă faptul că pentru planificarea teritorială ar trebui să fie luate în considerare scenariile cu cele

mai grave consecințe, dar care să fie în același timp credibile, adică să aibă un anumit grad a probabilității de producere, zonele de planificare rezultate în acest mod fiind în general mai reduse decât zonele de planificare la urgență.

Legea nr. 59/2016 reprezintă o transpunere în legislația națională, a *Directivei 2012/18/UE a Parlamentului European și a Consiliului din 4 iulie 2012 privind controlul pericolelor de accidente majore care implică substanțe periculoase*.

În ceea ce privește planificarea teritorială, Legea nr. 59/2016, o tratează ca fiind dependentă de ceea ce înseamnă progres tehnologic, astfel că poate fi privită și ca o componentă spontană neplanificată a amenajării teritoriale, dar cel mai adesea ca o componentă orientată în timp și spațiu.

Potrivit Iașu (2015), amenajarea teritoriului constituie un ansamblu de acțiuni și intervenții menite să ofere în timp, o distribuție clară și cât mai corectă a populației și activităților economice și industriale dintr-un teritoriu dat (Iașu, 2015).

La momentul construirii de noi amplasamente, aducerii de modificări unor amplasamente deja existente, construirii de noi obiective aflate în apropierea amplasamentelor a căror activitate prezintă un potențial risc de accident major, operatorul trebuie să aibă în vedere respectarea distanțelor adecvate față de acestea, fiind considerate surse de risc. Stabilirea acestor distanțe se face după metodologia stabilită la nivel național și aprobată prin Ordinul nr. 3710/2017 privind aprobarea Metodologiei pentru stabilirea distanțelor adecvate față de sursele potențiale de risc din cadrul amplasamentelor care se încadrează în prevederile Legii nr. 59/2016 privind controlul asupra pericolelor de accident major în care sunt implicate substanțe periculoase în activitățile de amenajare a teritoriului și urbanism, care de altfel trasează numai niște linii directoare în ceea ce privește planurile de amenajare a teritoriului și urbanism.

În subsidiar, metodologia are în vedere stabilirea și menținerea unor distanțe adecvate preluate în planurile de amenajare și planificare a teritoriului, între diferite zone, construcții (existente sau viitoare) și surse de risc stabilite în contextul prevederilor Legii nr. 59/2016.

Pentru atingerea obiectivelor amintite anterior, Metodologia propune parcurgerea următorilor pași, astfel:

- a) *În primul rând este necesară determinarea și reprezentarea grafică a zonelor de impact din imediata vecinătate a amplasamentelor SEVESO*
- b) *Următorul pas este cel al identificării vulnerabilității teritoriale din zonele determinate anterior*

Pentru această etapă, Metodologia propune 4 zone de impact, în funcție de efectele specifice resimțite de populație în cazul producerii unui accident major, după cum urmează:

- mortalitate ridicată;
- prag de mortalitate;
- vătămări ireversibile;
- vătămări reversibile pentru populația afectată.

c) După determinarea zonelor de impact, se va proceda la stabilirea compatibilității teritoriale în acele zone

În această etapă, este necesară identificarea acelor scenarii de accidente majore care ar putea duce produce efecte semnificative asupra sănătății umane și/sau mediului înconjurător, pe baza analizei de risc efectuate anterior.

d) În urma determinării distanțelor adecvate, acestea se vor prelua în planurile de amenajare a teritoriului și de urbanism pentru zonele din vecinătatea amplasamentului.

Practic, metodologia reglementată la nivel național prin Ordinul 3710/2017, nu propune niciun fel de metode, tehnici, baze de date care să fie luate în considerare, motiv pentru care, pentru o planificare teritorială cât mai realistă, este necesară aplicarea indicațiilor din metodologia propusă la nivel național, în paralel cu o abordare de analiză cantitativă a riscurilor bazată pe risc (hibridă) dezvoltată pe baza literaturii existente și aplicabile (a se vedea punctul următor din capitolul 3, subcapitolul 3.2.4, litera D).

Yellow Book (Van den Bosch și Weterings, 2005), Green Book (Instituut voor Milieu - TNO, 1992) și Purple Book (Uijt de Haag, Ale & Post, 2001) reprezintă cărțile de bază în efectuarea modelărilor de accidente majore la nivel internațional, în vederea determinării efectelor fizice asupra populației și structurilor și a consecințelor asociate acestora, în cazul accidentelor care implică substanțe periculoase.

În vederea atingerii unui obiectiv foarte important al acestei lucrări, în cele ce urmează voi efectua modelări ale scenariilor privind explozia azotatului de amoniu prezent pe unul dintre cele mai importante amplasamente SEVESO de nivel superior din România (Azomureș SA), modelări bazate pe metodologia adoptată la nivel național, respectiv utilizată la nivel internațional, în vederea propunerii unei metodologii adecvate, care să ia în calcul cât mai mulți factori relevanți. În acest sens, în Purple Book sunt propuse câteva linii directe clare privind determinarea riscului prin intermediul unor analize cantitative de risc, atât pentru instalații staționare pe care se găsesc substanțe periculoase (cum este și cazul prezentei lucrări), precum și pentru riscuri asociate activităților de transport și conexe acestora.

În ceea ce privește simulările privind accidentele care implică substanțe explozive, cum este și cazul exploziilor cu azotat de amoniu, este important de menționat faptul că Purple Book propune utilizarea metodei cu echivalent TNT. În plus, un alt lucru extrem de important, este faptul că programul utilizat pentru calculul efectelor fizice din capitolul următor, și anume Effects, a fost dezvoltat tot în baza acestor cărți / ghiduri.

4. ANALIZA RISCURILOR ÎN CONTEXTUL PLANIFICĂRII TERITORIALE (LUP) ÎN CAZUL AMPLASAMENTELOR SEVESO CU PROFIL DE PRODUCȚIE / DEPOZITARE AZOTAT DE AMONIU CU AJUTORUL A DIFERITE METODE DE ANALIZĂ

4.1 Procesul de fabricație al azotatului de amoniu îngrășământ – descriere, schemă flux tehnologic

Pentru determinarea compatibilității teritoriale a amplasamentelor Seveso pe care se produc și / sau depozitează azotat de amoniu îngrășământ, în cele ce urmează, se vor efectua analize comparate pentru evaluarea riscului, pentru un amplasament specific, și anume Azomureș SA, situat în zona central – nordică a României, în baza datelor oficiale puse la dispoziție în documente oficiale, de către autoritățile de resort, date care au stat la baza elaborării articolului publicat în revista EEMJ, de către Leordean și colab. (2023), cu acordul prealabil al operatorului, pentru care se aduc mulțumiri în mod deosebit.

Azomureș SA, este o compania producătoare de fertilizanți minerali (îngrășăminte chimice) pe bază de azot, dintre care, de interes în prezenta lucrare, amintim azotatul de amoniu. În Autorizația de Mediu în vigoare și Raportul de Securitate întocmit la nivelul societății, procesul de obținere a azotatului de amoniu, este descris ca fiind un proces de fabricație licențiat KALTENBACH - THÜRING, azotatul de amoniu fiind obținut prin neutralizarea amoniacului cu acid azotic, urmată de concentrarea soluției obținute, obținerea topiturii de azotat de amoniu, granulare, condiționarea și tratarea granulelor și ambalarea.

În ceea ce privește depozitarea, AN trebuie depozitat în spații închise, uscate, curate și bine ventilate, departe de surse de căldură și foc. Ghidurile de bune practici existente la nivel internațional referitor la depozitarea AN îngrășământ, indică faptul că înălțimea maximă dintr-un spațiu în care este depozitat, trebuie să fie la minim 1 m distanță de acoperiș, streșini, grinzi, pereți și surse de iluminat. Mai mult decât atât, operațiunile de transport și depozitare a azotatului de amoniu, trebuie efectuate prin asigurarea unor temperaturi de minim -10 °C,

maxim 30 °C, pentru a fi evitată aglomerarea produsului sub formă de bulgări, deoarece în lipsa temperaturilor optime se produce transformarea AN în praf datorită tranziției acestuia dintr-o fază cristalină în alta.

Aspecte mai pe larg, referitoare la bune practici privind depozitarea AN îngrășământ, sunt descrise mai pe larg în subcapitolul 3.2.3 Standarde și bune practici privind depozitarea îngrășămintelor la nivel național și internațional, litera A din lucrare.

4.2 Aplicarea a diferite concepte de analiză de risc în cazul amplasamentelor cu profil de producție / depozitare azotat de amoniu

În ceea ce privește planificarea teritorială, se impune a fi menționat faptul că aceasta se poate realiza în mod adecvat, numai ca urmare a aplicării și utilizării unor analize de risc, în vederea creării unui context favorabil pentru gestionarea riscurilor asociate activităților industriale.

Astfel, pentru a contura contextul despre care discutasem anterior, într-un mod cât mai cuprinzător și punctual referitor la planificarea teritorială vor fi parcurse două etape foarte importante: prima din ele presupune analiza hazardurilor și a riscurilor referitoare la explozii care implică azotatul de amoniu îngrășământ, iar cea de-a doua determinarea compatibilității teritoriale utilizând tehnica GIS (Sistem Informațional Geografic) care va integra diferite categorii de date, organizându-le sub forma unor straturi suprapuse. În final, cu ajutorul GIS vor fi construite hărți pe baza rezultatelor modelărilor a diferite scenarii de explozie implicând AN îngrășământ, pe amplasamentul Azomureș SA, care să exemplifice cât mai clar posibil zonele privind efectele resimțite în rândul populației afectate.

Referitor la prima etapă, și anume cea referitoare la analiza hazardurilor și riscurilor privind explozia AN, au fost avute în vedere 2 metode de determinare. Prima dintre acestea și anume utilizarea metodei PHA pentru analiza preliminară a riscurilor asociate procesului de producție/ depozitare, a constituit un punct de plecare foarte important pentru alegerea scenariilor modelate cu ajutorul programului Effects, pentru selectarea acelor scenarii modelate în vederea calculului efectelor fizice asociate acestora.

4.2.1. Analiza preliminară a hazardurilor (PHA) pentru procesul de producție / depozitare a azotatului de amoniu îngrășământ

După cum este precizat și în capitolul 2.6.2 din teză, analiza preliminară a hazardurilor (PHA) fiind la nivel general o metodă calitativă de analiză a riscurilor, este ușor de aplicat

pentru toate tipurile de operațiuni și funcții, putând fi efectuată pe un sistem, subsistem, unitate sau chiar pe set integrat de sisteme (Martel, 2004).

Analiza PHA a fost efectuată pentru etapele de producție / depozitare a azotatului de amoniu îngrășământ, sub formă granulată, în mod specific fiind analizate scenariile privind posibilele explozii implicând azotatul de amoniu. Ulterior, aceste scenarii au fost analizate mai detaliat, în 2 subcapitole distincte 4.2.2 și 4.2.3, din punct de vedere a efectelor fizice și consecințelor produse, în contextul compatibilității cu zonele funcționale (planificarea teritorială) reglementată prin metodologia stabilită la nivel național, aprobată prin Ordinul nr. 3710/2017.

Pentru efectuarea analizei PHA, s-au folosit ca date de intrare informații oficiale cuprinse în Raportul de Securitate al operatorului, pus la dispoziția publicului interesat de către autoritățile de resort (SRAPM Mureș, CJ – GNM Mureș și ISU Mureș), respectiv în Autorizația de Mediu în vigoare, în vederea obținerii unor rezultate cât mai apropiate de realitate și a propunerii unor măsuri adecvate de prevenire / mitigare a riscurilor.

Fiecărui hazard astfel identificat i s-a atribuit un punctaj specific, în funcție de consecințele generate și de probabilitatea de apariție și producere a acelui eveniment în timp, aceste punctaje fiind atribuite cu ajutorul matricii riscului de mai jos (tabel 2), matrice care pentru fiecare scenariu astfel inventariat, va avea un punctaj calculat, pe baza ecuației $R = P \times G$, unde P este probabilitatea evenimentului și G reprezintă gravitatea consecințelor.

Instalațiile în care vor fi analizate aceste scenarii, sunt:

- Instalația Azotat de amoniu I+II;
- Instalația Azotat de amoniu III;
- Instalația de ambalare, depozitare și platforma de expediere ADEX II;
- Instalația de ambalare, depozitare și platforma de expediere ADEX III.

Rezultate și discuții

Majoritatea generală o constituie nivelul de risc moderat, cu un scor calculat între 10-12. Probabilitatea ca astfel de explozii să se producă pe amplasament este una ocazională, punctaj atribuit pe baza istoricului evenimentelor de acest gen petrecute în ultimii zeci de ani în întreaga lume, a expertizei în domeniu, a literaturii de specialitate și a experienței personale, însă cu consecințe majore asupra populației și structurilor.

Acțiunile care se impun a fi stabilite și implementate la acest nivel de risc sunt în mare parte de ordin procedural, este necesar ca evenimentele de acest gen să fie gestionate la nivel

preventiv și predictiv, într-un mod mult mai responsabil și mai aprofundat, tocmai datorită faptului că principalele cauze de producere a evenimentelor mai sus identificate, sunt datorate erorii umane, unor condiții ce țin de proces (temperaturi ridicate) sau unor incendii apărute în instalații.

4.2.2 Analize bazate pe efecte / consecințe asociate acestora pentru procesul de producție / depozitare a azotatului de amoniu îngrășământ în vederea determinării compatibilității teritoriale

Frecvențele utilizate pentru efectuarea modelărilor, au fost alese având în vedere zonele de impact, în funcție de indicațiile reglementate prin Ordinul nr. 3710/1212/99/2017 privind aprobarea Metodologiei pentru stabilirea distanțelor adecvate față de sursele potențiale de risc din cadrul amplasamentelor care se încadrează în prevederile Legii nr. 59/2016 privind controlul asupra pericolelor de accident major în care sunt implicate substanțe periculoase, în activitățile de amenajarea teritoriului și urbanism. Acestea sunt descrise punctual, pentru fiecare scenariu în parte, în cele ce urmează (*Ordin 3710, 2017*).

Zonele de impact, patru la număr, reglementate în metodologie, se stabilesc în funcție de efectele resimțite la nivelul populației, unde zona cea mai restrânsă este corespundență unui nivel de mortalitate ridicat (exprimat ca și probabilitate de deces) și zona cea mai extinsă, unui nivel de vătămări reversibile.

4.2.3 Analize bazate pe risc (individual) pentru procesul de producție / depozitare a azotatului de amoniu îngrășământ

În ceea ce privește analizele de evaluare bazate pe risc individual și / sau social. O limitare a tezei în acest sens, este tocmai faptul că pentru determinarea compatibilității teritoriale în ceea ce privește planificarea teritorială a amplasamentelor Seveso cu profil de producție și depozitare a azotatului de amoniu îngrășământ, este tocmai faptul că pentru evaluarea riscurilor, s-a folosit doar analiza bazată pe determinarea riscului individual. Acest lucru s-a datorat pe de-o parte unei lipse de date necesare pentru efectuarea analizei (densitatea populației din acea zonă, capacitatea obiectivelor de interes din zonele învecinate – de exemplu complexul comercial din imediata apropiere), precum și datorită lipsei unui program software specific pentru calcularea riscului social.

4.2.3.1. Calculul efectelor fizice/consecințelor asociate prin echivalent TNT pentru azotat de amoniu îngrășământ în funcție de cantitățile produse / depozitate – rezultate și discuții.

Cunoscut pentru proprietățile sale explozive, azotatul de amoniu poate produce consecințe grave în cazul unor accidente rezultate, cum sunt exploziile. Principala metodă de determinare a efectelor unei explozii (*Baker și colab., 1983*), este modelul echivalentului TNT. Acest model poate genera un anumit grad de incertitudine în estimarea puterii explozive. Problema apare datorită faptului că echivalentul TNT poate fi determinat prin diferite teste, fiecare dintre ele măsurând la modul empiric efectele produse, prin comparație cu o cantitate echivalentă de TNT care ar putea produce aceleași efecte, însă aceste teste nu sunt întotdeauna la fel de relevante, întrucât echivalentul TNT este puternic influențat de condițiile în care au loc testele, precum și de posibilele erori de sistem (*Cooper, 1994; Locking, 2011*).

În vederea atingerii obiectivelor stabilite la scrierea lucrării, au fost efectuate modelări de accidente implicând explozii cu azotat de amoniu, pe un amplasament SEVESO de nivel superior cu profil de producție și depozitare a azotatului de amoniu îngrășământ, folosind metoda de evaluare bazată pe utilizarea funcțiilor probit.

Pentru efectuarea simulărilor efectelor fizice resimțite asupra populației afectate, ca urmare a exploziilor rezultate, a fost utilizat software-ul Effects, versiunea 11.5.2, dezvoltat de compania GEXCON, plecând de la aplicarea a diferite modele de analiză descrise în literatură, în mod specific Yellow book (*Van den Bosch, 2005*) și a fost luat în considerare un echivalent TNT de 14%. Programul definește riscul ca fiind dat de probabilitatea anuală ca persoanele aflate în apropierea unui accident implicând substanțe / preparate chimice periculoase, să sufere consecințe incompatibile cu viața.

Presiunea maximă cauzată de către valul de presiune, nu apare niciodată la locația generării valului. Așadar, pe lângă suprapresiunea undei de șoc, aceasta mai este caracterizată și de așa-numitul “impuls” pozitiv, definit ca zona aflată sub unde de șoc într-un anumit interval de timp, astfel:

$$i_s = \int_{t_p} P_s(t) \times dt, \text{ unde}$$

P_s - reprezintă vârful suprapresiunii;

T_p - reprezintă durata pozitivă.

Pentru determinarea consecințelor asociate efectului de suprapresiune rezultat în urma exploziei azotatului de amoniu resimțite asupra persoanelor și structurilor, în prezenta lucrare au fost selectate funcții probit specifice din literatură (*Lees, 2005; TNO, 1992*), cu mențiunea

că în cadrul modelărilor s-au luat în calcul valori prag reprezentând numai efectele resimțite de către persoanele aflate în exteriorul clădirilor, pentru daune asupra plămânilor și urechilor, cele mai sensibile organe la suprapresiunea cauzată de explozii. Important de menționat este faptul că nu s-a luat în considerare decesul datorat unor fragmente rezultate în timpul exploziei sau din cauza impactului corpului cu diverse tipuri de fragmente.

După cum se va putea observa în modelările care urmează, au fost alese funcții Probit din surse bibliografice diferite, astfel:

- pentru vătămări ireversibile (ruperea timpanului – eardrum damage):

$$Y = - 12.6 + 1.524 \times \ln (P_s) \text{ (TNO, 1992)}$$

$$Y = - 15.6 + 1.93 \times \ln (P_s) \text{ (Lees, 2012)}$$

- pentru deces (distrugerea plămânilor – lung damage):

$$Y = - 77.1 + 6.91 \times \ln (P_s) \text{ (Less, 2012)}.$$

După calcularea efectelor fizice, etapa imediat următoare este cea a calculării consecințelor asociate acestuia prin utilizarea unor funcții probit specifice identificate în literatura de specialitate, după care, prin asociere cu frecvența evenimentului se va proceda la determinarea riscului individual.

4.2.3.2 Analiza comparativă a rezultatelor modelării și simulării accidentelor majore care implică azotat amoniu depozitat sau manipulat pe amplasamentul Azomures din perspectiva planificării teritoriale - STUDIU DE CAZ

Adresez mulțumiri speciale operatorului AZOMUREȘ S.A. pentru că a făcut posibilă efectuarea prezentului studiu de caz, prin acordul oferit pentru a folosi scenariile implicând explozia azotatului de amoniu, ca date de intrare în procesul de analiză a comparativă a riscului din perspectiva planificării teritoriale. Datele și informațiile utilizate, au stat la baza scrierii și publicării unui articol (Leordean și colab., 2023) în EEMJ (Environmental Engineering and Management Journal), sub directă și atenta coordonare a d-lui prof. Ozunu Alexandru.

Descrierea metodologiei aplicate

Pentru efectuarea simulărilor privind calculul efectelor fizice prin echivalent TNT pentru azotat de amoniu îngrășământ în funcție de cantitățile produse / depozitate, s-au utilizat date și s-au avut în vedere informații cuprinse în Raportul de Securitate al Azomureș SA,

amplasament SEVESO de nivel superior, situat în Municipiul Târgu – Mureș, din județul Mureș, cu profil de producție / depozitare a azotatului de amoniu îngrășământ.



Fig. 19 Localizarea Azomureș SA pe harta geografică a României

Pentru desfășurarea prezentului studiu de caz, s-a avut în vedere parcurgerea câtorva etape, descrise și definite punctual în cele de urmează. Aceste etape au fost în prealabil în capitolele anterioare în care a fost descris contextul legislativ în ceea ce privește planificarea teritorială și metodologia aplicabilă la nivel național și internațional. Ceea ce se impune a fi menționat, este faptul că scenariile au fost identificate și preluate cu acordul operatorului, din Raportul de Securitate, utilizând codificarea atribuită în cadrul Raportului, astfel:

Tabel 4 – Codificare scenarii explozie azotat de amoniu îngrășământ

Codificare cf. Raportului de Securitate	Descriere scenariu
I.15	Explozia a 10 tone azotat de amoniu la baza turnului de granulare, instalația Azotat de amoniu I + II
J.17	Explozia a 2 tone azotat de amoniu la baza turnului de granulare, instalația Azotat de amoniu III
N.3.1	Explozia a 25 tone azotat de amoniu din buncăr, instalația ADEX 2
N.3a	Explozia întregii cantități de azotat de amoniu în timpul activităților de manipulare – (800 tone) scenariul cel mai grav
N.3b	Explozia întregii cantități într-o stivă în timpul operațiilor de manipulare a azotatului de amoniu – scenariul maxim posibil (300 t)
N.9	Explozia întregii cantități dintr-o boxă de depozitare (300 t) din cadrul depozitului AN/CAN
N.12	Explozia unei stive de 300 tone de azotat de amoniu pe

	platforma ADEX II
O.5	Explozia a 300 tone azotat de amoniu din buncăr – scenariu maxim posibil

I. Etapa identificării scenariilor de accidente majore care implică azotat amoniu depozitat sau manipulat pe amplasament

În această etapă au fost identificate toate scenariile care implică explozii de azotat de amoniu, mai puțin cele de transport. În ceea ce privește activitatea de transport, menționez faptul că reprezentarea consecințelor, respectiv a riscului de explozie, implică efectuarea de modelări pe diferite rute de transport în interiorul amplasamentului, motiv pentru care, din cauze tehnice, în lipsa unui software specific, acest lucru nu s-a putut realiza.

II. Etapa identificării și grupării scenariilor în diferite categorii de frecvențe, pentru determinarea probabilității de producere

Pentru scenariile modelate, s-au identificat și utilizat trei categorii de frecvențe:

- $10^{-4} > F > 10^{-5}$ evenimente/an
- $10^{-5} > F > 10^{-6}$ evenimente/an
- $F < 10^{-6}$ evenimente/an

III. Modelarea și simularea scenariilor de accidente

Una dintre cele mai elaborioase etape parcurse în prezentul studiu de caz, în vederea atingerii obiectivelor stabilite pentru a fi livrate în contextul prezentei lucrări, a fost etapa de modelare și simulare a scenariilor de accidente majore. Această etapă, presupune la rândul ei, parcurgerea mai multor pași, dintre care:

- a. Estimarea zonelor de impact determinate de pragurile de suprapresiune, conform cerințelor Ordinului 3710/2017, Anexa 2, și elaborarea hărților individuale de impact sub formă de imagine raster (JPG) și vectorială.
- b. Estimarea zonelor de daune provocate asupra omului, prin utilizarea funcției Probit pentru afectarea plămânilor și elaborarea hărților de risc individual pentru fiecare scenariu sub formă de imagine raster (JPG) și vectorială.

În această etapă, s-au identificat 8 scenarii de explozie a azotatului de amoniu, în timpul activităților de producție, depozitare și manipulare, supuse modelării și simulării. În cele ce urmează, vor fi prezentate rezultatele obținute, care sunt discutate și dezbătute punctual, în contextul planificării teritoriale, în lucrarea de doctorat.

IV. Unirea conturilor de impact, respectiv risc individual, considerând scenariile din aceeași categorie de frecvență, prin utilizarea GIS

În urma parcurgerii acestei etape, au rezultat în total 6 hărți dintre care:

- i. trei de reprezentare a impactului cu metoda bazată pe consecințe (câte una pentru fiecare categorie de frecvență) - *prezentate anterior la punctul III*
- ii. alte trei de reprezentare a riscului individual cu metoda bazată pe risc (câte una pentru fiecare categorie de frecvență);

În această etapă s-a ales prezentarea celor 6 hărți privind zonele de impact determinate, în mod comparativ cu cele două metode utilizate, pentru a avea o imagine de ansamblu și cât mai clară cu privire la impactul semnificativ pe care îl poate avea aplicarea unei metodologii, în detrimentul alteia.

Pentru determinarea și evaluarea vulnerabilității din jurul amplasamentului s-au avut în vedere zonele funcționale propuse în Metodologia aprobată prin Ordinul nr. 3710/2017, prin luarea în considerare a modului de utilizare a terenurilor și a construcțiilor din vecinătate, astfel:

- **tip A:** asociat zonelor industriale și de depozitare;
- **tip B_a:** asociat zonelor funcționale de tip A și spațiilor verzi, precum și rutelor scurte de transport;
- **tip B_b:** asociat activității de transport public cu flux mai mic de 100 persoane/oră;
- **tip C_a:** asociat zonelor funcționale de tip A și B, precum și zonelor rezidențiale cu 2 etaje;
- **tip C_b:** asociat zonelor comerciale cu o capacitate de maxim 1000 persoane, școli, instituții de sănătate cu mai puțin de 1000 de persoane, precum și activității de transport public de cel mult 1000 persoane/oră;
- **tip D:** atribuit tuturor categoriilor de zone funcționale, tuturor categoriilor de construcții, zonelor și ariilor naturale protejate;

V. Reclasificarea categoriilor de utilizare a teritoriului în zona amplasamentului, extrase din Urban Atlas în cele descrise în Ordinul 3710/2017 (categorii de zone funcționale A, B, C, D), utilizând metodologia elaborată de Torok și colab. (2020)

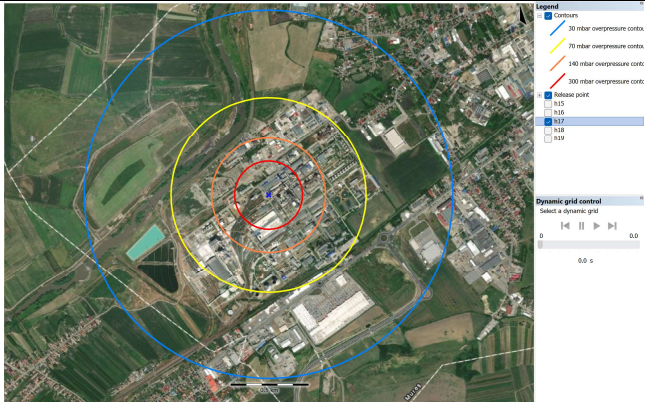
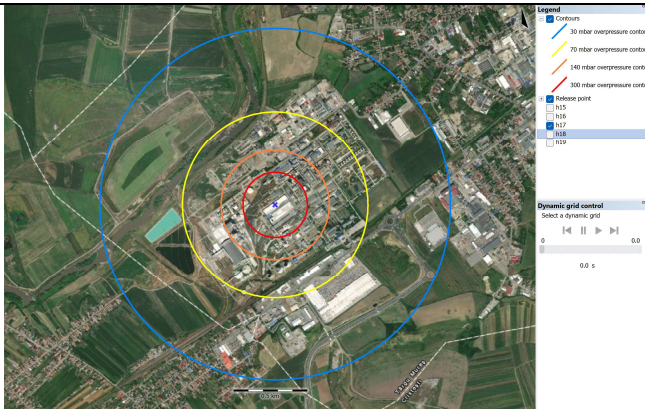
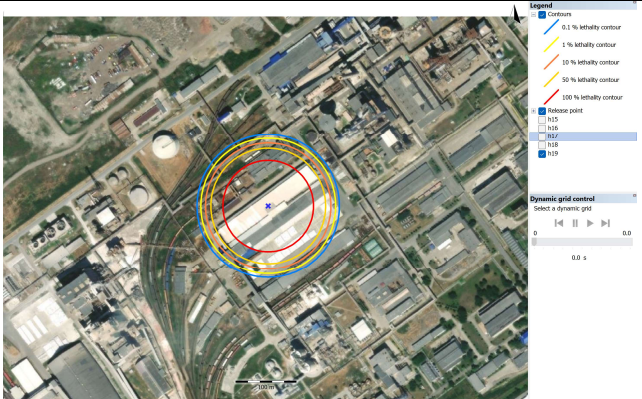
Etapă de analiză GIS se bazează pe datele identificate din Atlasul Urban 2012 (European Environment Agency, 2021), bază de date construită pe baza unor indicații

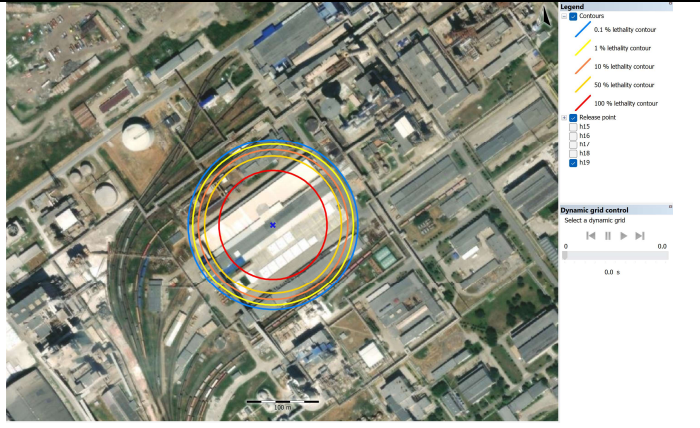
geografice multiple, precum și a unor date referitoare la utilizarea și acoperirea terenurilor pentru aproximativ 700 de zone urbane funcționale diferite, aparținând de 31 de țări europene.

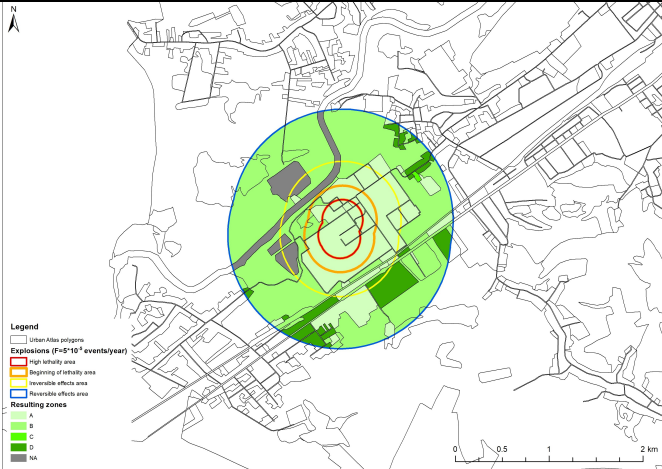
Inventarul Urban Atlas a fost utilizat pentru a avea o imagine mai detaliată a zonelor aflate în vecinătatea amplasamentului supus analizei și pentru a obține detalii cât mai relevante în ceea ce privește posibilitatea subestimarea potențialelor consecințe rezultate în urma producerii unor accidente majore care să implice explozia azotatului de amoniu.

VI. Suprapunerea hărților vectoriale de impact, respectiv risc pe harta zonelor funcționale

VII. Analiza compatibilității teritoriale prin aplicarea prevederilor Ordinului 3710/2017, respectiv a metodei propuse de Torok și colab. (2020)

Scenariile analizate	Frecvența scenariilor (evenimente /an)	Metoda bazată pe consecințe/ hibridă pe baza cerințelor Ordinului 3710/2017	Metoda bazată pe risc (risc individual)
O.5 Explozia a 300 t azotat de amoniu din buncăr – scenariul maxim posibil	$5 \cdot 10^{-5}$		
N.9 Explozia întregii cantități dintr-o boxă de depozitare (300 t)	$5 \cdot 10^{-5}$		

N.3b Explozia întregii cantități într-o stivă în timpul operației de manipulare a azotatului de amoniu – scenariul maxim posibil (300 t)	$5 \cdot 10^{-5}$		
N.3.1 Explozia unei cantități de 25 t azotat de amoniu din buncăr	$5 \cdot 10^{-5}$		

Hărțile de planificare teritorială pentru scenariile cu frecvență în intervalul: $10^{-4} > F > 10^{-5}$	 Harta de planificare teritorială obținută prin unirea curbelor de izocontur de suprapresiune obținute în cazul scenariilor O.5 + N.9 + N.3b + N.3.1 și suprapusă pe harta de utilizare a teritoriului	 Harta de planificare teritorială obținută prin unirea curbelor de izocontur de risc individual obținute în cazul scenariilor O.5 + N.9 + N.3b + N.3.1 și suprapusă pe harta de utilizare a teritoriului															
Analiza compatibilității teritoriale	Având în vedere frecvența scenariilor analizate ($10^{-4} > F > 10^{-5}$), conform matricei de compatibilitate teritorială cu alternativa construită (Ordin 3710/2017, Anexa 3): - raza zonei cu mortalitate ridicată și cea cu prag de mortalitate poate intersecta doar zone tip A; - raza zonei cu vătămări ireversibile poate intersecta doar zone tip A și B; - raza zone cu vătămări reversibile poate intersecta doar zone tip A, B și C; Conform acestor prevederi în tabelul următor sunt analizate	Pe baza metodologiei dezvoltate de Torok și colab. (2020), se vor utiliza limitele de compatibilitate teritorială bazate pe risc individual, prin comparația celor obținute prin modelare. Tabel: matricea de compatibilitate teritorială pentru amplasamente Seveso existente, propusă de Torok și colab. (2020) <table><tr><th colspan="5">MATRICEA DE COMPATIBILITATE TERITORIALĂ PROPUSĂ PENTRU AMPLASAMENTE SEVESO EXISTENTE</th></tr><tr><td>Risc individual</td><td>RI < 10⁻⁶</td><td>10⁻⁵ > RI ≥ 10⁻⁶</td><td>10⁻⁴ > RI > 10⁻⁵</td><td>IR ≥ 10⁻⁴</td></tr><tr><td>Zone funcționale</td><td>A, B, C_{a,b},</td><td>A, B, C_a</td><td>A</td><td>Numai în interiorul amplasamentului, la</td></tr></table>	MATRICEA DE COMPATIBILITATE TERITORIALĂ PROPUSĂ PENTRU AMPLASAMENTE SEVESO EXISTENTE					Risc individual	RI < 10 ⁻⁶	10 ⁻⁵ > RI ≥ 10 ⁻⁶	10 ⁻⁴ > RI > 10 ⁻⁵	IR ≥ 10 ⁻⁴	Zone funcționale	A, B, C _{a,b} ,	A, B, C _a	A	Numai în interiorul amplasamentului, la
MATRICEA DE COMPATIBILITATE TERITORIALĂ PROPUSĂ PENTRU AMPLASAMENTE SEVESO EXISTENTE																	
Risc individual	RI < 10 ⁻⁶	10 ⁻⁵ > RI ≥ 10 ⁻⁶	10 ⁻⁴ > RI > 10 ⁻⁵	IR ≥ 10 ⁻⁴													
Zone funcționale	A, B, C _{a,b} ,	A, B, C _a	A	Numai în interiorul amplasamentului, la													

incompatibilitățile obținute pentru aceste scenarii, utilizând metoda bazată pe consecințe (reprezentarea curbelor de izocontur suprapresiune în urma exploziilor posibile). Suprafețele zonelor incompatibile sunt marcate cu roșu.

Tabel de evaluare a compatibilității teritoriale pe baza cerințelor ordinului 3710/2017:

Zone funcționale	Zone de impact	Suprafața zonei funcționale intersectată cu zona de impact (km²)
A	1 - Mortalitate ridicată	0.215427
A	2 - Prag de mortalitate	0.276767
A	3 - Vătămări ireversibile	0.432332
A	4 - Vătămări reversibile	0.349271
B	1 - Mortalitate ridicată	0.016444
B	2 - Prag de mortalitate	0.052685
B	3 - Vătămări ireversibile	0.326474
B	4 - Vătămări reversibile	2.432119
C	4 - Vătămări reversibile	0.005798
D	3 - Vătămări ireversibile	0.015281
D	4 - Vătămări	0.366761

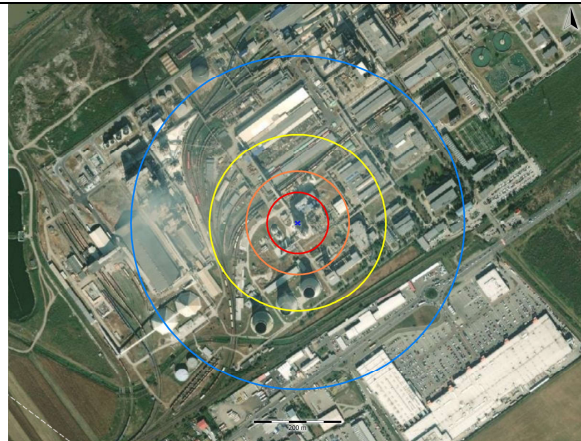
	D			limitele acestuia
--	---	--	--	-------------------

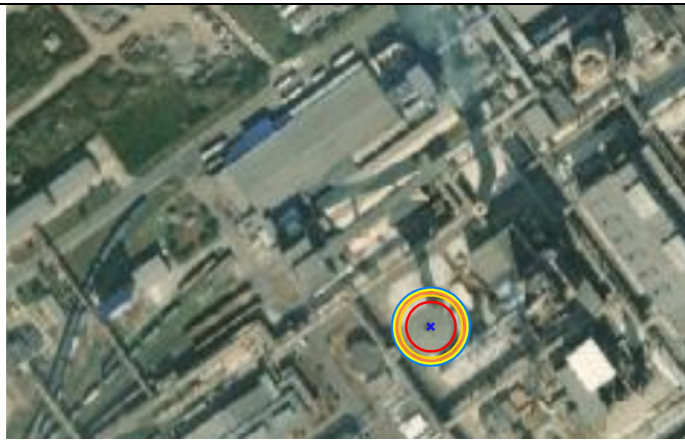
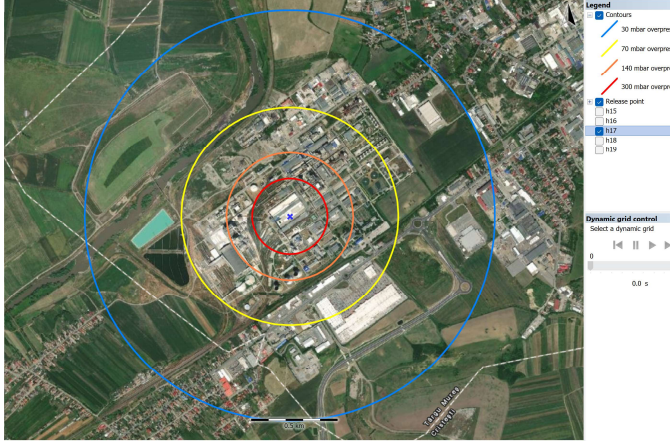
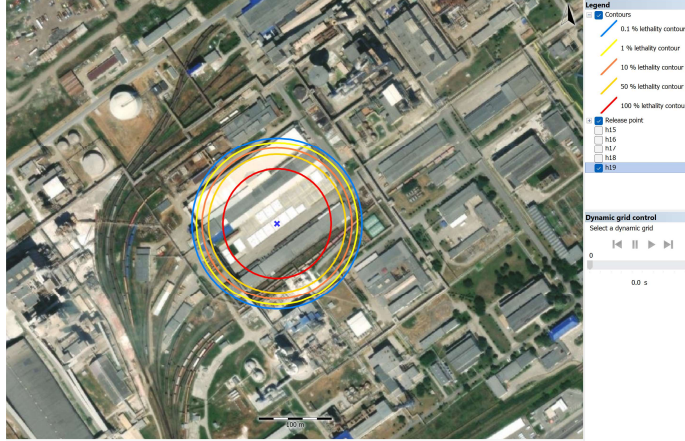
Suprafețele zonelor incompatibile sunt marcate cu roșu.

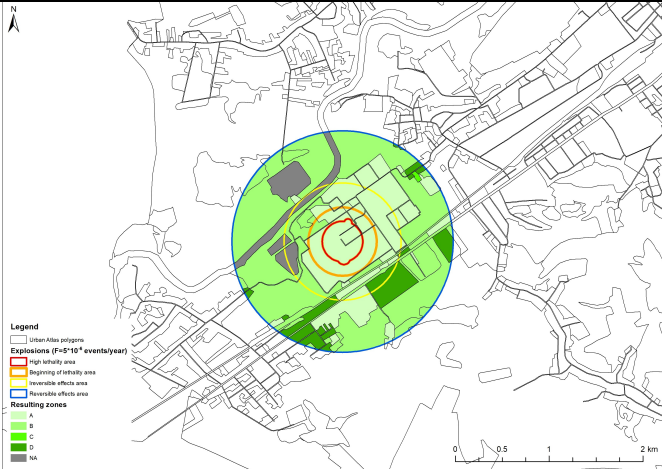
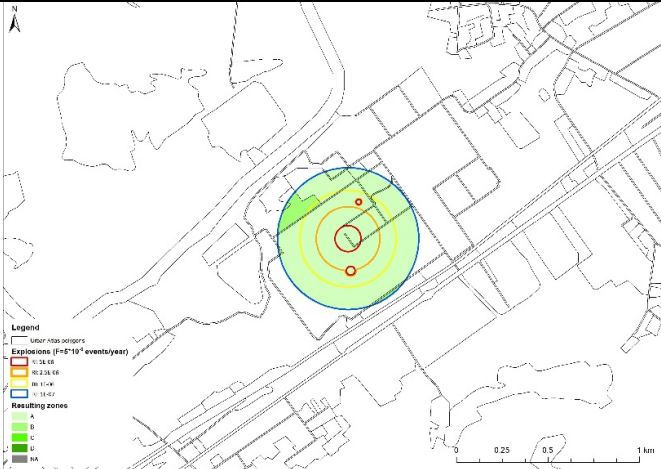
Zone funcționale	Zone de risc	Suprafața zonei funcționale intersectată cu zona de risc (km²)
A	1 - RI: 5E-05	0.037864
A	2 - RI: 2.5E-05	0.115805
A	3 - RI:1E-05	0.140572
A	4 - RI:1E-06	0.240866
B	1 - RI: 1E-05	0.001511
B	2 - RI: 2.5E-05	0.007915
B	3 - RI:1E-05	0.018044
B	4 - RI:1E-06	0.059014
NA	4 - RI:1E-06	0.000386

Suma suprafețelor incompatibile:

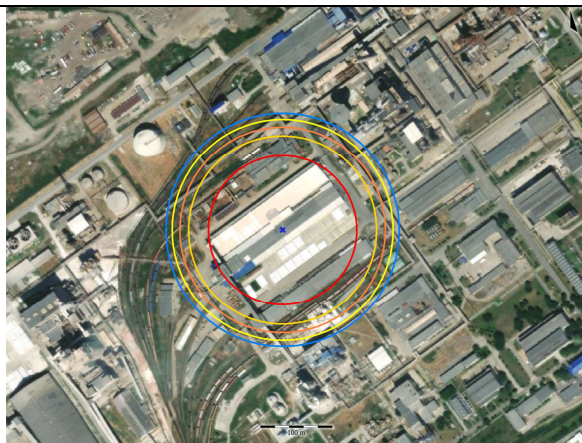
Zone funcționale tip B: 0.02747 km²

		<table><tr><td></td><td>reversibile</td><td></td></tr><tr><td>NA</td><td>3 - Vătămări ireversibile</td><td>0.132433</td></tr><tr><td>NA</td><td>4 - Vătămări reversibile</td><td>0.20699</td></tr></table> Suma suprafețelor incompatibile: Zone funcționale tip B: 0.06913 km² Zone funcționale tip D: 0.38204 km²		reversibile		NA	3 - Vătămări ireversibile	0.132433	NA	4 - Vătămări reversibile	0.20699	
	reversibile											
NA	3 - Vătămări ireversibile	0.132433										
NA	4 - Vătămări reversibile	0.20699										
I.15	5*10 ⁻⁶	Explozia a 10 t azotat de amoniu la baza turnului de granulare 										

J.17 Explozia azotatului de amoniu la baza turnului de granulare (2 tone)	$5 \cdot 10^{-6}$		
N.12 Explozia unei stive de 300 tone de azotat de amoniu pe platforma ADEX II	$5 \cdot 10^{-6}$		

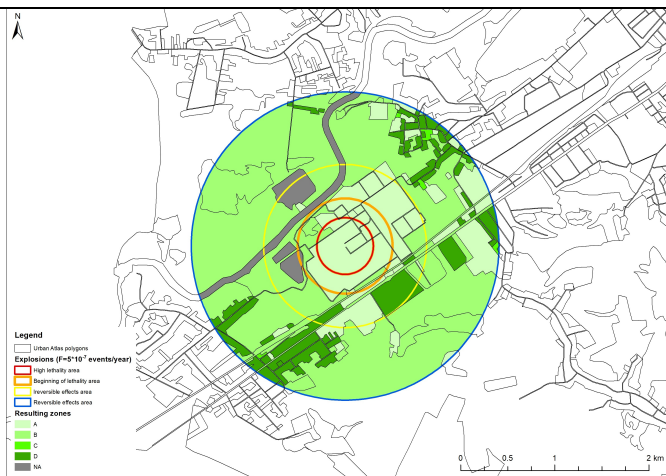
Hărțile de planificare teritorială pentru scenariile cu frecvență în intervalul: $10^{-5} > F > 10^{-6}$	 Harta de planificare teritorială obținută prin unirea curbelor de izocontur de suprapresiune obținute în cazul scenariilor I.15+J.17+N12 și suprapusă pe harta de utilizarea teritoriului	 Harta de planificare teritorială obținută prin unirea curbelor de izocontur de risc individual obținute în cazul scenariilor I.15+J.17+N12 și suprapusă pe harta de utilizarea teritoriului															
	Având în vedere frecvența scenariilor analizate ($10^{-5} > F > 10^{-6}$), conform matricei de compatibilitate teritorială cu alternativa construită (Ordin 3710/2017, Anexa 3): - raza zonei cu mortalitate ridicată poate intersecta doar zone tip A; - raza zonei cu prag de mortalitate poate intersecta doar zone tip A și B; - raza zonei cu vătămări ireversibile poate intersecta doar zone tip A, B și C;	Pe baza metodologiei dezvoltate de Torok si colab. (2020), se vor utiliza limitele de compatibilitate teritorială bazate pe risc individual, prin comparația celor obținute prin modelare. Tabel: matricea de compatibilitate teritorială pentru amplasamente Seveso existente, propusă de Torok și colab. (2020) <table border="1"><tr><th colspan="5">MATRICEA DE COMPATIBILITATE TERITORIALĂ PROPUȘĂ PENTRU AMPLASAMENTE SEVESO EXISTENTE</th></tr><tr><th>Risc individual</th><td>RI < 10^{-6}</td><td>$10^{-5} > RI \geq 10^{-6}$</td><td>$10^{-4} > RI > 10^{-5}$</td><td>IR $\geq 10^{-4}$</td></tr><tr><th>Zone</th><td>A, B,</td><td>A, B, C_a</td><td>A</td><td>Numai în interiorul</td></tr></table>	MATRICEA DE COMPATIBILITATE TERITORIALĂ PROPUȘĂ PENTRU AMPLASAMENTE SEVESO EXISTENTE					Risc individual	RI < 10^{-6}	$10^{-5} > RI \geq 10^{-6}$	$10^{-4} > RI > 10^{-5}$	IR $\geq 10^{-4}$	Zone	A, B,	A, B, C _a	A	Numai în interiorul
MATRICEA DE COMPATIBILITATE TERITORIALĂ PROPUȘĂ PENTRU AMPLASAMENTE SEVESO EXISTENTE																	
Risc individual	RI < 10^{-6}	$10^{-5} > RI \geq 10^{-6}$	$10^{-4} > RI > 10^{-5}$	IR $\geq 10^{-4}$													
Zone	A, B,	A, B, C _a	A	Numai în interiorul													

- raza zone cu vătămări reversibile poate intersecta zone tip A, B, C, D; Conform acestor prevederi în tabelul următor sunt analizate incompatibilitățile obținute pentru aceste scenarii, utilizând metoda bazată pe consecințe (reprezentarea curbelor de izocontur suprapresiune în urma exploziilor posibile). Suprafețele zonelor incompatibile sunt marcate cu roșu. Tabel de evaluare a compatibilității teritoriale pe baza cerințelor ordinului 3710/2017 <table><tr><th>Zone funcționale</th><th>Zone de impact</th><th>Suprafața zonei funcționale intersectată cu zona de impact (km²)</th></tr><tr><td>A</td><td>1 - Mortalitate ridicată</td><td>0.14805</td></tr><tr><td>A</td><td>2 - Prag de mortalitate</td><td>0.238712</td></tr><tr><td>A</td><td>3 - Vătămări ireversibile</td><td>0.43606</td></tr><tr><td>A</td><td>4 - Vătămări reversibile</td><td>0.445191</td></tr><tr><td>B</td><td>1 - Mortalitate ridicată</td><td>0.003219</td></tr><tr><td>B</td><td>2 - Prag de mortalitate</td><td>0.026117</td></tr><tr><td>B</td><td>3 - Vătămări ireversibile</td><td>0.268313</td></tr><tr><td>B</td><td>4 - Vătămări reversibile</td><td>2.110931</td></tr><tr><td>C</td><td>4 - Vătămări</td><td>0.005798</td></tr></table>	Zone funcționale	Zone de impact	Suprafața zonei funcționale intersectată cu zona de impact (km²)	A	1 - Mortalitate ridicată	0.14805	A	2 - Prag de mortalitate	0.238712	A	3 - Vătămări ireversibile	0.43606	A	4 - Vătămări reversibile	0.445191	B	1 - Mortalitate ridicată	0.003219	B	2 - Prag de mortalitate	0.026117	B	3 - Vătămări ireversibile	0.268313	B	4 - Vătămări reversibile	2.110931	C	4 - Vătămări	0.005798	<table><tr><td>funcționale</td><td>C_{a,b}, D</td><td></td><td></td><td>amplasamentului, la limitele acestuia</td></tr></table>	funcționale	C _{a,b} , D			amplasamentului, la limitele acestuia
	Zone funcționale	Zone de impact	Suprafața zonei funcționale intersectată cu zona de impact (km²)																																	
	A	1 - Mortalitate ridicată	0.14805																																	
	A	2 - Prag de mortalitate	0.238712																																	
	A	3 - Vătămări ireversibile	0.43606																																	
	A	4 - Vătămări reversibile	0.445191																																	
	B	1 - Mortalitate ridicată	0.003219																																	
	B	2 - Prag de mortalitate	0.026117																																	
	B	3 - Vătămări ireversibile	0.268313																																	
	B	4 - Vătămări reversibile	2.110931																																	
C	4 - Vătămări	0.005798																																		
funcționale	C _{a,b} , D			amplasamentului, la limitele acestuia																																

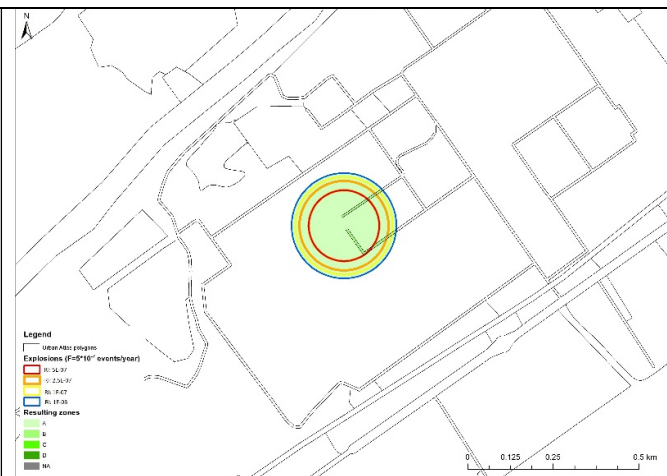
		<table><tr><td></td><td>reversibile</td><td></td></tr><tr><td>D</td><td>3 - Vătămări ireversibile</td><td>0.035558</td></tr><tr><td>D</td><td>4 - Vătămări reversibile</td><td>0.318529</td></tr><tr><td>NA</td><td>3 - Vătămări ireversibile</td><td>0.063056</td></tr><tr><td>NA</td><td>4 - Vătămări reversibile</td><td>0.259516</td></tr></table> Suma suprafețelor incompatibile: Zone funcționale tip B: 0.003219 km² Zone funcționale tip D: 0.035558 km²		reversibile		D	3 - Vătămări ireversibile	0.035558	D	4 - Vătămări reversibile	0.318529	NA	3 - Vătămări ireversibile	0.063056	NA	4 - Vătămări reversibile	0.259516	
	reversibile																	
D	3 - Vătămări ireversibile	0.035558																
D	4 - Vătămări reversibile	0.318529																
NA	3 - Vătămări ireversibile	0.063056																
NA	4 - Vătămări reversibile	0.259516																
N.3a	5*10 ⁻⁷	Explozia întregii cantități în timpul operațiilor de manipulare a azotatului de amoniu – scenariul cel mai grav (800 t) 																

Hărțile de planificare teritorială pentru scenariile cu frecvență în intervalul:

$$F < 10^{-6}$$



Harta de planificare teritorială pe baza curbelor de izocontur de suprapresiune obținută în cazul scenariului N.3a și suprapusă pe harta de utilizarea teritoriului



Harta de planificare teritorială pe baza curbelor de risc individual obținută în cazul scenariului N.3a și suprapusă pe harta de utilizarea teritoriului

Având în vedere frecvența scenariilor analizate ($F < 10^{-6}$), conform matricei de compatibilitate teritorială cu alternativa construită (Ordin 3710/2017, Anexa 3):

- raza zonei cu mortalitate ridicată poate intersecta doar zone tip A ;I B;

raza zonei cu prag de mortalitate poate intersecta doar zone tip A, B și C;

- raza zonei cu vătămări ireversibile poate intersecta zone tip A, B, C și D;

Pe baza metodologiei dezvoltate de Torok și colab. (2020), se vor utiliza limitele de compatibilitate teritorială bazate pe risc individual, prin comparația celor obținute prin modelare.

Tabel: matricea de compatibilitate teritorială pentru amplasamente Seveso existente, propusă de Torok și colab. (2020)

MATRICEA DE COMPATIBILITATE TERITORIALĂ PROPUSĂ PENTRU AMPLASAMENTE SEVESO EXISTENTE				
Risc individual	RI < 10^{-6}	$10^{-5} > RI \geq 10^{-6}$	$10^{-4} > RI > 10^{-5}$	IR $\geq 10^{-4}$
Zone	A, B,	A, B, C _a	A	Numai în interiorul

	- raza zone cu vătămări reversibile poate intersecta zone tip A, B, C și D; Conform acestor prevederi în tabelul următor sunt analizate incompatibilitățile obținute pentru aceste scenarii, utilizând metoda bazată pe consecințe (reprezentarea curbelor de izocontur suprapresiune în urma exploziilor posibile). Suprafețele zonelor incompatibile sunt marcate cu roșu. Tabel de evaluare a compatibilității teritoriale pe baza cerințelor ordinului 3710/2017 <table><tr><th>Zone funcționale</th><th>Zone de impact</th><th>Suprafața zonei funcționale intersectată cu zona de impact (km²)</th></tr><tr><td>A</td><td>1 - Mortalitate ridicată</td><td>0.260217</td></tr><tr><td>A</td><td>2 - Prag de mortalitate</td><td>0.364801</td></tr><tr><td>A</td><td>3 - Vătămări ireversibile</td><td>0.495002</td></tr><tr><td>A</td><td>4 - Vătămări reversibile</td><td>0.545004</td></tr><tr><td>B</td><td>1 - Mortalitate ridicată</td><td>0.0224</td></tr><tr><td>B</td><td>2 - Prag de mortalitate</td><td>0.145558</td></tr><tr><td>B</td><td>3 - Vătămări ireversibile</td><td>0.657123</td></tr><tr><td>B</td><td>4 - Vătămări reversibile</td><td>4.577654</td></tr><tr><td>C</td><td>4 - Vătămări reversibile</td><td>0.028059</td></tr></table>	Zone funcționale	Zone de impact	Suprafața zonei funcționale intersectată cu zona de impact (km²)	A	1 - Mortalitate ridicată	0.260217	A	2 - Prag de mortalitate	0.364801	A	3 - Vătămări ireversibile	0.495002	A	4 - Vătămări reversibile	0.545004	B	1 - Mortalitate ridicată	0.0224	B	2 - Prag de mortalitate	0.145558	B	3 - Vătămări ireversibile	0.657123	B	4 - Vătămări reversibile	4.577654	C	4 - Vătămări reversibile	0.028059	<table><tr><th>funcționale</th><th>C_{a,b}, D</th><th></th><th></th><th>amplasamentului, la limitele acestuia</th></tr></table> Suprafețele zonelor incompatibile sunt marcate cu roșu. <table><tr><th>Zone funcționale</th><th>Zone de risc</th><th>Suprafața zonei funcționale intersectată cu zona de risc (km²)</th></tr><tr><td>A</td><td>1 - RI: 5E-07</td><td>0.031992</td></tr><tr><td>A</td><td>2 - RI: 2.5E-07</td><td>0.019171</td></tr><tr><td>A</td><td>3 - RI:1E-07</td><td>0.010051</td></tr><tr><td>A</td><td>4 - RI:1E-08</td><td>0.010018</td></tr><tr><td>B</td><td>1 - RI: 5E-07</td><td>0.001295</td></tr><tr><td>B</td><td>2 - RI: 2.5E-07</td><td>0.000582</td></tr><tr><td>B</td><td>3 - RI:1E-07</td><td>0.000197</td></tr><tr><td>B</td><td>4 - RI:1E-08</td><td>0.000172</td></tr></table> Nu au fost găsite incompatibilități pentru acest scenariu.	funcționale	C _{a,b} , D			amplasamentului, la limitele acestuia	Zone funcționale	Zone de risc	Suprafața zonei funcționale intersectată cu zona de risc (km²)	A	1 - RI: 5E-07	0.031992	A	2 - RI: 2.5E-07	0.019171	A	3 - RI:1E-07	0.010051	A	4 - RI:1E-08	0.010018	B	1 - RI: 5E-07	0.001295	B	2 - RI: 2.5E-07	0.000582	B	3 - RI:1E-07	0.000197	B	4 - RI:1E-08	0.000172
Zone funcționale	Zone de impact	Suprafața zonei funcționale intersectată cu zona de impact (km²)																																																														
A	1 - Mortalitate ridicată	0.260217																																																														
A	2 - Prag de mortalitate	0.364801																																																														
A	3 - Vătămări ireversibile	0.495002																																																														
A	4 - Vătămări reversibile	0.545004																																																														
B	1 - Mortalitate ridicată	0.0224																																																														
B	2 - Prag de mortalitate	0.145558																																																														
B	3 - Vătămări ireversibile	0.657123																																																														
B	4 - Vătămări reversibile	4.577654																																																														
C	4 - Vătămări reversibile	0.028059																																																														
funcționale	C _{a,b} , D			amplasamentului, la limitele acestuia																																																												
Zone funcționale	Zone de risc	Suprafața zonei funcționale intersectată cu zona de risc (km²)																																																														
A	1 - RI: 5E-07	0.031992																																																														
A	2 - RI: 2.5E-07	0.019171																																																														
A	3 - RI:1E-07	0.010051																																																														
A	4 - RI:1E-08	0.010018																																																														
B	1 - RI: 5E-07	0.001295																																																														
B	2 - RI: 2.5E-07	0.000582																																																														
B	3 - RI:1E-07	0.000197																																																														
B	4 - RI:1E-08	0.000172																																																														

	D	3 - Vătămări ireversibile	0.158132	
	D	4 - Vătămări reversibile	0.724011	
	NA	2 - Prag de mortalitate	0.004829	
	NA	3 - Vătămări ireversibile	0.236767	
	NA	4 - Vătămări reversibile	0.157412	
	Nu au fost găsite incompatibilități pentru acest scenariu.			

Tabel 20 – Analiza compatibilității teritoriale aplicând comparativ metoda de analiză bazată pe efecte/ consecințe vs. Metoda de analiză bazată pe risc

4.2.3.3 Limitările și incertitudinile studiului

Unul dintre motivele pentru care s-a considerat oportună elaborarea acestei lucrări a fost tocmai din perspectiva provocărilor pe care metodologia în sine le presupune. Astfel că, dacă pe de-o parte intervin lipsuri din punct de vedere a unei direcții clare în privința determinării distanțelor adecvate față de amplasamente Seveso, în contextul planificării teritoriale, pe de altă parte acestea pot conduce la o serie de limitări generatoare de incertitudini în ceea ce privește rezultatele obținute.

Așadar, având în vedere cele de mai sus, menționez următoarele:

- studiul nu reprezintă situația completă a riscului amplasamentului studiat, deoarece au fost avute în vedere doar scenariile care implică explozia azotatului de amoniu pe timpul producerii, manipulării și depozitării au fost considerate.
- baza de date Urban Atlas necesară pentru reprezentarea hărților de risc, conține peste 20 de categorii de utilizare a terenului, motiv pentru care a fost necesară reclasificarea acestora și încadrarea lor în cele 4 categorii descrise în Ordinul 3710/2017. În această situație pot apărea diferențe față de cerințele urbanistice aplicate la nivel național.

O problemă majoră identificată în acest caz a fost aceea a reclasificării categoriei de utilizare a terenului: *Zone industriale, de comerț, publice, militare sau unități private (Industrial, commercial, public, military and private units)*, care practic conține atât zonele funcționale de tip A (industriale), cât și cele de tip D (comerciale și publice cu o capacitate mai mare de 1000 de persoane). Astfel, anumite zone din vecinătatea amplasamentului studiat pot fi reprezentate pe hărțile obținute ca fiind zone tip A, în realitate ele corespunzând altor zone funcționale, motiv pentru care această incertitudine influențează în mod semnificativ precizia suprafețelor calculate pentru analiza compatibilității teritoriale.

- în cadrul metodei bazate pe risc, utilizată în cazul scenariilor ce implică explozia azotatului de amoniu, s-a considerat doar efectul exploziei pe om prin afectarea plămânilor și prin urmare, prin generarea unui deces (utilizând funcția probit prezentată de Lees, 2012).

Alte consecințe provocate de explozie, precum deces în urma prăbușirii clădirilor afectate, vătămări datorate proiectilelor etc. nu au fost luate în calcul. Astfel, zonele de risc individual determinate în cele ce urmează, reprezintă doar acele zone unde se așteaptă decese ca urmare a provocării unor daune grave a plămânilor, ceea ce, în mod evident subestimează zona totală aferentă riscului de deces.

- modelul bazat pe echivalentul TNT, prezintă în sine un anumit grad de incertitudine, așa cum a fost deja discutat. Echivalentul TNT de 14% ales pentru AN se află la limita superioară a valorilor determinate pentru gradul de îngrășământ AN. În mod normal, echivalența TNT depinde de mai mulți factori, cum ar fi conținutul de azot, porozitatea, densitatea, prezența contaminanților, închiderea spațiului (ceea ce duce la acumularea de căldură și gaze din reacția de descompunere), presiunea etc.

Ca abordare conservatoare, prin utilizarea unei valori echivalente TNT mai mari pentru determinarea consecințelor exploziei, vor rezulta zone de impact mai mari, ceea ce va duce la o planificare teritorială mai restrictivă și la o protecție mai mare a populației. În cazul amplasamentelor nou concepute, o abordare mai conservatoare este acceptată pe scară largă.

Cu toate acestea, în cazul amplasamentelor existente, unde, din diferite motive, au fost construite case rezidențiale și spații comerciale în zone cu consecințe potențial majore, o abordare conservatoare poate duce la incompatibilități și la multe alte consecințe juridice.

În altă ordine de idei, utilizarea funcțiilor Probit este o metodă larg acceptată pentru estimarea consecințelor, iar prin combinarea cu frecvența evenimentelor se poate determina riscul individual. Cu toate acestea, în acest studiu a fost luată în considerare numai letalitatea cauzată de leziuni pulmonare. Prin urmare, rezultatele bazate pe risc pot subestima zonele de letalitate, fără a lua în considerare efectele indirecte ale exploziilor, cum ar fi prăbușirea clădirilor și impactul corpului cu alte obiecte aflate în mișcare.

O altă categorie de incertitudine care influențează direct rezultatele compatibilității teritoriale, a fost identificată în procesul de reclasificare (etapa V a metodologiei propuse) a categoriilor de utilizare a terenurilor din Harta europeană a așezărilor (Copernicus Land Monitoring Service, 2019) în cele patru zone funcționale definite în Ordinul nr. 3710/2017. De exemplu, în Harta Europeană a Așezărilor categoria "Unități industriale sau comerciale" acoperă atât zonele industriale, cât și cele comerciale. Astfel, în cadrul testării metodologiei au fost constatate neconcordanțe, caz concret fiind complexul comercial aflat în imediata apropiere a amplasamentului supus analizei fiind încadrat în "zona funcțională A – zonă industrială" conform Hărții Europene, pe când conform Ordinului nr. 3710/2017 se încadrează în "zona funcțională D – flux mare de populație, cu capacitate de peste 1000 de persoane".

4.2.3.4 Rezultate și discuții

I. Analiza compatibilității teritoriale a fost efectuată prin distribuirea scenariilor supuse modelărilor în 3 grupe (câte una pentru fiecare interval de frecvență considerat) și reprezentarea zonelor afectate pentru fiecare dintre scenariile tratate la punctul anterior, conform matricei de compatibilitate teritorială cu alternativa construită, așa cum este stabilită prin Ordinul 3710/2017, Anexa 3. Reprezentarea a fost făcută prin suprapunerea în paralel, a hărților de planificare a teritoriului, peste hărțile de utilizare a teritoriului. În ceea ce privește hărțile de planificare a teritoriului, acestea au fost obținute pe de-o parte prin unirea conturilor de suprapresiune, rezultate în urma modelărilor efectuate la punctul **III. Modelarea și simularea scenariilor de accidente** și, pe de altă parte, prin unirea curbelor de risc individual obținute în urma modelărilor efectuate pentru fiecare dintre cele 8 scenarii.

Astfel, pentru primul interval de frecvență alocat, cu o frecvență de apariție a evenimentelor de 5×10^{-5} , cuprinsă între $10^{-4} > F > 10^{-5}$, din hărțile obținute în urma modelărilor comparative, se poate concluziona faptul că incompatibilitățile teritoriale identificate ca urmare a aplicării metodologiei bazate pe consecințe/ hibridă propusă la nivel național, au rezultat în zonele funcționale de tip B, unde se va face simțită prezența unei mortalități ridicate (calculată pentru o suprafață de 0.016444 km^2), respectiv pragul de mortalitate (calculat pentru o suprafață de 0.052685 km^2), respectiv de tip D, cu o sumă a suprafețelor incompatibile de 0.38204 km^2 .

În altă ordine de idei, pentru această categorie de frecvență cuprinsă între 10^{-4} și 10^{-5} evenimente pe an, s-a făcut analiza compatibilității teritoriale utilizând metodologia propusă și dezvoltată de către Torok și colab. (2020), prin utilizarea unor limite de compatibilitate bazate pe risc, pentru amplasamente Seveso existente. În această situație, în urma încadrării intervalului de frecvență în matricea de compatibilitate teritorială propusă, rezultatele indică faptul că zona afectată de efectele resimțite asupra populației în urma producerii unei explozii care implică AN îngrășământ, se identifică cu zona funcțională de tip B, însumând o suprafață de numai 0.02747 km^2 .

Diferența dintre cele două abordări, în ceea ce privește suprafețele posibil incompatibile, este semnificativă, astfel punându-se problema întrebării: care dintre abordări este mai performantă și mai adecvată pentru planificarea teritorială? Având în vedere incertitudinile date de reclasificarea categoriilor de utilizare a terenului din Urban Atlas, pot exista erori în calcul, de exemplu: terenului în imediata vecinătate a amplasamentului pe partea

de Vest a amplasamentului a fost clasificat în categoria B – spații verzi, însă în realitate s-ar putea să fie încadrat tot în clasa A – zonă industrială, lucru care practic ar elimina total incompatibilitatea obținută cu abordarea bazată pe risc.

II. În cel de-al doilea interval de frecvență, au fost analizate comparativ scenariile cu o probabilitate de apariție de 5×10^{-6} cuprinsă între $10^{-5} > F > 10^{-6}$ evenimente / an, categorie în care se încadrează scenariile I.15, J.17 și N12. La fel ca și în cazul anterior, reprezentarea zonelor în care vor fi resimțite efectele exploziei, a fost făcută prin suprapunerea hărților de planificare a teritoriului peste hărțile de utilizare a teritoriului.

Astfel, pentru acest interval de frecvență, din hărțile obținute în urma modelărilor comparative, se poate concluziona faptul că raza zonei cu mortalitate ridicată poate intersecta doar zone tip A, pe când raza zonei cu prag de mortalitate poate intersecta atât zone de tip A, cât și B. În ceea ce privește raza zonei cu vătămări ireversibile, se poate observa faptul că aceasta poate intersecta zone de tip A, B și C. Incompatibilitățile teritoriale identificate ca urmare a aplicării metodologiei adoptate la nivel național prin Ordinul nr. 3710/2017, bazată pe consecințe/ hibridă, au fost determinate la nivelul zonelor funcționale asociate în general activităților de transport pe rute scurte și cu număr redus de persoane (zona funcțională de tip B), respectiv la nivelul zonei D, atribuite tuturor categoriilor de construcții și arii protejate. Pentru incompatibilitatea cu zonele funcționale de tip B, a fost determinată o distanță de 0.003219 km^2 , respectiv 0.035558 km^2 cu zonele de tip D.

În ceea ce privește abordarea bazată pe risc, în acest caz nu au fost găsite incompatibilități teritoriale, ceea ce favorizează funcționarea amplasamentului.

III. În cel de-al treilea interval de frecvență, corespunzător unei probabilități de apariție $< 10^{-6}$, concret 10^{-7} atribuită exploziei întregii cantități de azotat de amoniu (800 tone) în timpul manipulării, fiind de altfel și scenariul cel mai grav ales, s-a constatat faptul că raza zonei cu mortalitate ridicată va intersecta zone de tip A și B, raza zonei cu prag de mortalitate zone de tip A, B și C, iar raza zonei aferente vătămarilor ireversibile, respectiv reversibile, va intersecta toate zonele funcționale (A, B, C și D).

În cazul acestui scenariu, nu au fost identificate incompatibilități teritoriale, rezultatele fiind suprapuse în totalitate pe limitele de compatibilitate teritorială propuse în fiecare dintre cele două metodologii aplicate, fie că este vorba despre metodologia bazată pe consecințe / hibridă, fie că vorbim despre cea bazată pe efecte. Motivul pentru care se întâmplă acest lucru,

este evident, și anume datorită frecvenței scăzute în cazul acestui scenariu privind probabilitatea de producere a unei explozii care să implice o cantitate atât de mare de azotat de amoniu.

După cum se poate observa din cele de mai sus, analiza compatibilității a fost realizată tocmai din această perspectivă, și anume aceea a grupării scenariilor în care au fost implicate aceleași cantități de azotat de amoniu, motiv pentru care, implicit au fost alese aceleași frecvențe de apariție a exploziilor. Acest aspect reiese și din modelările efectuate în cadrul punctului **III. Modelarea și simularea scenariilor de accidente** din acest capitol, privind estimarea zonelor de impact, unde pentru aceleași cantități de AN modelate în cadrul a diferite scenarii de explozie, au fost calculate aceleași distanțe de producere a efectelor fizice și suprapresiunii.

Având în vedere cele menționate anterior, se poate concluziona faptul că definitorie pentru determinarea compatibilității teritoriale, va fi frecvența de producere a scenariilor identificate. Acesta este practic și motivul pentru care, cu toate că anumite scenarii implică cantități mari de azotat de amoniu, datorită frecvenței reduse de producere a exploziilor nu au fost identificate compatibilități din punct de vedere teritorial, pe când la cantități mai mici, dar cu probabilitate de apariție mai ridicată, riscul va fi și el mai mare, cu incompatibilitățile identificate anterior.

Astfel, se poate concluziona că, în cazul scenariilor cu frecvență mai mare, incompatibilitățile teritoriale pentru funcționalitățile de tip B și D se obțin pentru suprafețe mai mari, comparativ cu intervalele cu frecvență mai mică. Acest lucru se obține datorită condițiilor de compatibilitate mai stricte, definite în matricea reglementată prin Ordinul nr. 3710/2017, pentru scenarii de frecvență mai mare și implicit de consecințe mai semnificative. De asemenea, din cauza diferențelor dintre cele două abordări, au fost obținute abateri în domeniile de incompatibilități definite pentru cele două cazuri. Pentru scenariul care implică explozia cantității maxime posibile care poate fi prezentă în interiorul unității de ambalare (800 tone) nu au fost constatate incompatibilități, din cauza frecvenței scăzute asociate acestui scenariu.

5 MANAGEMENTUL RISCULUI ȘI AL SIGURANȚEI DE PROCES PE AMPLASAMENTELE SEVESO CU PROFIL DE PRODUCȚIE ȘI DEPOZITARE A AZOTATULUI DE AMONIU – ÎNGRĂȘĂMÂNT

5.1 Mentenanță preventivă și predictivă în procesul de granulare a azotatului de amoniu îngrășământ. Concept

Mentenanța unui sistem tehnologic devine din ce în ce mai critică datorită progreselor tehnice, modificări legislative și a variațiilor operaționale (*Söderholm, 2007*). Sistemele complexe cresc probabilitatea apariției pericolelor, care necesită o analiză și un management eficient al riscurilor (*Swanson, 2001*). Procesul de producție a îngrășămintelor chimice, precum și a altor substanțe chimice, se bazează pe mai multe echipamente cheie pentru a menține rate eficiente de producție. Granularea, de altfel, este unul dintre cele mai comune procese folosit pentru a produce AN solid, cu calități îmbunătățite de manipulare, depozitare în vrac și ambalare. Procesele și sistemele de producție a îngrășămintelor sunt adesea foarte complexe, motiv pentru care conțin un număr semnificativ de pericole, care de multe ori pot conduce la accidente tehnologice pe amplasamentul pe care se produc.

Analiza preliminară a hazardurilor (PHA) fiind la nivel general o metodă calitativă de analiză a riscurilor, este ușor de aplicat pentru toate tipurile de operațiuni și funcții, putând fi efectuată pe un sistem, subsistem, unitate sau chiar pe set integrat de sisteme (*Martel, 2004*).

Analiza efectuată a luat în considerare doar o parte din întregul proces de producție a AN îngrășământ, respectiv etapa de granulare, cu principalul echipament critic implicat, granulatorul cu tambur rotativ și componentele acestuia. Unele dintre măsurile și acțiunile de siguranță propuse în analiza PHA care sunt utilizate în mod obișnuit includ:

- respectarea procedurilor și parametrilor de lucru;
- actualizarea periodică a procedurilor de lucru, conform cerințelor legale;
- bune practici și linii directoare specifice;
- instruirii periodice ale personalului;
- analize de laborator, acolo unde este necesar;
- accesibilitate și menținere în stare de bună funcționare a echipamentelor de intervenție;
- purtarea echipamentului individual de protecție cu respectarea cerințelor legale aplicabile în domeniul securității și sănătății în muncă.

Rezultatele analizei arată că majoritatea pericolelor identificate în procesul de granulare se încadrează între nivelurile de risc scăzut și moderat. Cel mai mare nivel de risc obținut este 12 – risc moderat, generat de potențiale scurgeri în procesul tehnologic, din cauza vibrațiilor excesive ale echipamentelor. Probabilitatea pericolelor identificate variază de la Improbabil la Ocazional, în timp ce consecințele lor variază de la minore, la catastrofale.

Prin aplicarea metodei PHA, mai multe măsuri și acțiuni importante de mentenanță preventivă și predictivă, au fost identificate. Dintre acestea se pot aminti: inspecțiile vizuale, realinieri de rutină, rodajul șafturilor, lubrifiere și instruirea periodică a operatorilor. Pentru măsurile predictive, tehnici precum analiza vibrațiilor, monitorizarea zgomotului, analiza fluidelor, monitorizarea uleiului, tribologia și termografia, au fost considerate relevante (*Endevco an amphenol company*)..

5.2 Metodologia utilizată în analiza preliminară a riscurilor (PHA) privind stabilirea unor măsuri de mentenanță preventivă și predictivă în procesul de granulare a AN îngrășământ

Conform US EPA AP 42, nitrat de amoniu industria prelucrătoare – Document tehnic (1981), „granulatoarele cu tambur rotativ produc granule prin pulverizarea unei topituri concentrate de azotat de amoniu (99,0 până la 99,8 la sută) pe particule mici de azotat de amoniu, de dimensiunea unor semințe, într-un tambur cilindric rotativ” (*United States Environmental Agency, 1981*). În analiza PHA efectuată, s-au identificat toate pericolele și defecțiunile potențiale care pot duce la un accident în timpul granulării AN proces, în special datorită proprietăților periculoase ale AN (*Török și Ozunu, 2015*).

Matricea de risc utilizată (tabelul 7) în PHA are ca scop clasificarea riscurilor, pe baza nivelului lor de probabilitate (P) și a consecințelor (C), unde riscul (R) este produsul celor două ($R = P \times C$). Valorile calitative alocate acestor riscuri au fost alese (pe o scară de la 1 la 5, descrise în detaliu în (*Török și colab., 2011*) pe baza procedurilor de lucru și a instrucțiunilor pentru procesul de granulare a AN îngrășământ, planuri de mentenanță, HAZOP, literatura științifică, precum și pe baza experiența echipei de analiză.

Tabel 21 Matricea de risc utilizată în analiza PHA privind stabilirea unor măsuri de mentenanță preventivă și predictivă în procesul de granulare a azotatului de amoniu îngrășământ

			Consecințe				
			Nesemnificativ	Minor	Moderat	Major	Catastrofic
			1	2	3	4	5
Probabilitate	Improbabil	1	1	2	3: 8a, 13b, 13c	4	5
	Izolat	2	2	4: 3b	6: 11a, 11b, 11c, 12a, 13a	8: 12b	10: 4a, 4b, 4c, 5a
	Ocazional	3	3	6: 1a, 2a, 3a	9: 9a, 10a, 10b	12: 7a	15
	Probabil	4	4	8	12	16	20
	Frecvent	5	5	10	15	20	25

Tabel 22 Nivelele de risc pentru încadrarea scenariilor analizate în cadrul PHA privind stabilirea unor măsuri de mentenanță preventivă și predictivă în procesul de granulare a azotatului de amoniu îngrășământ

Nivel de risc	Definiție
1 – 3	Risc foarte scăzut
4 – 6	Risc scăzut
7 – 12	Risc moderat
13 – 19	Risc ridicat
20 – 25	Risc extrem

5.3 Măsuri de mentenanță preventivă propuse pentru amplasamente SEVESO cu profil de producție a azotatului de amoniu îngrășământ

În acest subcapitol au fost propuse măsuri de mentenanță preventivă precum inspecții vizuale, realinieri de rutină, rodajul curelelor și a fusului, lubrifierea și instruirea operatorilor, descrise mai pe larg în lucrare.

5.4 Măsuri de mentenanță predictivă propuse pentru amplasamente SEVESO cu profil de producție a azotatului de amoniu îngrășământ

În acest subcapitol au fost propuse măsuri de mentenanță predictivă precum analiza vibrațiilor, monitorizarea zgomotului, analiza fluidelor, monitorizarea uleiului și acțiuni de tribologie și termografie, descrise mai pe larg în lucrare.

5.5 Concluzii cu privire la implementarea programelor de mentenanță preventivă și predictivă în fabricile de producție a azotatului de amoniu îngrășământ

Rezultatele studiului arată că scenariile cu cel mai ridicat grad de pericol din punct de vedere al consecințelor, sunt potențialele explozii de AN din cauza frecării și topirii în caz de pericol 4. Ruptura arborelui de alimentare cu șurub, pericol 5. Supraîncălzirea sau auto-descompunerea curelei arborelui de alimentare cu șurub. și explozia AN din cauza pericolului 6. Contaminare cu substanțe organice.

Un potențial obiectiv de cercetare pentru viitor ar putea implica examinarea influenței întreținerii asupra profitabilității unei companii producătoare de îngrășăminte și a calității produsului, folosind date de la o anumită companie și luarea în considerare a variabilelor care oferă o perspectivă asupra impactului întreținerii asupra calității.

6 CONCLUZII FINALE ȘI PERSPECTIVE PENTRU VIITOR

2.5 Concluzii finale

Scrierea acestei lucrări a avut ca punct de plecare dorința de a efectua un studiu în vederea sporirii siguranței populației, industriale și de proces, lucru care a constituit de altfel și unul dintre scopurile principale ale tezei. Tot în acest sens, s-a urmărit dezvoltarea și propunerea unor linii directoare în ceea ce privește asigurarea unui nivel ridicat de protecție a mediului înconjurător, concomitent cu asigurarea protecției dezvoltărilor viitoare, din punct de vedere a amenajării teritoriului.

În altă ordine de idei, prin această lucrare, s-a dorit stabilirea unor măsuri adecvate de prevenire și reducere a riscurilor potențiale existente pe amplasamente Seveso, cu profil de producție și depozitare a azotatului de amoniu îngrășământ, în vederea eficientizării răspunsului la situații de urgență, în contextul planificării teritoriale.

Pentru a face posibilă atingerea tuturor aspectelor stabilite ca scop și punct de plecare în elaborarea acestei lucrări, s-au stabilit câteva obiective clare, care au fost tratate pe parcursul tezei, fiecare dintre ele fiind plasat într-un context metodologic specific.

Astfel, obiectivul general al tezei, a fost acela al aducerii unor contribuții semnificative în ceea ce privește creșterea siguranței populației și industriale, prin îmbunătățirea metodologiei de Planificare Teritorială propusă la nivel național, pentru amplasamentele Seveso cu profil de producție / depozitare a azotatului de amoniu îngrășământ din România.

În acest sens, s-a urmărit în subsidiar atingerea altor trei obiective majore:

1) evaluarea calitativă a riscurilor tehnologice prezente pe amplasamentele menționate anterior, cu ajutorul analizei preliminare a riscurilor – PHA;

2) analiza compatibilității teritoriale pentru riscurile identificate prin analiza PHA, cu ajutorul metodei efectelor / consecințelor în contextul LUP;

3) analiza compatibilității teritoriale pentru riscurile identificate prin analiza PHA, cu ajutorul metodei bazate pe risc în contextul LUP;

Primul obiectiv dintre cele trei, cel al evaluării calitative a riscurilor, a apărut din necesitatea de a identifica acele scenarii semnificative din punct de vedere a nivelului de risc, din perspectiva probabilității de apariție, respectiv a consecințelor generate, pentru ca acestea să fie supuse ulterior unor analize în vederea stabilirii compatibilității teritoriale. Pentru acest obiectiv, s-a utilizat metoda PHA, în cadrul căreia au fost identificate potențialele cauze generatoare de accidente majore care să implice explozia azotatului de amoniu, probabilitatea de apariție a acestor evenimente, nivelul de gravitate asociat, respectiv câteva măsuri de siguranță (preventive) existente și / sau propuse.

În ceea ce privește analiza compatibilității teritoriale, menționez faptul că pentru aceasta au fost făcute modelări / simulări cu ajutorul unor software-uri special dedicate.

Referitor la analiza compatibilității teritoriale utilizând metoda bazată pe risc (risc individual), menționez faptul că reprezentarea a fost făcută prin suprapunerea în paralel, a hărților de planificare a teritoriului (obținute pe de-o parte prin unirea conturilor de suprapresiune, rezultate în urma modelărilor efectuate în prealabil pentru efecte, respectiv prin unirea curbelor de risc individual obținute în urma modelărilor efectuate pentru fiecare scenariu identificat), peste hărțile de utilizare a teritoriului.

Doresc să subliniez faptul că analiza compatibilității teritoriale prin cele două metode, aplicate și tratate în mod comparativ, s-a considerat oportună în primul rând prin prisma lipsurilor metodologiei române în ceea ce privește indicarea unor linii directe clare pentru planificarea și amenajarea teritoriului în ceea ce privește determinarea distanțelor adecvate față de amplasamente Seveso. Scopul lucrării a fost de a aplica criteriile privind planificarea teritorială definite în Ordinul nr. 3710/2017, comparativ cu o abordare bazată pe risc, pentru o instalație românească existentă de producere a îngrășămintelor pe bază de azotat de amoniu situată în vecinătatea zonelor vulnerabile și de a recomanda îmbunătățiri pentru evaluarea riscurilor și analiza planificării teritoriale. Analiza a urmat o metodologie bine stabilită, începând cu identificarea pericolelor, analiza scenariilor în ceea ce privește efectele fizice, consecințele și riscul asociat, continuând cu analiza compatibilității teritoriale prin utilizarea

unei versiuni care utilizează un algoritm GIS, algoritm care poate fi propus ca instrument util pentru autoritățile competente în stabilirea compatibilității teritoriale.

Prin aplicarea celor două abordări pentru amplasamentul cu profil de producție și depozitare a azotatului de amoniu îngrășământ supus analizei, s-au constatat diferențe mari în rezultate. Metoda românească a dat domenii de incompatibilitate teritorială mai mari, comparativ cu abordarea bazată pe risc. Aceste diferențe au fost investigate din perspectiva incertitudinilor și a limitărilor metodelor.

Concluzii punctuale privind aplicarea diferitelor metode și tehnici de analiză, împreună cu rezultatele și interpretarea lor, au fost prezentate punctual în cadrul fiecărui capitol.

2.6 Perspective pentru viitor

Pornind de la cele prezentate în subcapitolul anterior, o perspectivă de viitor ar putea fi aceea a propunerii metodei de analiză a compatibilității teritoriale folosite în cadrul prezentei lucrări, pentru utilizare la nivel național, ca și parte integrantă din strategiile politice și legislative stabilite la nivel național în ceea ce privește managementul riscului în contextul amenajării și planificării teritoriale, prin obținerea unei validări din partea autorităților implicate în procesul decizional al managementului riscului, din punct de vedere al evaluării lui. Concret, se propune utilizarea unei analize efectuate pe mai multe nivele și cu luarea în calcul a unei forme hibide de determinare a compatibilității teritoriale în ceea ce privește locațiile Seveso existente, în timp ce pentru amplasamentele Seveso nou proiectate metoda reglementată prin metodologia românească este considerată ca fiind suficientă.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

Anh D. T., Dąbrowski K., Skrzypek K., (2018), The predictive maintenance concept in the maintenance department of the “industry 4.0” production enterprise, *Foundations of Management*, **10**, pp. 283 – 292.

Arunraj N.S., Maiti J., (2007), Risk-based maintenance - Techniques and applications, *Journal of Hazardous Materials*, Volume 142, Issue 3, pp. 653-661, 2007, ISSN 0304-3894, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.06.069>, B. Al-Najjar; *International Journal of Production Economics*, **107**(1), pp. 260 – 273.

Aven T., (2016), Risk Assessment and Risk Management: Review of Recent Advances on Their Foundation, *European Journal of Operational Research*, **253**, pp. 1 - 13, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.12.023>.

Aven T., (2012), The risk concept - historical and recent development trends, Reliability Engineering and System Safety, University of Stavanger, Ullandhaug, Stavanger, Norway, pp 33–44.

Băbuț M. C., (2011), *Metode de analiză și evaluare a riscurilor aplicabile pentru amplasamentele industriale de tip Seveso*, Editura Focus, Petroșani, ISBN : 978-973-677-252-8

Blaikie P., Cannon T., Davies I., Wisner B., (1994), *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*, <https://doi.org/10.4324/9780203714775>

Bildea M., (2007), *Comunitate și vulnerabilitate: percepție, comunicare, reducerea riscului dezastrelor*, Editura M.I.R.A., București.

Catalog produse Azomureș, actualizat 2021_www.azomures.com – Produse_Download, <https://www.azomures.com/download/>, accesat la data de 25.09.2021.

Siwar C., Islam R., (2012), Characterization of Hazards, Vulnerability and Risk of Disaster Management, Institute for Environment and Development (LESTARI), Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), Kedah Darul Aman, Malaysia, Characterization of Hazards, Vulnerability and Risk of Disaster Management, *Advances in Environmental Biology*, **6**(3): 955-966, ISSN 1995-0756, pp. 955 – 964.

Kirchsteiger C., (1999), Trends in accidents, disasters and risk sources in Europe, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, **12**, 7–17, European Commission, DG JRC, ISIS-SMA, 21020 Ispra (Va), Italy.

Cooper P.W., (1994), Comments on TNT Equivalence, Proc. 20th Pyrotechnic Seminar, Colorado Springs, Colorado, USA,

Comisia Europeană, (2016), Comunicarea Comisiei către Parlamentul European, Consiliul European și Consiliu, Punerea în aplicare a Agendei europene privind securitatea pentru a combate terorismul și a deschide calea către o uniune a securității efectivă și autentică, COM(2016) 230 final,

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/?uri=celex%3A52016DC0230>.

Directiva 2012/18/UE a Parlamentului European și a Consiliului, (2012), privind controlul pericolelor de accidente majore care implică substanțe periculoase, de modificare și ulterior de abrogare a Directivei 96/82/CE a Consiliului.

Duffuaa S. O., Raouf A., Campbell J., (1999), *Planning and Control of Maintenance Systems: Modelling and Analysis*, In John Wiley & Sons Inc., New York, USA, pp. 59-66.

Eckhoff R., (2005), *Explosion Hazards in the Process Industries*, In Gulf Professional Publishing, 1st Edition, ISBN 978-0-12-803273-2, <https://doi.org/10.1016/C2014-0-03887-7>.

European Environment Agency, (2021), Urban Atlas — Copernicus Land Monitoring Service, <https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas>, accesat la data de 20.06.2023.

EN 13306 Standard – Maintenance – Maintenance terminology..

Ericson Clifton A., (2005), *Hazard analysis techniques for system safety*, In *John Wiley & Sons. Inc.*, ISBN 0-471-72019-4 (cloth).

Etkin D., Medalye J., Higuchi K., (2012), *Climate warming and natural disaster management: An exploration of the issues*, *Climatic Change*, **112**, pp. 585–599, <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0259-6>.

Fertilizers Europe, <https://www.fertilizerseurope.com/fertilizers-in-europe/types-of-fertilizer/>, accesat la data de 06.06.2019.

Ghidul ISO 73:2009, Managementul riscului. Vocabular.

Goyal D., Chaudhary A., Kumar D.R., Pabla B. S., Dhama S. S., (2018), Condition Monitoring of Rotating Machines: A Review, *World Scientific News*, **113**, pp. 98 - 108, EISSN 2392-219.

Iașu C., (2015), Planificare și amenajare teritorială, GEOGRAFIE ȘI AMENAJAREA TERITORIULUI, Universitatea Alexandru Ioan Cuza, Iași.

IGSU, Azomureș SA, (2021), Ghid de bune practici pentru depozitarea și utilizarea a îngrășămintelor cu scopul minimizării impactului asupra mediului.

ISO 31000:2009 Managementul riscului – Principii și linii directoare, actualizat 2018.

ISO 31010:2009 Managementul riscului – Tehnici de evaluare a riscurilor.

Kasperson R.E., Renn O., Slovic P., Brown H.S., Emel J., Goble R., Kasperson J.X., Ratick S., (1988), The Social Amplification of Risk: A Conceptual Framework, *Risk Analysis*, **8**, pp. 177-187, <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1988.tb01168>.

Khudbiddin M., Rashid Z., Mohd S.Y., Farhanah A., Azil A., Fuad F. I., Fuad M., Hayati H., (2018), Prevention of Major Accident Hazards (MAHs) in major Hazard Installation (MHI) premises via land use planning (LUP): a review, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, **334**, 012033. 10.1088/1757-899X/334/1/012033.

Kletz T., (1999), *What Went Wrong. Case Histories of Process Plants Disasters*, 4th ed., In *Gulf Publishing Company*, Houston TX, USA, pp. 370 - 371.

Locking P.M., (2011), The Trouble with TNT Equivalence, Proc. 26th International Symposium on Ballistics, Miami, USA, pp. 143 - 154.

Lees F.P., (2012), *Loss Prevention in the Process Industries: Hazard Identification, Assessment, and Control*, fourth edition, In Elsevier Inc., Oxford 2547, 2551, 2605-2623, 2624-2634, 2635-2640, 2641-2651, 2655-2700 pp. 70 - 96.

Legea nr. 59 din 11 aprilie 2016 privind controlul asupra pericolelor de accident major în care sunt implicate substanțe periculoase, publicată în Monitorul Oficial nr. 290 din 18 aprilie 2016.

Legea nr. 360 din 2003 privind regimul substanțelor și preparatelor chimice periculoase Metodologia de evaluare a riscurilor și de integrare a evaluărilor de risc sectoriale în România, publicată în Monitorul Oficial nr. 178 din 12 martie 2014.

Lepesteur M., Wegner A., Moore S.A., McComb A., (2008), Importance of public information and perception for managing recreational activities in the Peel-Harvey estuary, Western Australia, *Journal of Environmental Management*, **87** (3), pp. 389–395.

Leordean R., Ozunu A., Török Z., (2023), Preventive and predictive maintenance of ammonium nitrate granulation process based on preliminary hazard analysis technique”, *Studia Universitatis Babeş-Bolyai Chemia*, **68**, pp. 265-274, 10.24193/subbchem.2023.1.19

Leordean R., Ozunu A., (2023), Risk perception among the most interested parts in case of a fertilizers production company closure in the actual context of the energy crisis with focus on socio-economic aspects, *AES Bioflux*, **15**, Issue 1, pp. 12-19.

Lindell M.K., Prater C.S., (2002), Risk area residents’ perceptions and adoption of seismic hazard adjustments, *Journal of Applied Social Psychology*, **32** (11), 2377–2392

Mannan M. S., (2005), Lees’ loss prevention in the process industries: Hazard identification, assessment and control (3rd ed.), Butterworth-Heinemann

Martel B., (2004), Chemical risk analysis: a practical handbook, Butterworth - Heinemann, United Kingdom, pp. 29-31

Merkt O., (2019), On the Use of Predictive Models for Improving the Quality of Industrial Maintenance: an Analytical Literature Review of Maintenance Strategies, *Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, **18**, pp. 693 – 704.

Metodologia de evaluare a riscurilor și de integrare a evaluărilor de risc sectoriale, versiunea 2, Institutul General pentru Situații de Urgență, 2018.

Mulilis J.P., Duval T.S., (1995), Negative threat appeals and earthquake preparedness: a person-relative-to-event (PrE) model of coping with threat, *Journal of Applied Social Psychology*, **25** (15), pp. 1319–1339.

Nelkin D., (1989), Communicating technological risk: the social construction of risk perception, *Annu Rev Public Health*, 10:95-113. doi: 10.1146/annurev.pu.10.050189.000523. PMID: 2655644.

Ordin nr. 3710/2017 privind aprobarea Metodologiei pentru stabilirea distanțelor adecvate față de sursele potențiale de risc din cadrul amplasamentelor care se încadrează în prevederile Legii nr. 59/2016 privind controlul asupra pericolelor de accident major în care sunt implicate substanțe periculoase în activitățile de amenajare a teritoriului și urbanism, publicat în Monitorul Oficial nr. 755 din 21 septembrie 2017.

Renn O., (2004), Perception of Risks, *The Geneva Papers on Risk and Insurance*, **29** no. 1, pp 102–114.

Ozunu A., Torok Z., Cosara V., Cordos E., Dutrieux A., (2008), Vulnerability mitigation and risk assessment of technological disaster, *NATO Science for Peace and Security Series, E: Human and Societal Dynamics*, **35**, Risk Assessment as a Basis for the Forecast and Prevention of Catastrophies. Apostol I., Coldewey W. G., Barry D. L., Reimer D. (eds), Springer Netherlands, pp. 177-186.

Renn O., Burns W., Kasperson J., Kasperson R., Slovic P., (2010), The Social Amplification of Risk, 10.1017/CBO9780511550461.002.

Regulamentul (CE) nr. 1907/2006 al Parlamentului European și al Consiliului din 18 decembrie 2006 privind înregistrarea, evaluarea, autorizarea și restricționarea substanțelor chimice (REACH).

Regulamentul (CE) nr. 1272/2008 al Parlamentului European și al Consiliului din 16 decembrie 2008 privind clasificarea, etichetarea și ambalarea substanțelor și a amestecurilor (CLP).

Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management, Series Title: European Commission, Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management, Disaster Risk Reduction Program, Florida International University (DRR/FIU) (summary contributor), European Commission, SEC (2010), 1626 final.

Kasperson R.E., Renn O., Slovic P., Brown H.S., Emel J., Goble R., Kasperson J.X., Ratick S., (1988), The Social Amplification of Risk A Conceptual Framework, *Risk Analysis*, **8**, No. 2, pp. 177.

Rooney J., Hauvel L.N., (2004), Root Cause Analysis For Beginners, *Quality Progress*, **37**, pp. 45-53.

Scrădeanu D., (2014), Hazard și risc în evaluarea și gestiunea resurselor naturale, http://www.ahgr.ro/media/197003/mrn_hazard_si_risc_scradeanu_2.pdf, accesat la data de 20.03.2019.

Slovic P., (1987), Perception of risk, *Science*, **236**, pp 280–285.

Söderholm, P (2007), Review: A system view of the No Fault Found (NFF) phenomenon, *Reliability Engineering & System Safety*, **92**, pp. 1-14.

Swanson L. (2001), Linking maintenance strategies to performance, *International Journal of Production Economics*, **70**, No. 3, pp. 237-244.

TNO, (1992), Methods for the determination of possible damage - The Green Book - CPR 16E. The Hague (The Netherlands): CIP-data of the Royal Library., pp. 8-12.

TNO (2005), Methods for the calculation of physical effects: due to releases of hazardous materials (liquids and gases) – The Yellow Book -, pp. 82.

Török Z., Ajtai N., Turcu A.-T., Ozunu A., (2011), Comparative consequence analysis of the BLEVE phenomena in the context on Land Use Planning. Case study: The Feyzin accident, *Process Safety and Environmental Protection*, **89**, Issue 1, pp. 1-7, ISSN 0957-5820, <https://doi.org/10.1016/j.psep.2010.08.003>.

Török Z., Ozunu A., (2010), Chemical risk assessment for storage of hazardous materials in the context of Land Use Planning, *AES BIOFLUX Advances in Environmental Sciences - International Journal of the Bioflux Society*, 2, Issue 1, pp. 33-53.

Török Z., Ajtai N., Ozunu A., (2011), Applications for assessing the risk of major industrial accidents involving dangerous substances (In Romanian: Aplicații de calcul pentru evaluarea riscului producerii accidentelor industriale majore ce implică substanțe periculoase), *EFES*, Cluj-Napoca, Romania, pp. 27.

Török Z., Kovacs L.A., Ozunu A., (2016), Ammonium nitrate Explosions. Case study: the Mihailesti accident (2004), *ECOTERRA - Journal of Environmental Research and Protection*, 2, pp. 56-60.

Török Z., Ozunu A., (2015), Hazardous properties of ammonium nitrate and modeling of explosions using TNT equivalency, *Environmental Engineering and Management Journal*, **14**(11), pp. 2671-2678.

Török Z., Leordean R., Maloș C-V, Ozunu A., Senzaconi F., (2023), Comparative study on Land-use planning methodologies based on physical effects, consequence and risk analysis for ammonium nitrate fertilizer production facilities, *Environmental Engineering and Management Journal*, *EEMJ* – aprobat spre publicare.

United Nations Office for Disaster Risk Reduction, (2020), International Science Council, Hazard definition & classification review technical report.

UNISDR, (2006), International Strategy for Disaster Reduction, Press Release, UNISDR, 06/11.

UNISDR, (2010), Climate change adaptation and disaster risk reduction institutional and policy landscape in Asia and Pacific *Advances in Environmental Biology*, **6**(3), pp. 955-966, 2012 ISSN 1995-0756.

Weinstein N.D., Rothman A.J., Sutton S.T., (1998), Stage theories of health behavior: conceptual and methodological issues, *Health Psychology*, **17**, pp. 290–299.

https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en, accesat la data de 21.10.2021