

UNIVERSITATEA „BABEȘ-BOLYAI”
DIN CLUJ-NAPOCA

Facultatea de Știința și Ingineria Mediului

**EVALUAREA RISCULUI DE MEDIU
PENTRU AMPLASAMENTE
INDUSTRIALE CONTAMINATE ISTORIC
CU POLUANȚI CHIMICI**

- REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT -

Conducător de doctorat:

Prof. univ. dr. ing. Alexandru Ozunu

Doctorand:

Ileana – Codruța Stezar

CLUJ-NAPOCA - 2012



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI
PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



OIPSDRU



UNIVERSITATEA TEHNICĂ
"GHEORGHE A.SACHI"
DIN IASI



UNIVERSITATEA „BABEȘ-BOLYAI”
DIN CLUJ-NAPOCA

Facultatea de Știința și Ingineria Mediului



EVALUAREA RISCULUI DE MEDIU PENTRU AMPLASAMENTE INDUSTRIALE CONTAMINATE ISTORIC CU POLUANȚI CHIMICI

- REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT -

Conducător de doctorat:

Prof. univ. dr. ing. Alexandru Ozunu

Doctorand:

Ileana –Codruța Stezar

CLUJ-NAPOCA- 2012



Teza de doctorat a fost realizată cu sprijinul financiar al proiectului „Burse Doctorale pentru Performanța în Cercetare la Nivel European (EURODOC)”.

Proiectul „Burse Doctorale pentru Performanța în Cercetare la Nivel European (EURODOC)”, POSDRU/88/1.5/S/59410, ID 59410, este un proiect strategic care are ca obiectiv general „Dezvoltarea capitalului uman pentru cercetare prin programe doctorale pentru îmbunătățirea participării, creșterii atractivității și motivației pentru cercetare. Dezvoltarea la nivel european a tinerilor cercetători care să adopte o abordare interdisciplinară în domeniul cercetării, dezvoltării și inovării.”.

Proiect finanțat în perioada 2009 - 2012.

Finanțare proiect: 18.943.804,97 RON

Beneficiar: Universitatea Tehnică “Gheorghe Asachi” din Iași

Partener: Universitatea „Babeș Bolyai” din Cluj-Napoca

Director proiect: Prof. univ. dr. ing. Mihaela-Luminița LUPU

Responsabil proiect partener: Prof. univ. dr. ing. Alexandru OZUNU



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL BĂLCII, FAMILIEI ȘI
PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSORU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



OPOSDRU



UNIVERSITATEA TEHNICĂ
"GHEORGHE ASACHI"
DIN IAȘI

Mulțumiri

Dedic această teză tuturor celor care de-a lungul anilor au contribuit la formarea mea umană și profesională, la omul care am devenit la ora actuală. Le mulțumesc încă o dată pe această cale pentru toate acele lecții de viață pe care mi le-au dat de-a lungul timpului, pentru exemplul viu pe care l-au constituit pentru mine.

Adresez respectuoase mulțumiri domnului *prof. univ. dr. ing. Alexandru Ozunu*, conducătorul științific al lucrării, pentru profesionalismul cu care m-a ghidat pe drumul către obținerea titlului de doctor în știința mediului, pentru competența și permanenta îndrumare științifică, pentru sprijinul real acordat pe întreaga perioadă de desfășurare a doctoratului și a elaborării tezei de doctorat.

Mulțumesc tuturor membrilor comisiei de doctorat, doamnei *conf. dr. ing. Cristina-Doina Roșu*, domnului *prof. univ. dr. ing. Matei Macoveanu*, domnului *prof. univ. dr. ing. Ioan Bica*, domnului *cercetător dr. Andrea Critto* și domnului *prof. univ. dr. Călin-Laurențiu Baci*, pentru răbdarea cu care au analizat lucrarea de față precum și pentru sugestiile formulate.

De asemenea le mulțumesc membrilor comisiei de îndrumare, respectiv doamnei *conf. dr. ing. Cristina-Doina Roșu*, doamnei *lect. dr. Nicoleta-Sanda Brișan*, domnului *lect. dr. Dan-Florin Costin*, pentru recomandările și sugestiile oferite pe parcursul elaborării tezei de doctorat.

Le sunt recunoscătoare domnilor *Gheorghe-Viorel Coșara* și *David Barry*, pentru inițierea în acest domeniu de investigare și analiză, atât pentru răbdarea și entuziasmul cu care mi-au răspuns la nenumăratele întrebări adresate, cât și pentru susținerea și încrederea permanentă arătată.

Mulțumirile mele se adresează și domnului director executiv al S.C. Flavus Investiții S.R.L., *Florin Rebic* și doamnei *Teodora Munteanu*, responsabil de mediu la aceeași societate, pentru disponibilitatea de a colabora deschis prin furnizarea datelor necesare pentru aplicația studiu de caz.

Mulțumesc membrilor Departamentului de Știința Mediului, Matematică și Statistică din cadrul Universității Ca Foscare, Veneția pentru sprijinul acordat pe durata stagiului de mobilitate, în special domnului *prof. univ. dr. Antonio Marcomini*, domnului *cercetător dr. Andrea Critto* și doamnei *dr. Lisa Pizzol*, sub a căror îndrumare am colaborat.

Adresez mulțumiri și doamnei *dr. Carmen Loredana Pop*, director adjunct la Centrul de Dezvoltare Universitară al Universității Babeș-Bolyai pentru instruirea acordată pentru gestionarea și analiza anchetei sociologice din prezenta lucrare.

Sincere mulțumiri profesorilor și colegilor de la Facultatea de Știința și Ingineria Mediului Cluj-Napoca, cât și celor din cadrul Centrului de Cercetare pentru Managementul Dezastrelor, pentru permanentele încurajări și pentru observațiile și sugestiile formulate pe parcursul elaborării lucrării, dar și pentru contribuția, directă sau indirectă, adusă la formarea mea umană și profesională.

Nu în ultimul rând, aș dori să mulțumesc familiei mele și prietenilor pentru sprijinul și încurajările permanente, de-a lungul anilor în care s-a desfășurat stagiul de doctorat.

De asemenea, aș dori să mulțumesc tuturor persoanelor care au adus observații critice asupra conținutului și consistenței prezentei lucrări în scopul îmbunătățirii nivelului academic.

*** mulțumesc pentru suport financiar proiectului EURODOC „Burse doctorale pentru performanță în cercetare la nivel european”, finanțat de către Fondul Social European și Guvernul României.

Vă mulțumesc !

CUPRINS

Listă tabele-----	iii
Listă figuri-----	iv
Listă anexe-----	v
CAPITOLUL 1. Introducere și privire de ansamblu -----	1
1.1. Introducere-----	1
1.1.1. Cadrul general și motivația alegerii temei-----	1
1.1.2. Obiectivele lucrării-----	7
1.2. Structura lucrării-----	9
1.3. Metodologia adoptată pentru elaborarea lucrării-----	11
1.3.1. Cercetarea literaturii existente -----	12
1.3.2. Sesiuni de lucru cu părțile implicate în procesul decizional pentru managementul siturilor contaminate, precum și realizarea unei anchete sociologice cu ajutorul unui chestionar -----	12
1.3.3. Aplicație: Studiul de caz -----	12
1.3.4. Analiza comparativă a două sisteme de suport a deciziei bazate pe risc pentru reabilitarea siturilor contaminate: SADA și DESYRE aplicate pe un studiu de caz-----	13
CAPITOLUL 2. Cadrul politicilor privind managementul siturilor contaminate și legislația actuală în domeniu -----	15
2.1. Obiectivele politicilor privind managementul siturilor contaminate -----	15
2.1.1. Contextul politicilor -----	15
2.1.2. Legături cu alte politici europene și naționale din domeniul mediului-----	19
2.2. Istoricul dezvoltării politicilor și reglementărilor la nivel internațional -----	22
2.2.1. Inițiative SUA-----	22
2.2.2. Inițiative UE-----	24
2.3. Situația la nivelul României -----	26
2.3.1. Inițiative existente-----	26
2.3.2. Evoluția inventarului siturilor contaminate la nivelul României-----	29
2.3.3. Potențiale îmbunătățiri la nivel național-----	31
CAPITOLUL 3. Contextul și importanța hazardurilor și riscurilor de contaminare -----	33
3.1. Natura hazardurilor industriale-----	33
3.1.1. Introducere-----	33
3.1.2. Principalii poluanți de interes -----	38
3.2. Hazarduri și riscuri-----	43
3.2.1. Introducere-----	43
3.2.2. Rolul Modelului conceptual al sitului -----	46
3.2.3. Importanța valorilor de referință în managementul siturilor contaminate -----	50
3.3. Evaluarea riscului de mediu – în contextul siturilor contaminate-----	53
3.3.1. Evaluarea riscului specifică sitului-----	56
3.3.1.1. Evaluarea riscului pentru sănătatea umană -----	59

3.3.1.2. Evaluarea riscului ecologic	64
3.3.2. Evaluarea riscului regional	67
3.3.3. Moduri de abordare a incertitudinilor în evaluarea riscului	68
3.4. Sisteme de suport a deciziei	71
3.4.1. SADA (Spatial Analysis and Decision Assistance).....	74
3.4.2. DESYRE (DEcision Support sYstem for the REqualification of contaminated sites) 76	
3.5. Analiza geostatistică-----	79
CAPITOLUL 4. Abordări decizionale privind managementul siturilor contaminate	81
4.1. Introducere.....	81
4.2. Tipuri de abordări decizionale	83
4.3. Planificarea utilizării terenurilor - pilonul de bază al principiului dezvoltării durabile pentru reabilitarea terenurilor contaminate istoric	85
4.3.1. Introducere	85
4.3.2. Planificarea utilizării terenului prin prisma unui management durabil a siturilor contaminate la nivelul României	87
4.4. Ancheta sociologică pentru susținerea propunerii de metodologie	98
CAPITOLUL 5. Procesul decizional de management a siturilor industriale contaminate istoric, bazat pe planificare utilizării terenului și evaluarea riscului-----	117
5.1. Introducere.....	117
5.2. Managementul de mediu	117
5.2.1. Managementul integrat al mediului.....	118
5.2.2. Instrumente manageriale în managementul de mediu	119
5.2.3. Managementul siturilor contaminate	120
5.3. Metodologie de management a siturilor industriale contaminate istoric, bazată pe planificarea utilizării terenului și evaluarea riscului	122
5.3.1. Scopul metodologiei	122
5.3.2. Aspecte ale abordării.....	122
5.4. Definirea etapelor metodologiei de management a siturilor industriale contaminate istoric.....	124
CAPITOLUL 6. Studiu de caz – aplicarea metodologiei de management a siturilor industriale contaminate istoric, bazată pe planificarea utilizării terenului și evaluarea riscului	133
6.1. Introducere.....	133
6.2. Aplicarea metodologiei---	133
6.2.1. Etapa 1- Evaluarea socio-economică -Aspecte privind utilizarea viitoare a terenului	133
6.2.2. Etapa 2- Investigarea și evaluarea preliminară	135
6.2.2.1. Date generale privind zona de amplasare a sitului analizat.....	136
6.2.2.2. Aspecte privind condițiile climatice	137
6.2.2.3. Aspecte privind geologia și hidrologia	137

6.2.2.4. Aspecte privind caracteristicile solului	138
6.2.2.5. Caracterizarea hidrogeologică	138
6.2.2.6. Aspecte privind starea generală a mediului	140
6.2.2.7. Istoricul activităților în zona amplasamentului	143
6.2.2.8. Identificarea potențialelor surse de poluare	148
6.2.2.9. Analiza studiilor efectuate anterior	149
6.2.3. Etapa 3 - Investigarea și evaluarea detaliată	152
6.2.3.1. Selectarea metodologiilor de investigare	152
6.2.3.2. Prezentarea rezultatelor investigațiilor	153
6.2.3.3. Evaluarea detaliată a rezultatelor	154
6.2.4. Etapa 4 – Evaluarea riscului	162
6.2.4.1. Scenarii de utilizare a terenului	163
6.2.4.2. Căi de expunere	165
6.2.4.3. Prezentarea și interpretarea rezultatelor	166
6.2.4.4. Determinarea suprafețelor de teren contaminate	170
6.2.5. Etapa 5 – Remediere, managementul și monitorizarea riscului rezidual	171
6.3. Concluziile studiului de caz	174
CAPITOLUL 7. Analiza comparativă a două sisteme de suport a deciziei bazate pe risc pentru reabilitarea siturilor contaminate: SADA și DESYRE aplicate pe un studiu de caz	177
7.1. Introducere	177
7.2. Obiectivele studiului	177
7.3. Metodologie	178
7.4. Clasificarea celor două SSD	179
7.5. Descrierea studiului de caz	182
7.6. Date de intrare	183
7.7. Date de ieșire	186
7.8. Rezultate și discuții	187
7.8.1. Rezultate	188
7.8.2. Discuții	191
7.9. Concluzii	193
CAPITOLUL 8. Concluzii, contribuții originale și dezvoltări viitoare	197
8.1. Concluzii	197
8.2. Contribuții originale	204
8.3. Dezvoltări viitoare	206
Bibliografie	209
Anexe	227

În rezumatul tezei de doctorat se prezintă o parte din rezultatele cercetărilor experimentale proprii, concluziile generale și bibliografie selectivă. La redactarea rezumatului s-au păstrat aceleași notații pentru capitole, paragrafe, figuri, tabele și ecuații utilizate în textul tezei de doctorat.

***Cuvinte cheie:** evaluarea riscului, situri contaminate, zone industriale, sisteme de suport decizional, metodologie de management*

CAPITOLUL 1. Introducere și privire de ansamblu

1.1. Introducere

*"Scopul ultim al oricărei teorii este de a asigura ca elementele de bază ireductibile să fie cât mai simple posibil și reduse ca număr, fără să trebuiască să renunțe la reprezentarea adecvată chiar și a unui singur experiment". **Albert Einstein***

1.1.1. Cadrul general și motivația alegerii temei

Activitățile din trecut și din prezent precum explorarea minereurilor și mineritul, producerea energiei electrice, activitățile industriale, utilizarea accidentală sau intenționată a materialelor nucleare în cadrul unor activități civile sau militare, sau altele, au dus la prezența unei moșteniri de terenuri și ecosisteme contaminate (EC, 2006a; MMP, 2007a; Dixon et. al., 2007). Această afirmație este suficientă pentru a ridica statutul evaluării și managementului siturilor contaminate printre cele mai critice obiective ale politicilor și practicilor. Și mai mult, reglementările și politicile referitoare la protecția mediului acordă prioritate reabilitării resurselor contaminate, precum solul sau apa, mai degrabă decât exploatarea unor resurse naturale neatinse. Ca și consecință, reabilitarea siturilor contaminate sau potențial contaminate este preferată în fața dezvoltării spațiilor agricole sau naturale cunoscute ca și terenuri verzi. Acest lucru este cunoscut în majoritatea statelor europene deoarece spațiile verzi deschise sunt din ce în ce mai reduse datorită intensificării utilizării terenului (Dixon et. al., 2007; NICOLE, 2008; US Sustainable remediation forum, 2009; Latawiec et. al., 2010; ICCL, 2011).

Statisticile relevă importanța evaluării și reabilitării amplasamentelor contaminate. Un raport recent al Agenției Europene pentru Protecția Mediului estimează că activități potențial poluante s-au desfășurat pe aproape 3 milioane de amplasamente din Europa, dintre care aproximativ 250.000 au fost apreciate ca necesitând o remediere. Pe de altă parte mai mult de 80.000 de amplasamente au fost remediate în ultimii 30 de ani în țările europene, unde sunt disponibile informații referitoare la remediere. Țările europene nu sunt singurele care au numeroase situri contaminate. Se estimează că doar în Statele Unite ale Americii sunt mai mult de 450.000 de situri contaminate care necesită remediere (EEA, 2007a).

După Darmendrail et. al. (2011), până în prezent evoluția politicilor de management a siturilor contaminate a avut trei etape importante:

- *prima generație: în anii 1980* (implică un control drastic al riscului, abordări sistematice, priorități axate pe contaminarea solului); mai sunt regăsite și azi la nivel național;
- *a doua generație: în ani 1990* – evaluarea riscului pentru terenuri contaminate (posibilitatea de realizare a unor abordări specifice, asigurarea unei reutilizări sigure pentru receptori și stoparea degradării, eventual îmbunătățirea factorilor de mediu);
- *a treia generație: după 2000* – Managementul terenului bazat pe evaluarea riscului (integrarea cu planificarea teritorială, managementul apei, factorul socio-economic).

Ultimul progres și percepție/abordare include aplicarea obiectivelor de calitate care pot fi atinse dacă se iau în considerare soluțiile eficiente din punct de vedere al costului și al principiilor privind protecția sănătății umane și a mediului, prin prisma dezvoltării durabile (CLARINET, 2002a,b,c; ICCL, 2011).

Luând în considerare aceste considerente generale privind managementul siturilor contaminate, ceea ce devine urgent pentru a include principiul dezvoltării durabile într-un proces decizional real este identificarea corectă a zonei de interes și stabilirea unei metodologii de management potrivite (**Ozunu et. al., 2009; Olah et. al., 2012**). Astfel că, prezenta lucrare, propune o metodologie în acest sens, ținând cont de reglementările existente în domeniu, la nivelul României.

1.1.2. Obiectivele lucrării

Prezenta lucrare tratează o temă de mare interes atât la nivel național cât și internațional, datorită faptului că la nivel mondial se estimează că activități potențial poluatoare s-au desfășurat pe milioane de amplasamente industriale, dintre care doar o mică parte au beneficiat de acțiuni de investigare și evaluare a nivelului de poluare pentru a determina suprafețele care necesită remediere. Contextul european și național în care preocupările pentru protecția solului, utilizarea durabilă a acestuia, conservarea și acolo unde este adecvat refacerea capacității acestuia de a îndeplini cât mai multe dintre funcțiile sale, este într-o evoluție ascendentă semnificativă. Scopul lucrării este de a elabora, la nivelul României, o metodologie de management a siturilor industriale contaminate istoric bazată pe planificarea utilizării terenului și evaluarea riscului, și validarea acesteia prin implementarea pe un studiu de caz (fosta platformă Tractorul Brașov), afectat de poluare cu metale grele (Cd, Cu, Ni, Mn, Pb, Zn) și produse petroliere totale - TPH cu ajutorul unor sisteme de suport a deciziei.

Obiectivele majore ale lucrării, au fost:

- a) Realizarea unui studiu detaliat de literatură de specialitate la nivelul SUA, UE și României, pentru identificarea principalelor aspecte de interes în domeniul managementului siturilor industriale contaminate;
- b) Dezvoltarea unei metodologii bazate pe planificarea utilizării terenului și evaluarea riscului pentru managementul siturilor industriale contaminate istoric, la nivelul României;

- c) Implementarea metodologiei pe un studiu de caz pentru validarea acesteia;
- d) Analiza comparativă a două sisteme de suport a deciziei bazate pe risc pentru reabilitarea siturilor contaminate: SADA și DESYRE aplicate pe un studiu de caz.

1.2. Structura lucrării

Prezenta lucrare este structurată în opt capitole. În cadrul capitolului 1 este descrisă partea introductivă a lucrării, în capitolele 2-3 sunt prezentate aspecte teoretice exemplificate prin aplicații practice, iar în capitolele 4-7 sunt descrise principalele părți practice ale lucrării, iar capitolul 8 prezintă concluziile generale, contribuțiile originale și potențialele dezvoltări viitoare.

Capitolul 1, prezintă motivația alegerii temei lucrării, susținută de obiective generale și specifice, alături de descrierea metodologiei de elaborare a întregii lucrări. De asemenea, având în vedere că pilonii centrali ai prezentei lucrări sunt managementul și evaluarea riscului de mediu pentru siturile industriale contaminate istoric, în acest capitol sunt descrise aspecte relevante referitoare la aceste două concepte.

Capitolul 2, expune cadrul politicilor și legislația actuală în domeniu, la nivelul SUA, UE și României. Au fost descrise aspecte legate de propunerea de directivă cadru sol la nivelul UE, implementarea unor politici naționale în cadrul statelor membre, evoluția domeniului și situația existentă la nivelul SUA. Nu în ultimul rând autorul a analizat situația existentă la nivelul României, prezentând sumar inventarul public din cadrul rapoartelor agențiilor pentru protecția mediului, și a emis recomandări pentru îmbunătățirea domeniului la nivel național.

În ceea ce privește importanța hazardurilor și riscurilor de contaminare, în capitolul 3 au fost prezentate principalele metodologii de management a siturilor contaminate aplicate la nivel internațional, explicându-se și principalele domenii de activitate și respectiv ponderea substantelor implicate la nivelul UE. Aspectele legate de sursele primare ale contaminării și cele privind principalii contaminanți de interes au fost elaborate ținând cont de aplicația studiu de caz din capitolul 6. Au fost discutate conceptele de hazard și risc în acest domeniu, accentuându-se necesitatea elaborării unui model conceptual al sitului, capitolul finalizându-se prin prezentarea importanței valorilor de referință în analiza unui sit industrial contaminat istoric; a fost elaborată și o analiză la nivelul României, oferindu-se recomandări și sugestii. Tot în cadrul acestui capitol sunt descrise principalele aspecte legate de evaluarea riscului specifică sitului, respectiv evaluarea riscului regional. Evaluarea riscului specifică sitului este detaliată prin evaluarea riscului pentru sănătatea umană, respectiv evaluarea riscului ecologic. Toate acestea sunt prezentate prin prisma conexiunilor cu domeniul siturilor contaminate. Nu în ultimul rând sunt prezentate principalele incertitudini care pot interveni în cadrul unor asemenea analize. De asemenea în cadrul acestui capitol s-a prezentat importanța utilizării sistemelor de suport a deciziilor în domeniul managementului siturilor contaminate istoric, și au fost descrise cele două sisteme SADA și DESYRE, utilizate ulterior în cadrul aplicațiilor din capitolele 6, respectiv 7 ale prezentei lucrări.

Capitolul 4 expune în prima fază principalele abordări decizionale care pot influența managementul siturilor industriale contaminate istoric. Continuă prin prezentarea aspectelor legate de planificarea utilizării terenurilor pe plan internațional, respectiv în România. Autorul a propus în cadrul acestui capitol clasificarea utilizărilor terenului din legea fondului funciar pe citerii de risc și prin asociere cu utilizările inventariate la nivelul UE. Nu în ultimul rând în cadrul acestui capitol a fost elaborată o anchetă sociologică cu scopul de a prezenta opiniile și nivelul de dezvoltare al managementului siturilor contaminate la nivelul României, prin prisma experienței actorilor implicați în acest proces (mediul academic, mediul privat și autorități). De asemenea rezultatele acestora au fost utilizate pentru dezvoltarea metodologiei de management a siturilor industriale contaminate istoric bazată pe evaluarea riscului și planificarea utilizării terenului prezentată în capitolul 5 al lucrării.

Unul dintre principalele produse ale acestei lucrări este propunerea de metodologie privind managementul siturilor industriale contaminate istoric bazată pe planificarea utilizării terenului și evaluarea riscului din capitolul 5. Sunt prezentate etapele succesive și aplicate în mod integrat. Propunerea de metodologie a fost elaborată ținând cont de legislația existentă la momentul actual în domeniu, la nivelul României, cât și de 3 metodologii aplicate la nivel internațional.

Capitolul 6 prezintă aplicarea practică a metodologiei propuse în cadrul capitolului 5 pe un studiu de caz. Studiul de caz ales este fosta platformă industrială S.C. Tractorul S.A. Brașov. Sunt prezentate rezultatele obținute pentru fiecare dintre etapele metodologiei propuse prin aplicarea pe studiul de caz. Autorul a derulat pentru obținerea acestor rezultate mai multe vizite pe situl analizat, a avut discuții cu reprezentantul de mediu al dezvoltatorului sitului și cu autoritățile de mediu din Brașov, și nu în ultimul rând cu contractorii care au prestat servicii pentru diferite etape propuse în metodologie.

În cadrul capitolului 7 s-a elaborat analiza comparativă a două sisteme de suport a deciziei bazate pe risc, pentru reabilitarea siturilor contaminate: SADA și DESYRE aplicate pe un studiu de caz, fosta platformă industrială S.C. Tractorul S.A. Brașov. Scopul a fost de a prezenta beneficiile de a utiliza sisteme de suport a deciziei pentru a introduce, procesa și disemina rezultate către diverși beneficiari implicați în procesul decizional de management a siturilor industriale contaminate istoric. Au fost analizate comparativ datele rezultate, modele utilizate, a modulele incluse în analiză și potențialele incertitudini.

Concluziile generale, contribuțiile originale și dezvoltările viitoare sunt prezentate în cadrul capitolului 8.

Rezultatele originale ale tezei de doctorat au fost diseminate astfel: 4 articole publicate în reviste cotate ISI Web of Science, 4 articole în curs de evaluare în reviste cotate ISI Web of Science, 4 articole publicate în reviste de circulație națională recunoscute, 5 lucrări prezentate sub formă de comunicări orale și 2 lucrări prezentate sub formă de postere la conferințe naționale și internaționale.

1.3. Metodologia adoptată pentru elaborarea lucrării

Teza se caracterizează printr-o cercetare explorativă și complexă care a inclus diverse surse precum cărți de specialitate, articole din jurnale, internetul, informații și materiale de la autorități, participări la manifestări științifice, și nu în ultimul rând discuții deschise și interviuri cu experți în domeniu.

2.3. Situația la nivelul României

2.3.1. Inițiative existente

Ca suport pentru derularea acestor acțiuni de reabilitare și includere în circuitul urbanistic al amplasamentelor, diferite proiecte și programe pentru managementul siturilor contaminate istoric, oferă sprijin financiar (MMDR, 2007).

În cadrul proiectului PHARE 2006/018-147.03.03/4 "Asistență tehnică pentru pregătirea unei strategii și a unui plan de acțiune pentru reabilitarea siturilor poluate istoric", pentru pachetul 3, în urma etapei de preselecție a siturilor contaminate istoric cât și a celei de prioritizare a acestora, au fost selectate în a treia etapă următoarele situri pentru care s-au pregătit aplicații de finanțare în cadrul POS Mediu, și la ora actuală au fost contractate lucrările de reabilitare:

1. Amplasament fosta fabrică chimică (Primăria Crângurile)– domeniu industrie chimică;
2. Batal de depozitare reziduuri petroliere Lacul Peștelui (Primăria Câmpina)– domeniu industrie extractivă și prelucrătoare;
3. Depozit periculoase UCT – Poșta Rât (Primăria Turda) –domeniu POPs.

În 30 Octombrie 2007, HaskoningNederland BV Environment Olanda, în cadrul proiectului de elaborare a Strategiei Naționale pentru Administrarea Siturilor Contaminate, a realizat Raportul Draft versiunea 1, Inventar Național al Siturilor Contaminate, Ghid Tehnic Inventar Național (MMDR, 2007), beneficiar fiind Ministerului Mediului și Dezvoltării Durabile (în prezent Ministerul Mediului și Pădurilor).

Conform acestui studiu, propunerea de strategie privind managementul siturilor contaminate în România, publicată în 2008 includea un cadrul legal și o metodologie completă pentru a dezvolta un inventar preliminar și pentru stabilirea priorității în baza evaluării riscului asociat siturilor potențial contaminate.

În același timp, pentru un sprijin efectiv al străngerii, stocării și administrării informațiilor înregistrate, a fost elaborat un Sistem de Informații pentru a permite utilizatorilor accesarea, actualizarea și vizualizarea datelor cu privire la siturile contaminate din România: Sistem de Inventariere al Informațiilor despre Situri Contaminate (CoSIS).

Conform propunerii de Strategie Națională de Management a Siturilor Contaminate din România, versiunea 2011, în prezent există inventariate 1865 de situri potențial contaminate, înscrise în baza de date CoSIS 2.0 administrată de ANPM; aceasta va cuprinde inventarul național al tuturor siturilor potențial contaminate.

În conformitate cu prevederile legale ale HG. 1076/2004 privind stabilirea procedurii de realizare a evaluării de mediu pentru planuri și programe, a fost derulată etapa de încadrare pentru propunerea de Strategie Națională pentru gestionarea Siturilor Contaminate, versiunea 2011, dar aceasta a fost respinsă (MMP, 2011).

2.3.2. Evoluția inventarului siturilor contaminate la nivelul României

Prin prisma faptului că varianta de strategie privind managementul siturilor contaminate din 2011 a fost respinsă pentru că nu prezenta identificarea, în prealabil, a obiectului documentului de planificare, și anume: siturile contaminate, considerăm că este importantă realizarea cât mai eficientă a inventarului acestor situri.

Conform datelor Agenției Naționale pentru Protecția Mediului (ANPM), începând cu anul 2006, s-a început realizarea inventarului național al siturilor contaminate. Pe baza datelor din (i) Rapoartele anuale privind starea factorilor de mediu ale ANPM din perioada 2006-2009, (ii) a rapoartelor anuale privind starea factorilor de mediu ale celor 8 ARPM din 2010 și (iii) a datelor din prezentarea domnului dr. ing. Ioan Băceanu, din Octombrie 2011 de la seminarul pentru proiectul SarmaProject, București, autorul a realizat o statistică a evoluției acestui inventar pentru perioada 2006 – 2011. Rezultatele sunt prezentate în *tabelul 2.5*.

Tabel 2.5. Inventarul siturilor potențial contaminate/contaminate în perioada 2006-2011 în România

Inventarul siturilor potențial contaminate									
Regiune/Raport	1 NE Bacău	2 SE Galați	3 S Muntenia Pitești	4 SV Oltenia Craiova	5 V Timișoara	6 NV Cluj-Napoca	7 Centru Sibiu	8 București - Ilfov	TOTAL
Raport ANPM 2006									
Raport ANPM 2007									
Raport ANPM 2008 (ha)	786	448	910	468	317	421	355	101	3806
Raport ANPM 2009	33	33	0	15	77	153	49	5	365
Rapoarte ARPM 2010	148	105	?	257	157	255	47	7	976*
PPT**2011	503	497	533	205	231	253	241	57	2520
Inventarul siturilor contaminate									
Regiune/Raport	1 NE Bacău	2 SE Galați	3 S Muntenia Pitești	4 SV Oltenia Craiova	5 V Timișoara	6 NV Cluj-Napoca	7 Centru Sibiu	8 București - Ilfov	TOTAL
Raport 2006	155	383	155	71	129	65	81	13	1052
Raport 2007	155	395	150	229	190	92	107	21	1339
Raport 2008	111	72	321	104	33	65	75	7	788
Raport 2009	111	72	321	104	33	65	75	7	788
Raport 2010									
Raport 2011									

Notă:

* fără a lua în calcul și regiunea S Muntenia Pitești.

**PPT – prezentare powerpoint, seminar SarmaProject, București, 2011, dr. ing. Ioan Băceanu (inventar stabilit pe baza chestionarelor trimise către agenții economici și autoritățile locale)

2.3.3. Potențiale îmbunătățiri la nivel național

Având în vedere că la nivelul țării noastre perioada de privatizare a fost mai târzie decât în cadrul țărilor din Europa de Vest, motiv pentru care și managementul siturilor contaminate a devenit o necesitate și prioritate, ulterior față de acestea, nevoile și potențialul de îmbunătățire a managementului siturilor contaminate sunt ridicate.

Având în vedere situația prezentată în *tabelul 2.5*, se poate observa că datele inventariate sunt dificil de analizat, respectiv acestea prezintă deficitar situația pe plan național. Lipsa unui mod unitar de prezentare a datelor de către autorități duce la diverse interpretări. Au fost identificate disensiuni în ceea ce privește termenii utilizați pentru definirea acestor situri, și anume, contaminate, potențial contaminate și posibil contaminate. Nu este foarte clar contextul în care sunt utilizați acești termeni, fiind greu de delimitat în unele situații siturile contaminate de cele potențial contaminate. În același timp, datele nu sunt reproduse unitar, respectiv în unele rapoarte sunt prezentate suprafețele ocupate de aceste situri, fie numărul siturilor, fie activitățile derulate care au dus la contaminarea terenului.

Un alt aspect important este faptul că în cadrul rapoartelor privind starea factorilor de mediu se face precizarea că nu la toate aceste situri se poate vorbi de o investigare și evaluarea a poluării, în conformitate cu reglementările actuale, ci doar de o constatare a prezenței poluării istorice. Acest lucru implică riscul ca unele suprafețe să fie monitorizate ca și sit contaminat, fără a ține cont de calitatea mediului natural de a se reface, respectiv modificările survenite de la data ultimului studiu de investigare a situației de pe situl în cauză.

Deoarece la nivelul UE Directiva privind solul este la nivel de propunere, fiecare dintre statele membre are propria legislație specifică privind managementul siturilor contaminate. Anterior în cadrul acestui capitol a fost detaliată situația legislativă existentă în acest domeniu la nivelul României, cât și aspecte la nivelul SUA și unele state membre UE. Pe baza acestor informații se propun următoarele recomandări pentru îmbunătățirea gestionării acestui domeniu la nivel național, și anume (**Stezar et. al., 2012c, Stezar și Ozunu 2012e**):

- emiterea unor ghiduri/documente tehnice de specialitate privind inventarierea, investigarea, evaluarea riscului, remedierea și monitorizarea post-remediere a siturilor contaminate istoric;
- actualizarea valorilor de referință privind investigarea terenurilor, acestea datând din 1997; aceste criterii ar trebui stabilite ținând cont atât de planificarea utilizării terenurilor cât și de evaluarea riscului (analiza sursă-cale-receptor); adaptarea și aplicarea unor noi standarde de reabilitare ar trebui să le combine pe amândouă;
- metodologia de evaluare a riscului asupra sănătății populației și a mediului ar trebui mai clar definită, detaliată și eventual adaptată conform cu metodologiile utilizate la nivel internațional;
- specificarea detaliată a parametrilor metodologici necesari pentru evaluarea riscului (parametrii fizici, chimici, hidrogeologici, climatici, toxicologici, de expunere).
- elaborarea, implementarea și menținerea unor proceduri de management și operaționale privind gestionarea siturilor contaminate/potențial contaminate la nivelul autorităților care gestionează

acest domeniu, care să includă prevederi privind managementul calității, mediului și/sau securității informației (stabilirea procedurilor de colectare, prelucrare, validare, stocare și actualizare a datelor; identificarea surselor de date/informații; stabilirea modalităților de colaborare cu instituțiile care dețin date/informații privind starea calității solului și subsolului;

- reemiterea chestionarului național de inventariere de către MMP, stabilirea unui calendar de completare și transmitere către deținătorii de amplasament;
- cursuri și/sau training-uri în domeniu pentru persoanele implicate în procesul decizional;
- elaborarea unui atlas geochimic, asemănător cu cel elaborat pentru municipiul Iași și împrejurimi (Iancu și Buzgar, 2008), respectiv Heredea (2011), pentru cele 3 regiuni, cât și analiza efectuată de Dumitru et. al., 2011;
- elaborarea pe baza informațiilor din baza de date CoSis (sau din rapoartele ANPM, ARPM, APM) a unor hărți cu distribuția regională a siturilor inventariate și nivelul de poluare, tipul de poluare (surse de poluare, tipuri de poluanți etc.).

4.3.2. Planificarea utilizării terenului prin prisma unui management durabil a siturilor contaminate la nivelul României

Ținând cont de faptul că redevoltarea siturilor industriale contaminate istoric implică atingerea noțiunilor de planificare a utilizării terenului, și că la nivelul multor state UE analiza acestor situri se face ținând cont și de utilizarea ulterioară atribuită pe criterii de risc, în continuare se discută aspecte relevante din acest domeniu la nivelul României. De asemenea este propusă o clasificare a utilizării terenurilor bazată pe criterii de risc.

După cum a fost prezentat anterior, în cadrul *tabelului 3.2.*, subcapitolul 3.2.3., în majoritatea țărilor europene există un sistem de clasificare a utilizării terenurilor.

Ținând cont de prevederile legislative naționale privind managementul siturilor contaminate și planificarea utilizării terenului, în continuare se face o prezentare comparativă a folosinței terenurilor, în corelație cu categoriile de folosință utilizate în UE.

Se face de asemenea corelarea cu utilizările terenului prezentate de sistemele de suport decizional SADA și DESYRE, acestea fiind utilizate în aplicațiile pentru studiul de caz analizat în această lucrare (**Steazar et. al., 2012a**).

Pe baza aspectelor prezentate comparativ în *tabelul 4.2.*, lucrarea propune o clasificare pe categorii de utilizare a terenului, care să poată fi utilizate pentru managementul siturilor contaminate cu scopul de a permite analiza utilizării ulterioare a sitului pe criterii de risc (*tabelul 4.3*). Utilizările propuse sunt cea industrială, agricolă, rezidențială și recreațională. Acestea sunt stabilite pentru fiecare dintre categoriile de folosință determinate la nivel legislativ. Pentru a avea o corelație și cu prevederile Ordinului 756/1997, utilizarea agricolă, rezidențială și recreațională sunt considerate a fi utilizări sensibile, iar utilizarea industrială mai puțin sensibilă (**Steazar și Ozunu, 2012b**).

Tabel 4.3. Propunere de utilizări a terenurilor și codificarea acestora ținând cont de evaluarea riscului pentru siturile contaminate

Categorii de folosință	Subcategorii	Cod	Utilizare propusă
Terenuri arabile (A)	<i>arabil propriu-zis</i>	A	Utilizare agricolă
	<i>pajiști cultivate</i>	AP	Utilizare agricolă
	<i>grădini de legume</i>	AG	Utilizare agricolă
	<i>sere</i>	AS	Utilizare agricolă
	<i>solarii și răsadnițe</i>	ASO	Utilizare agricolă
	<i>alte culturi perene</i>	ACP	Utilizare agricolă
Pășuni (P)	<i>pășuni curate</i>	P	Utilizare agricolă
	<i>pășuni împădurite</i>	PP	Utilizare agricolă
	<i>pășuni cu pomi fructiferi</i>	PL	Utilizare agricolă
	<i>pășuni cu tufărișuri și mărăciniș</i>	PT	Utilizare agricolă
Fânețe (F)	<i>fânețe curate</i>	F	Utilizare agricolă
	<i>fânețe cu pomi fructiferi</i>	FL	Utilizare agricolă
	<i>fânețe împădurite</i>	FP	Utilizare agricolă
	<i>fânețe cu tufărișuri și mărăciniș</i>	FT	Utilizare agricolă
Vii (V)	<i>vii</i>	V	Utilizare agricolă
	<i>vii nobile</i>	VN	Utilizare agricolă
	<i>vii hibride</i>	VH	Utilizare agricolă
	<i>plantații hamei</i>	VHA	Utilizare agricolă
	<i>pepiniere viticole</i>	VP	Utilizare agricolă
Livezi (L)	<i>livezi clasice</i>	L	Utilizare agricolă
	<i>livezi intensive și superintensive</i>	LI	Utilizare agricolă
	<i>livezi plantații arbuști</i>	LPA	Utilizare agricolă
	<i>plantații dud</i>	LD	Utilizare agricolă
	<i>pepiniere pomicole</i>	LP	Utilizare agricolă

Păduri și alte terenuri forestiere (PD)	<i>păduri</i>	PD	Utilizare agricolă
	<i>perdele de protecție</i>	PDP	Utilizare agricolă
	<i>tufărișuri și mărăcinișuri</i>	PDT	Utilizare agricolă
	<i>pepiniere silvice</i>	PDPS	Utilizare agricolă
Terenuri cu ape și ape cu stuf	<i>ape curgătoare</i>	HR	Utilizare recreațională
	<i>lacuri și bălți naturale</i>	HB	Utilizare agricolă sau recreațională
	<i>lacuri de acumulare</i>	HA	Utilizare recreațională
	<i>amenajări piscicole</i>	HP	Utilizare agricolă
	<i>ape cu stuf</i>	HS	Utilizare agricolă
	<i>canaluri</i>	HC	Utilizare recreațională
	<i>marea teritorială</i>	HM	Utilizare recreațională
Căile de comunicații rutiere (DR), căile ferate (CF) și aeroporturi (AE) și alte rețele de transport (RT)	<i>autostrăzi</i>	DA	Utilizare industrială
	<i>drumuri naționale</i>	DN	Utilizare industrială
	<i>drumuri județene</i>	DJ	Utilizare industrială
	<i>drumuri comunale</i>	DC	Utilizare industrială
	<i>Străzi și ulițe</i>	DS	Utilizare industrială
	<i>drumuri de exploatare (agricole, silvice, petroliere, industriale etc.)</i>	DE	Utilizare industrială
	<i>drumuri și poteci turistice</i>	DT	Utilizare recreațională
	<i>căi ferate</i>	CF	Utilizare industrială
	<i>aeroporturi</i>	AE	Utilizare industrială
<i>rețele de transport (produse petroliere, gaz, rețele de canalizare etc.)</i>	RT	Utilizare industrială	
Terenurile ocupate cu construcții și curți (CC)	<i>construcții</i>	C	Utilizare industrială sau rezidențială
	<i>Construcții de locuințe</i>	CL	Utilizare rezidențială

	Construcții administrative	CAD M	Utilizare industrială
	Construcții financiar bancare	CFB	Utilizare industrială
	Construcții comerciale	CCO M	Utilizare industrială
	Construcții pentru cult	CCLT	Utilizare recreațională
	Construcții pentru cultură	CCUL	Utilizare recreațională
	Construcții pentru învățământ	CINV	Utilizare industrială
	Construcții pentru sănătate	CSAN	Utilizare rezidențială
	Construcții și amenajări sportive	CSPO	Utilizare recreațională
	Construcții pentru agrement	CAGR	Utilizare recreațională
	Construcții sociale	CSOC	Utilizare rezidențială
	Construcții industriale	CIND	Utilizare industrială
	Construcții de monumente, ansambluri istorice	CMA SI	Utilizare recreațională
	Construcții turistice	CTUR	Utilizare recreațională
	Construcții metrou	CMET	Utilizare industrială
	Construcții edilitare	CEDI L	Utilizare industrială
	Construcții anexe	CA	Utilizare industrială sau rezidențială
	Construcții industriale și edilitare	CIE	Utilizare industrială
	Construcții administrative și sociale	CAS	Utilizare rezidențială

	<i>curți și construcții</i>	CC	Utilizare industrială sau rezidențială
	diguri	CD	Utilizare industrială
	cariere	CA	Utilizare industrială
	parcuri	CP	Utilizare recreațională
	cimitire	CI	Utilizare recreațională
	terenuri de sport	CS	Utilizare recreațională
	piețe și târguri	CT	Utilizare industrială
	pajiști și ștranduri	CPJ	Utilizare recreațională
	taluzuri pietruite	CTZ	Utilizare industrială
	fâșie de frontieră	CFE	Utilizare agricolă
	exploatări miniere și petroliere	CMP	Utilizare industrială
	alte terenuri cu construcții	CAT	Utilizare industrială
Terenuri degradate și neproductive (N)	<i>nisipuri zburătoare</i>	NN	Utilizare recreațională
	<i>bolovănișuri, stâncării, pietrișuri</i>	NB	Utilizare recreațională
	<i>râpe, ravene, torenți</i>	NR	Utilizare recreațională
	<i>sărături cu crustă</i>	NS	Utilizare recreațională
	<i>mocirle și smârcuri</i>	NM	Utilizare recreațională
	<i>gropi împrumut, deponii</i>	NG	Utilizare industrială
	<i>halde</i>	NH	Utilizare industrială

4.4. Ancheta sociologică pentru susținerea propunerii de metodologie

Pentru elaborarea prezentei lucrări au avut loc discuții directe cu părți implicate în domeniul managementului siturilor contaminate din mediul academic, cercetare, consultanță, agenți economici și autorități din România, Italia și Anglia. Pe lângă aceste întrevederi directe, a fost realizată o anchetă sociologică prin intermediul unui chestionar (*Anexa 1*) care a fost aplicat la 130 de subiecți, la nivelul României, în cadrul actorilor implicați în managementul siturilor contaminate (Steazar et. al., 2012c, Steazar și Ozunu, 2012e).

După cum s-a specificat anterior, pentru a surprinde modul de percepție și atitudinea față de managementul siturilor contaminate, am realizat un chestionar care a fost trimis spre

completare atât experților în domeniu cât și altor părți implicate în proces (autorități naționale, cercetători și cadre academice, experți privați, agenți economici).

Principalele etape parcurse pentru realizarea anchetei sociologice, au fost:

1. Stabilirea scopului proiectului

Scopul proiectului este de a prezenta opiniile și nivelul de dezvoltare al managementului siturilor contaminate la nivelul României, prin prisma experienței actorilor implicați în acest proces (mediul academic, mediul privat și autorități). De asemenea rezultatele acestuia vor fi utilizate pentru dezvoltarea metodologiei de management a siturilor contaminate bazată pe evaluarea riscului și planificarea utilizării terenului prezentată în din capitolul 5 al lucrării.

2. Identificarea subiecților

Părțile implicate în completarea chestionarului sunt:

- experți de la nivelul României, respectiv consultanți de mediu (evaluatori/auditori de mediu atestați la nivelul României),
- autorități (APM, ARPM, ANPM, MMP, MDRT),
- mediul academic (universități),
- cercetare (institute),
- agenți economici (proprietari/dezvoltatori ai unui sit potențial contaminat),
- contractori (laboratoare de analiză acreditate, furnizori de servicii geologice).

Numărul estimativ la nivel național pentru potențialii participanți de interes este de aproximativ 2500, majoritatea fiind reprezentați de deținători ai siturilor potențial contaminate (1856 de situri potențial contaminate conform propunerii de Strategie privind managementul siturilor contaminate la nivelul României, versiunea 2011); respectiv restul în număr de sub 100 pentru fiecare dintre categoriile menționate anterior. Trebuie menționat totuși faptul că numărul de 1856 a fost prezentat fără un suport justificativ în cadrul propunerii de strategie, după cum este prezentat în cadrul capitolului 2, numărul siturilor potențial contaminate/contaminate diferă din cauza modului de diseminare a datelor de către autoritățile de mediu; este de reținut faptul că există și posibilitatea ca un agent economic să dețină mai mult de un sit inventariat. De asemenea, a fost trimis un număr de 130 de chestionare, selecția ținând cont și de accesul la datele de contact. Răspuns s-a primit la 73 dintre acestea, rata de răspuns fiind de 56.15%.

3. Alegerea modalității de aplicare a chestionarului

Datorită numărului relativ ridicat de persoane implicate în completarea chestionarului, cât și a distanței, acestea au fost trimise spre completare prin intermediul poștei electronice (e-mail), în același mod fiind primite după completare.

4. Realizarea chestionarului

Chestionarul a fost realizat folosind atât întrebări închise (cu răspunsuri multiple), cât și deschise (solicită persoana interviuată să furnizeze un răspuns). Chestionarul are 5 părți, respectiv managementul siturilor contaminate, investigarea sitului, evaluarea riscului pentru siturile contaminate, remediere și recomandări. Întrebările au fost distribuite în cadrul acestor părți, fiind în număr de 15, de la 1.1. la 6.1.

Chestionarul a fost analizat și cu ajutorul domnului David Barry și a doamnei dr. Lisa Pizzol, Universitatea Ca Foscari, Veneția, și a câtorvapersoane din mediul academic și autorităților din România, care au avut amabilitatea de a verifica și completa chestionarul, ulterior furnizând pe baza experienței dâșilor aspecte care ar trebui modificate sau completate în cadrul acestuia.

5. Realizarea interviurilor și completarea datelor

Fiecare dintre persoanele chestionate a fost rugată să completeze răspunsurile la întrebări pe baza experienței acumulate în domeniu. Modul de completare al chestionarului a fost prin auto completare.

6. Analiza datelor

Datele au fost analizate cu ajutorul programului SPSS (StatisticalPackage for the Social Sciences) versiunea 19 (<http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/products/statistics/>). SPSS for Windows este un pachet de programe destinat analizei statistice a datelor. Deși există o varietate de programe de acest gen (SAS, Statistics for Windows, GraphPad, MS Excel, care are și el funcții statistice), SPSS se distinge prin structurarea riguroasă și ușurința utilizării.

Pentru o prelucrare corectă și eficientă a datelor în cadrul programului SPSS, fiecare întrebare a chestionarului a fost analizată pentru a extrage pe baza răspunsurilor primite, variabilele și răspunsurile comune. În *Anexa 2* sunt prezentate aceste variabile și argumente, care au ajutat la o analiză sistematică a datelor.

Pentru analiza chestionarului realizat în cadrul acestei lucrări, s-au prelucrat datele de la toate întrebările cu ajutorul funcției de frecvențe a programului SPSS. În continuare sunt prezentate rezultatele.

În cadrul recomandărilor (*Figura 4.13.*), în urma analizei tuturor chestionarelor, au fost stabilite categorii de recomandări pe baza datelor completate de cei care au răspuns, acestea fiind (alături de procentele aferente fiecărei categorii): realizarea unor investigații și a unei evaluări ținând cont de specificitatea sitului (49.3%), dezvoltarea unor acțiuni de remediere bazate pe evaluarea riscului, analiza cost/eficiență și cost/beneficiu (43.8%), implicarea părților interesate în procesul de management a siturilor contaminate în luarea deciziilor pentru o bună diseminare și aplicare a rezultatelor (31.5%), aplicarea celor mai bune tehnologii de remediere (atât din punct de vedere științific, cât și din punctul de vedere al specificității sitului analizat) în funcție de rezultatele evaluării de risc și ținând cont de dezvoltarea durabilă (23.3%), protejarea sănătății oamenilor și a mediului (24.7%), luare în considerare a utilizării viitoare a terenului (47.9%), instruirea și calificarea persoanelor implicate (19.2%), stabilirea nivelului de incertitudine legat de datele utilizate (12.3%), coordonarea și ierarhizarea corectă a pașilor (23.3%), lipsa unui cadru legislativ specific și implementat la nivelul României (42.5%).

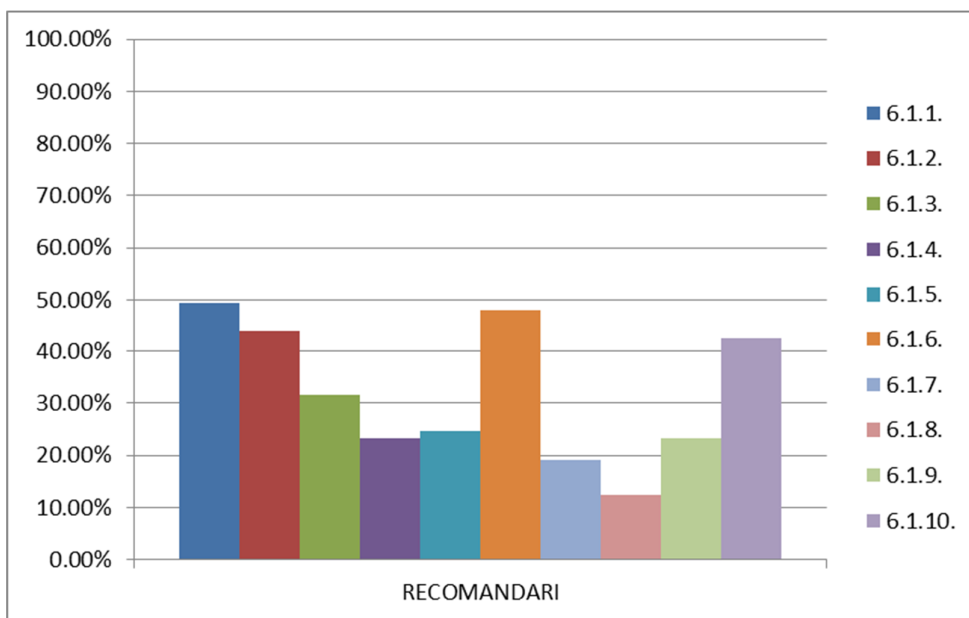


Figura 4.13. Recomandări ale subiecților chestionați privind domeniul managementului siturilor contaminate

Din variantele menționate anterior care au fost diferențiate cu ajutorul procentelor se poate observa că subiecții chestionați accentuează necesitatea realizării unei analize pe baza caracterului specific al fiecărui sit în parte, includerea evaluării riscului, analizei cost/eficiență și cost/beneficiu pentru eficientizarea celor mai bune măsuri de remediere, existența unei comunicări eficiente între părțile implicate. De asemenea, deși cu procente mai reduse, se recomandă sistematizarea și întregirea cadrului legislativ specific la nivelul României; după cum am menționat anterior în capitolul 3, la nivel european sunt deficiențe în ceea ce privește cadrul legislativ, acest lucru făcând dificilă întregirea cadrului la nivelul țării noastre, deși multe dintre statele membre au deja unul individualizat.

În urma analizei chestionarului, pe lângă informațiile specifice obținute pentru fiecare întrebare în parte, se desprind următoarele concluzii generale, și anume (Stezar et. al., 2012e):

- având în vedere că la nivelul țării noastre domeniul managementului siturilor industriale contaminate istoric este unul relativ nou, în anul 2007 fiind emise două acte legislative în acest sens, părțile implicate în procesul decizional întâlnesc piedici la nivel legislativ, legate de cercetare în domeniu, lipsa aplicațiilor practice;
- de asemenea, în legislația actuală nu se face o paralelă între planificarea utilizării terenului și legislația din domeniul mediului aplicabilă și în cazul siturilor industriale contaminate istoric;
- deși în HG.1408/2007, în propunerea de ghid aferentă acesteia, și în propunerile de strategii privind managementul siturilor contaminate în România se vorbește despre necesitatea elaborării unei evaluări a riscului pentru stabilirea nivelului și extinderii contaminării pe un asemenea sit, la care se adaugă rezultatele chestionarului unde 100% din cei chestionați au spus că acest pas este necesar, la nivelul României nu există o metodologie bine conturată de evaluare a riscului pentru

sănătatea umană și/sau a riscului ecologic (cu excepția celei din Ordinul 184/1997, dar care e lacunară);

- revizuirea, sistematizarea și întregirea cadrului legislativ din România care are legătură și cu domeniul managementului siturilor contaminate;
- realizarea unor parteneriate, participarea la proiecte internaționale care să includă părți aplicative și de diseminare pentru pregătirea celor implicați în acest domeniu din țara noastră, pe baza experienței altor țări din UE.

CAPITOLUL 5. Procesul decizional de management a siturilor industriale contaminate istoric, bazat pe planificare utilizării terenului și evaluarea riscului

5.1. Introducere

În cadrul acestui capitol sunt prezentate aspectele principale ale managementului de mediu, respectiv accentuându-se cele referitoare la domeniul siturilor contaminate. În același timp este prezentată în detaliu metodologia de management a siturilor industriale contaminate istoric bazată pe evaluarea riscului și planificarea utilizării terenului, elaborată în cadrul prezentei lucrări.

5.2.3. Managementul siturilor contaminate

Recunoscând importanța problemei siturilor contaminate, identificarea acestora nu este suficientă pentru a facilita găsirea unei soluții. Procesul decizional pentru evaluarea și managementul siturilor contaminate este controversat și dificil, parțial datorită aspectelor diverse implicate (interes economic, restaurarea mediului, acceptarea socială, aplicarea tehnologică, planificarea terenurilor, și alte influențe). Datorită acestor aspecte, în ultimii ani, multe studii și aplicații legislative au evidențiat definirea procesului decizional pentru evaluarea și managementul siturilor contaminate, printre care amintim EEA, (2000); Hill și Zammit, (2000); Bardos et. al., (2001a); Tedd et. al., (2001); Khadam și Kaluarachchi, (2003); Bardos et. al., (2004); Agostini et. al., (2005); Bridges et. al., (2004); Pollard et. al., (2004); CLARINET, (2002a,b,c); EEA, (2011); World Bank, (2010); ICCL, (2011); Darmendrail, (2011).

Ținând cont de aspectele prezentate în capitolele anterioare ale lucrării, putem concluziona faptul că managementul siturilor contaminate este important în două situații:

- când se pune problema utilizării efective a terenului (evaluarea posibilității de utilizare a terenului conform scopului propus). În cazul în care concluziile sunt pozitive (respectiv terenul nu necesită nici o măsură de intervenție pentru diminuarea riscurilor datorate unei forme de contaminare), atunci se poate implementa această utilizare, dar în cazul în care concluziile sunt

negative, este necesară identificarea măsurilor necesare pentru a permite dezvoltarea acestei utilizări (decontaminare, renunțare la proiect, modificarea utilizării propuse etc.);

- când se pune problema planificării utilizării viitoare (elaborarea planurilor urbanistice).

În această situație este importantă găsirea utilizării optime în relație cu caracteristicile sitului.

În acest context, metodologia propusă în această lucrare este recomandat a fi aplicată în faza de planificare a utilizării terenurilor, și doar dacă nu este posibil, pentru validarea unor noi utilizări propuse (schimbarea utilizării actuale) (Stezaș și Ozunu, 2012b).

5.3. Metodologie de management a siturilor industriale contaminate istoric, bazată pe planificarea utilizării terenului și evaluarea riscului

5.3.1. Scopul metodologiei

Scopul metodologiei de management a siturilor industriale contaminate istoric bazată pe evaluarea riscului și planificarea utilizării terenului este de a fundamenta procesul decizional, pe baza principiului dezvoltării durabile, în vederea reutilizării fostelor amplasamente industriale.

Procesul decizional bazat pe managementul riscului pentru siturile contaminate presupune interconectarea celor patru abordări decizionale prezentate în capitolul 4 (environmentală, economică, participativă/deliberativă și cea bazată pe judecata experților).

În principal metodologia propusă a fost publicată în cadrul articolului **Stezaș și Ozunu, 2012b**.

5.3.2. Aspecte ale abordării

Metodologia de management a siturilor industriale contaminate istoric are la bază următoarele prevederi legislative:

- HG. 1408/2007;
- HG. 1403/2007;
- Ordin 756/1997;
- Ordin 184/1997;
- Legea 18/1991 fondului funciar actualizată, republicată în Monitorul Oficial nr. 1 din 5.1.1998, cu modificări și completări ulterioare;
- Ordinului nr. 534/2001 din 01/10/2001 privind aprobarea Normelor tehnice pentru introducerea cadastrului general;
- OUG 7/2011 modificare completare Legea 350/2001 privind amenajarea teritoriului și urbanismul.

De asemenea în cadrul studiului de literatură au fost analizate metodologiile RBCA (SUA), CLEA (UK), Dutch Intervention (Olanda) (ASTM, 1998; VROM, 2006; NHBC, 2008). Acestea au fost alese prin prisma faptului că sunt utilizate de peste 2 decenii, au fost utilizate ca

model și de către alte state (inclusiv state membre UE), au fost revizuite și actualizate permanent și toate se bazează pe evaluarea riscului.

De asemenea au fost luate în considerare discuțiile cu experții implicați în domeniul managementului siturilor contaminate (printre aceștia numărându-se autorități din România, consultanți din România, UK, Italia, cadre universitare și cercetători din România și Italia).

Nu în ultimul rând au fost utilizate și rezultatele anchetei sociologice bazate pe utilizarea unui chestionar, prezentat în subcapitolul 4.5.

Un aspect considerat important în relație cu metodologia propusă a fost corelarea termenilor utilizați pentru definirea noțiunii de sit contaminat.

Conform HG 1408/2007 un sit contaminat este o zona definită geografic, delimitată în suprafață și adâncime, poluată cu substanțe biologice sau chimice. Totodată, se menționează faptul că scopul investigării și evaluării detaliate este printre altele și clarificarea naturii și intensității poluării identificate, fără a se preciza criteriile pe baza cărora se va face aprecierea acestei intensități și nici care este nivelul de poluare peste care se poate considera că un sit este contaminat.

Ordinul 756/1997 stabilește criteriile de apreciere a nivelului de intensitate a poluării astfel:

- poluare potențial semnificativă înseamnă existența unor concentrații de poluanți în mediu, ce depășesc pragurile de alertă prevăzute în reglementările privind evaluarea poluării mediului. Aceste valori definesc nivelul poluării la care autoritățile competente consideră că un amplasament poate avea un impact asupra mediului și stabilesc necesitatea unor studii suplimentare și a măsurilor de reducere a concentrațiilor de poluanți în emisii/evacuări, iar
- poluare semnificativă ca fiind concentrații de poluanți în mediu, ce depășesc pragurile de intervenție prevăzute în reglementările privind evaluarea poluării mediului.

Analizând definițiile prezentate mai sus se observă că poate fi definită clar doar noțiunea de sit poluat semnificativ, dar nu și cea de sit contaminat. Ca atare a fost necesar să se apeleze la definiția dată conceptului de sit contaminat de către propunerea de directivă cadru sol, respectiv: „un sit pe care există prezența confirmată, cauzată de om, a substanțelor periculoase la un nivel la care se consideră că prezintă un risc semnificativ pentru sănătatea oamenilor sau pentru mediu, evaluat ținând cont de utilizarea curentă și viitoare a terenului”.

Având în vedere cele mai sus menționate, metodologia propusă recomandă utilizarea noțiunii de “sit poluat semnificativ” pentru terenurile și acviferul la care rezultatele analizelor indică depășirea pragurilor de intervenție stabilite de Ordinul 756/1997 și a noțiunii de “sit contaminat” pentru terenurile și acviferul la care rezultatul evaluării de risc indică existența unui risc semnificativ.

De asemenea metodologia este propusă doar pentru situri industriale contaminate istoric (terenuri pe care activitatea industrială s-a desfășurat anterior transpunerii prevederilor directivei IPPC).

5.4. Definirea etapelor metodologiei de management a siturilor industriale contaminate istoric

Detalii privind procesul decizional și abordările utilizate au fost prezentate în cadrul capitolului 4.

În *Anexa 3* este prezentată schema metodologiei de management a siturilor industriale contaminate istoric bazată pe planificarea teritorială și evaluarea riscului.

Principalele etape incluse în metodologia prezentată sunt:

- Etapa I – Planificarea teritorială și analiza socio-economică;
- Etapa II – Investigarea și evaluarea preliminară;
- Etapa III – Investigarea și evaluarea detaliată;
- Etapa IV – Evaluarea riscului;
- Etapa V – Remediere și monitorizare.

CAPITOLUL 6. Studiu de caz – aplicarea metodologiei de management a siturilor industriale contaminate istoric, bazată pe planificarea utilizării terenului și evaluarea riscului

6.3. Concluziile studiului de caz

Aplicarea metodologiei pe studiul de caz a avut drept scop prezentarea modului de aplicare, demonstrarea viabilității și validarea acesteia (Stejar și Ozunu, 2012d).

Studiul de caz (S.C. Tractorul S.A.) ales pentru exemplificarea și validarea metodologiei este suficient de complex pentru a asigura parcurgerea tuturor etapelor procedurale prevăzute de metodologia propusă și care se referă la o fostă platformă industrială, pe care s-au desfășurat activități încă din anul 1925, deci un sit industrial cu poluare istorică.

Concluziile aplicării metodologiei propuse în capitolul 5 pe studiul de caz sunt prezentate în continuare separat pentru fiecare dintre etapele metodologiei.

În cadrul etapei de evaluare socio-economică, utilizările viitoare propuse pentru fosta platformă industrială a S.C. Tractorul S.A. Brașov au fost: industrială, rezidențială și respectiv recreațională. Aceste utilizări au fost atribuite diferitelor sectoare delimitate în cadrul amplasamentului conform PUZ.

În etapa de investigare și evaluare preliminară s-au parcurs următorii pași: identificarea și evaluarea datelor istorice; analiza informațiilor climatice, geologice, hidrologice, hidrogeologice cât și a stării actuale a factorilor de mediu; inventarierea și analiza informațiilor conținute în studii de mediu realizate anterior. După analizarea datelor istorice și a situației din teren s-au stabilit potențialele surse de poluare asociate cu fostele sau actualele utilizări și alți factori locali. Pe baza informațiilor analizate din studiile anterioare se consideră că principalii contaminanți de

interes pentru situl analizat sunt Cd, Cu, Pb, Mn, Zn, Ni și TPH. Ținând cont de aceste aspecte, a fost elaborat modelul conceptual preliminar al sitului.

În etapa de investigare și evaluare detaliată au fost planificate și apoi realizate investigațiile considerate necesare ținând cont de rezultatele obținute în etapa anterioară. A fost întocmit un plan de prelevare și analiză pentru probe de sol și ape subterane, menit să furnizeze informații suplimentare suficient de detaliate referitor la nivelul și extinderea contaminării în zona analizată. În continuare au fost efectuate prelevările și analizele conform planului, iar rezultatele obținute au fost evaluate prin metode specifice. Acest *Plan de investigare* s-a realizat de către dezvoltatorul sitului prin trei campanii succesive de prelevare și analize, în perioada 2008-2009, și a avut ca scop identificarea suplimentară, detalierea și corelarea cu datele existente în ceea ce privește sursele și tipurile de contaminanți pe zona investigată. A fost efectuată compararea rezultatelor cu valoarea de fond geochimic natural. Având în vedere ecartul foarte mare între valorile cele mai mari și cele mai mici ale concentrațiilor determinate la toți indicatorii analizați pentru probele de sol, s-a decis elaborarea unei analize statistice pentru identificarea unor potențiale valori incerte. Acestea au fost identificate și s-a decis să nu fie utilizate în evaluările ulterioare.

În ceea ce privește analiza rezultatelor pentru apa subterană, a fost determinat regimul de curgere a apelor subterane, prin simulare, utilizând programul Optimal Well Locator (OWL). De asemenea valorile concentrațiilor determinate pentru apa subterană au fost comparate cu cele din Legea 311/2004, respectiv cu valorile stabilite pentru corpul de apă subterană ROOT02. Au fost efectuate interpolări pentru fiecare dintre parametrii analizați pentru a evidenția grafic localizarea și extinderea poluării apei subterane.

Pentru interpretarea integrată a rezultatelor în relație cu valorile de prag stabilite prin reglementările legale, au fost delimitate zonele cu folosință sensibilă și cele cu folosință mai puțin sensibilă, ținând cont de destinația propusă prin PUZ. Din suprafața totală de cca. 124 ha a amplasamentului studiat, suprafața de teren ce va avea o folosință sensibilă este de cca. 50 ha iar cea pentru folosință mai puțin sensibilă restul de cca. 74 ha. Pentru a determina suprafața considerată ca fiind poluată semnificativ au fost realizate interpolări ale datelor cu ajutorul softului SADA. Suprafața de teren astfel determinată este de 460000 mp (aprox. 46 ha). Deoarece poluarea semnificativă a fost identificată doar în stratul de la suprafața terenului (adâncime de max 1 m), volumul total de sol contaminat este estimat la 460000 mc. După cum s-a menționat și anterior, se poate presupune că suprafața localizată sub clădiri nu poate fi afectată de poluare semnificativă, ca atare este de așteptat ca în realitate suprafețele și respectiv volumul de sol poluate semnificativ să fie mult mai mici decât cele mai sus prezentate, care au fost determinate printr-o abordare conservativă, în care a fost determinată toată suprafața de teren, inclusiv suprafețele acoperite de clădiri.

Evaluarea riscului pentru sănătate a fost realizată folosind un model de risc realizat de US EPA, utilizând softul SADA. Având în vedere că situl analizat în cadrul studiului de caz nu se află în apropierea unor zone sensibile din punct de vedere ecologic, iar utilizările viitoare nu implică asemenea aspecte, în cadrul acestei aplicații nu s-a efectuat evaluarea riscului ecologic.

Scenariile de utilizare viitoare a terenului stabilite pentru evaluarea riscului au fost rezidențial, industrial, recreațional și excavații, iar potențialele căi de expunere – ingestie, inhalare și contact dermal. Nu au fost înregistrate riscuri inacceptabile pentru evaluările efectuate pentru niciuna dintre căile de expunere și pentru niciuna din utilizările analizate ale terenului.

În ceea ce privește riscurile asociate unui eventual consum casnic (pentru băut) al apei subterane, evaluarea riscului arată că ar exista un risc total inacceptabil pentru TPH (datorită eventualei inhalări a vaporilor și ingestiei de apă) cât și pentru mangan (în cazul ingestiei).

Pentru delimitarea spațială a zonelor afectate de contaminare a fost utilizat softul SADA. S-a constatat că, atât în zonele cu folosință mai puțin sensibilă cât și în cele cu folosință sensibilă, nu sunt zone care să prezinte un nivel de risc mai mare decât valorile de referință și deci nu există teren contaminat pe care să se impună aplicarea unor măsuri de remediere.

În ultima etapă, respectiv cea de remediere și monitorizare, pe baza datelor rezultate din evaluarea nivelului de contaminare a solului pe amplasamentul studiat și utilizând softul SADA se constată că riscul maxim calculat este sub limita de acceptabilitate, deci nu este necesară aplicarea de măsuri de remediere. Nivelul optim la care se va realiza reducerea riscului rezidual pe suprafața terenului determinată ca fiind poluată semnificativ va fi stabilit prin negociere între autoritatea de mediu competentă și titularul terenului, și va avea o valoare situată între 1 (nivelul de risc acceptabil) și 0,42 pentru cazul analizat.

Informațiile primite de la dezvoltatorul sitului Tractorul arată că autoritățile locale au agreeat soluția privind aplicarea unor măsuri de remediere pentru o suprafață de cca 5000 mp, la ora actuală fiind în curs de finalizare proiectul tehnic de remediere.

Ținând cont de rezultatele benefice ale aplicării metodologiei propuse în capitolul 5 pentru procesul decizional, respectiv consensul dintre dezvoltatorul sitului și autorități bazat pe informațiile culese, investigate și analizate, considerăm că aceasta poate fi aplicată cu succes și pe alte situri similare.

CAPITOLUL 7. Analiza comparativă a două sisteme de suport a deciziei bazate pe risc pentru reabilitarea siturilor contaminate: SADA și DESYRE aplicate pe un studiu de caz

7.2. Obiectivele studiului

Luând în calcul aspectele prezentate anterior, scopul principal al acestui capitol este de a prezenta rezultatele unei aplicații comparative ale celor două SSD pe un studiu de caz, respectiv un fost amplasament industrial localizat la periferia orașului Brașov. Aplicația pe acest studiu de caz va permite evaluarea comparativă a caracteristicilor, ecuațiilor, zonelor investigate, ușurința de utilizare și rezultate ale celor două SSD, pe baza principalilor pași ai managementului siturilor contaminate bazat pe risc. Dintre SSD disponibile bazate pe risc, cele două modele alese pentru analiza scopului acestei lucrări au fost SADA și DESYRE. Acest lucru s-a bazat pe faptul că

acestea au fost utilizate într-un număr de aplicații de mediu, inclusiv evaluarea unor situri, investigații academice și cadruri de reglementare pentru a raționaliza procesele de caracterizare, fiind în același timp subiectul unor articole de specialitate cu diferite analize în domeniul procesului decizional privind reabilitarea siturilor contaminate.

Conform considerațiilor de mai sus, acest exercițiu comparativ reprezintă un schimb de experiențe Euro-Atlantice, europene și naționale în aplicarea modelelor de evaluare a riscului pentru sănătatea umană din domeniul contaminării terenurilor, cu scopul de a identifica diferențele relevante în ceea ce privește nevoile de date de intrare, ecuațiile și conceptele de modelare implementate, și aplicabilitatea modelului pentru nevoile beneficiarilor implicați în procesul decizional.

7.8. Rezultate și discuții

Datorită caracteristicilor și modulelor complexe ale celor două SSD, cât și prin prisma utilizării independente ale fiecărui modul (fie utilizând date separate sau pe baza unor rezultate obținute în alt modul), s-a decis prezentarea rezultatelor obținute în urma aplicării pe studiul de caz ca și o secvență a derulării modulelor celor două SSD. Astfel că, principalele caracteristici ale celor două SSD aplicate pe studiul de caz sunt detaliate și prezentate în continuare.

7.8.1. Rezultate

A. Evaluarea de risc

Așa cum s-a prezentat mai sus, modulul pentru evaluarea riscului pentru sănătatea umană a fost rulat cu ambele SSD și au fost obținute Concentrațiile Acceptabile (DESYRE) și Obiectivele Preliminare de Remediere (SADA). Rezultatele sunt prezentate în *Tabelul 7.7*.

Tabel 7.7. Concentrațiile acceptabile în DESYRE versus Obiectivele Preliminare de Remediere din SADA ambele în mg/Kg (Adulți, Scenariu rezidențial. C=cancerigen, NC= necancerigen)

	Cd C	Cd NC	Cu	Ni C	Ni NC	Pb	Mn	TPH	Zn
<i>Scenariu rezidențial, receptori adulți</i>									
INHALARE									
DESYRE		2E-01	1.83E+04		1.5E+00	1.60E+04	4.5E+00	1.62E+04	1.37E+05
SADA	1.80E+03	1.4E+04		1.20E+04	1.20E+05		6.90E+04	7.50E+03	
INGESTIE									
DESYRE		3.6E+02	2.9E+04		1.4E+04	2.5E+03	1.02E+05	7.30E+04	2.19E+05
SADA		3.7E+02	2.9E+04		1.5E+04	2.6E+03	1.00E+05	7.30E+04	2.20E+05

CONTACT DERMAL									
DESYRE		6.88E+03	5.50E+04		2.75E+04	4.82E+03	1.92E+05	1.37E+04	4.13E+05
SADA		6.90E+03	5.50E+04		2.80E+04	4.80E+03	1.90E+05	1.40E+04	4.10E+05
TOTAL									
DESYRE		2E-01	9.36E+03		1.5E+00	1.51E+03	4.5E+00	6.76E+03	7.02E+04
SADA	1.80E+03	3.40E+02	1.90E+04	1.20E+04	8.90E+03	1.70E+03	3.40E+04	6.50E+03	1.40E+05

Din analiza Tabelului 7.7. se poate observa că rezultatele sunt sismilare în cazul căilor de expunere prin ingestie și contact dermal, în timp ce în cazul căii de expunere prin inhalare se observă diferențe relevante. Aceste diferențe se datorează în primul rând faptului că SADA utilizează RfC și U/SF inhalare, în timp ce DESYRE utilizează RfD și SF inhalare, și în al doilea rând datorită ecuațiilor de modelare diferite utilizate de cele două SSD pentru calea de expunere prin inhalare. În timp ce DESYRE utilizează ecuațiile de modelare din folosite în ASTM, (1998), SADA utilizează ecuațiile determinate de US EPA, 1996. Cea mai mare diferență între cele două SSD o constituie estimarea valorii factorului de emisii de particule (PEF - particulate emission factor). În DESYRE acest factor ia în considerare extinderea sursei contaminării pe direcția vântului, caracteristicile sitului și rata de emisie a particulelor (Pe) [mg/cm² s]. Rata de emisie a particulelor depinde de raportul dintre fluxul mediu al speciei chimice și concentrația acesteia pe o suprafață ~90.80 [g/m² s per kg/m³] (Q/C). În SADA valoarea factorului de emisie a particulelor (PEF) (US EPA, 1996) ia în considerare rugozitatea terenului, prezența potențială a unor elemente care nu pot fi influențate de climă, prezența unui strat superficial care nu poate fi influențate de climă și prezența unei acoperiri vegetale. În ansamblu, se poate distinge faptul că valoarea folosită în DESYRE este mult mai conservatoare decât cea din SADA, și este la latitudinea factorului de decizie de a alege care este cea mai potrivită pentru modelarea studiului de caz.

În ceea ce privește calea de expunere prin ingestie pentru receptori copii conform scenariului rezidențial, rezultatele obținute cu cele două SSD sunt similare, prin urmare se poate spune că ambele soft-uri pot fi folosite în acest scop, iar DESYRE prezintă avantajul că include și căi de expunere diferite precum contact dermal și inhalare (vezi Tabele 7.8. și 7.9.).

Tabel 7.8. Concentrații acceptabile în DESYRE versus Obiectivele preliminare de remediere în SADA (Copii, scenariu rezidențial, Calea de expunere prin ingestie). C=cancerigen,

NC=necancerigen

	Cd C	Cd NC	Cu	Ni C	Ni NC	Pb	Mn	TPH	Zn
<i>Scenariu rezidențial, receptori copii</i>									
INGESTIE									
DESYRE		3.90E+01	3.12E+03		1.56E+03	2.73E+02	1.09E+04	7.82E+03	2.34E+04
SADA		3.90E+01	3.10E+03		1.60E+03	2.70E+03	1.10E+04	7.80E+03	2.30E+04

Tabel 7.9. Concentrații acceptabile în DESYRE versus Obiective preliminare de remediere în SADA (Copii, Scenariu rezidențial) C=cancerigen, NC=necancerigen, CNC = cancerigen și necancerigen

DESYRE, Copii, Scenariu rezidențial					
Substanță	Stare	Ingestie	Contact dermal	Inhalare	Total
TPH	NC	7.82E+03	5.01E+03	1.61E+04	2.56E+03
Cd	CNC	3.9E+01	2.50E+03	1.1E+00	1.1E+00
Mn	NC	1.09E+04	7.01E+04	6.3E+00	6.3E+00
Ni	CNC	1.56E+03	1.00E+04	8.7E+00	8.7E+00
Pb	NC	2.73E+02	1.75E+03	2.20E+04	2.34E+02
Cu	NC	3.12E+03	2.00E+04	2.52E+04	2.44E+03
Zn	NC	2.34E+04	1.50E+05	1.89E+05	1.83E+04

Având în vedere faptul că ambele SSD implică evaluare spațială, hărțile totale de risc au fost elaborate pentru a avea o imagine mai clară asupra rezultatelor abordărilor diferite. Acestea au fost redată în *Figura 7.3.* în care se poate observa că SADA are o abordare mai puțin conservativă pentru evaluarea de risc datorită diferențelor prezentate mai sus în ceea ce privește ecuația modelului pentru calea de expunere prin inhalare.

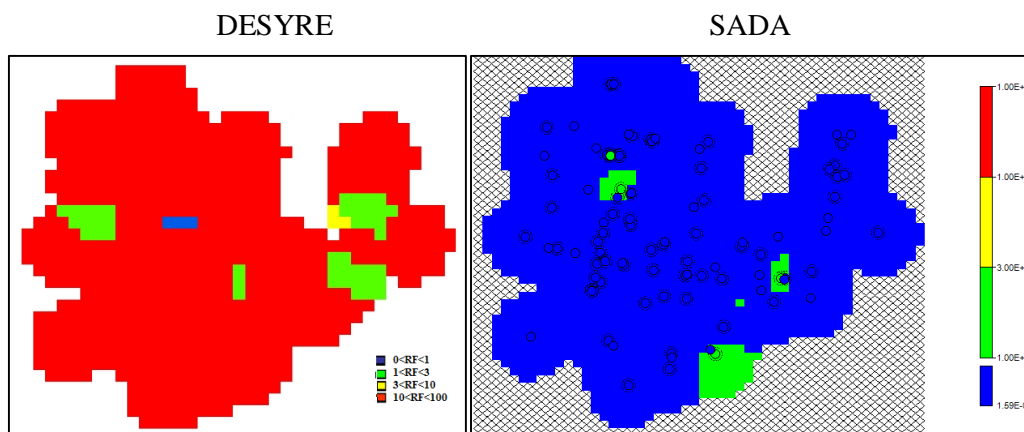


Figura 7.3. Hărți spațiale reprezentând factorul total de risc pentru DESYRE și riscul total pentru SADA conform scenariului rezidențial pentru receptori adulți. Culoarele similare reprezintă clase similare de risc.

B. Evaluarea tehnologiilor de remediere pentru sprijinirea procesului de decizie

Conform rezultatelor evaluării de risc pentru sănătatea umană bazat pe modelul geospațial al Distanței Inverse, a fost de asemenea aplicată analiza cost-beneficiu în SADA. Pentru fiecare din contaminanții de interes precum și pentru datele centralizate (separat pentru

substanțe cancerigene și necancerigene), a fost definită o suprafață de interes, iar apoi a fost efectuată analiza cost-beneficiu cu ajutorul interviului cost versus remediere (figura 7.4.).

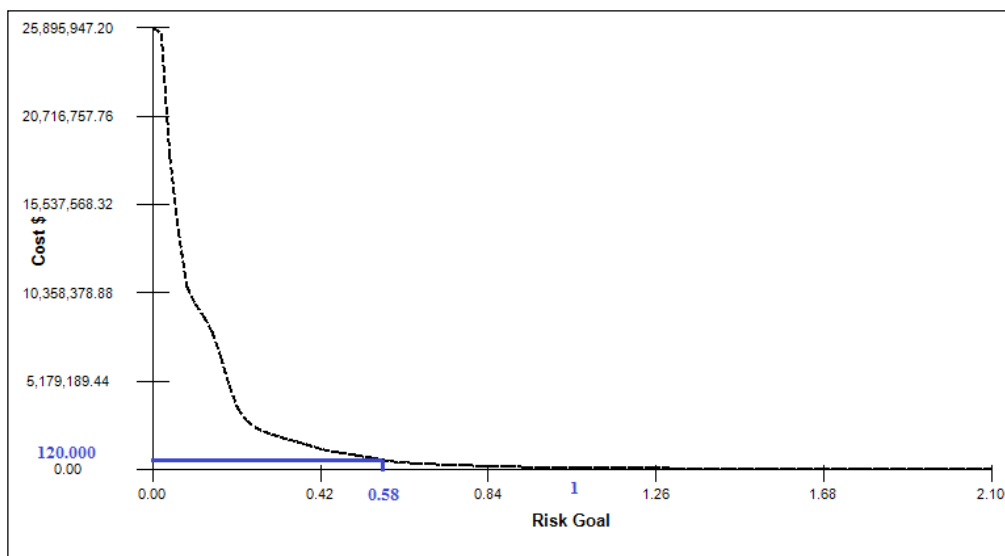


Figura 7.4. Rezultatele analizei cost-beneficiu pentru studiul de caz, în SADA

Analizând rezultatele graficului cost-beneficiu pentru studiul de caz, se poate observa că aplicarea acțiunilor de remediere menite să reducă nivelul de risc rezidual duce la o creștere exponențială a costurilor. Costurile calculate pentru remedierea zonelor afectate de o poluare semnificativă, implicând tratarea unui volum de sol de 460000mc, sunt de câteva sute de ori mai mari decât cele pentru reducerea riscului rezidual la limita de acceptabilitate. Prin urmare, va rezulta reducerea nivelului de risc la un indice de hazard de 0,58 ceea ce reprezintă un risc tolerabil, mult sub limita de risc considerată a fi inacceptabilă. Se poate considera faptul că reducerea riscului sub nivelul 1 a indicelui de hazard este un beneficiu acceptabil și reprezintă nivelul de lucrări de remediere minim și obligatoriu.

În ceea ce privește modulele pentru tehnologii de remediere din DESYRE, aplicarea primului filtru a selectat 7 tehnologii notate în Tabelul 7.10. din baza de date a tehnologiilor de remediere pentru sol. Al doilea filtru a fost apoi aplicat pentru a selecta acele tehnologii care se dovedesc a fi potrivite pentru studiul de caz pe baza caracteristicilor hidrogeologice ale solului. Scorul asociat fiecărei tehnologii selectate pe baza Analizei Multi-Criteriale (Critto et. al., 2007) este redat în Tabelul 7.10.

Tabel 7.10. Ierarhizarea și selectarea tehnologiilor de remediere în DESYRE, pentru studiul de caz

Nr. Crt.	Tehnologia de remediere	Clasament combustibili	Clasament substanțe anorganice
1	Bioremediere accentuată	3.404	
2	Extragere in situ a vaporilor	3.599	
3	Bio-halde	2.620	

4	Separare	2.484	
5	Spălarea solului	3.138	3.265
6	Încapsulare	1.756	1.819
7	Separare electrocinetică		3.206

Utilizatorul poate simula aplicarea tehnologiilor de remediere, fapt ce duce la reducerea concentrației de contaminant în mediul analizat pe baza performanței planurilor de remediere. Hărțile de concentrație reziduală după aplicarea remedierii reprezintă date de intrare pentru modulul de Evaluare a Riscului Rezidual care furnizează o estimare a risului rezidual după remediere și o estimare a incertitudinii asociate prin utilizarea unei analize probabilistice Monte Carlo (Carlton et al., 2008).

Din moment ce SADA nu prezintă nicio funcție legată de selectarea celei mai bune tehnologii de remediere și crearea de diferite scenarii de remediere, nu poate fi furnizată o comparație, iar prezentarea rezultatelor din DESYRE nu face obiectul prezentei lucrări.

Astfel se poate observa faptul că cele două SSD au module complementare care pot fi utilizate ținând cont de necesitățile proiectului de remediere specific sitului.

7.9. Concluzii

Principala concluzie generală care poate fi trasată în urma exercițiului comparativ este cea conform căreia ambele SSD pot fi utilizate în mod profitabil pentru a sprijini procesul decizional pentru managementul siturilor contaminate, ambele ducând la concluzii similare care în principal depind de rezultatele evaluării de risc. Oricum, în funcție de obiectivele și nevoile specifice ale beneficiarilor în procesul de remediere a siturilor contaminate, unul sau altul dintre cele două SSD poate oferi cel mai eficient sprijin.

Pe de altă parte, o combinație potrivită a modulelor și funcționalităților celor două SSD ar putea duce la cea mai eficientă evaluare din moment ce o asemenea integrare acoperă toate fazele necesare, respectiv de la dezvoltarea unui plan de prelevare pentru un sit până la selectarea și evaluarea celei mai potrivite tehnologii de evaluare care ar trebui aplicată, sau diverse părți dintre aceste două faze. Acest lucru efectiv răspunde la întrebarea care poate fi utilizată ca și punct de plecare pentru exercițiu „Susține o comparație între caracteristicile SSD părțile interesate în luarea deciziei privind care dintre SSD se potrivește mai bine nevoilor lor?”.

S-a observat faptul că modulele de evaluare a riscului ale celor două SSD duc la obținerea unor rezultate similare, diferențele principale fiind datorate subiectivității utilizate în selectarea datelor de intrare. În acest sens, este important să se evidențieze faptul că aceste diferențe trebuie înțelese clar de către beneficiarii implicați în procesul decizional, și potrivirea tuturor parametrilor în discuție trebuie să fie demonstrată. Pe de altă parte, exercițiul a demonstrat faptul că, în timp ce DESYRE folosește modele de transport specifice sitului, și

SADA utilizează coeficienți de transport default, rezultatele finale ale evaluării riscului sunt comparabile.

Exercițiul comparativ a evidențiat de asemenea și faptul că, în ceea ce privește scopul principal al studiului, cele două SSD pot avea roluri diferite. Folosind SADA, beneficiarul poate dezvolta un plan inițial de prelevare în cazul în care situl încă nu a fost investigat, și sau un plan secundar de prelevare pentru a ajuta definirea hazardurilor și riscurilor reziduale. În contrast, folosind DESYRE, beneficiarul poate cu ajutorul modulului socio-economic să determine o utilizare viitoare a terenului, în cazul în care încă aceasta nu a fost definită.

SADA, prin accesibilitatea mai mare, are avantajul de a fi utilizat de un număr mare de beneficiari de-a lungul procesului decizional. Și mai mult, ca și punct final al procesului decizional, SADA estimează zona de interes în ceea ce privește contaminarea și efectuează analiza cost-beneficiu pentru a susține beneficiarii în determinarea acțiunilor potrivite și a costurilor aferente, pe baza nivelului de risc identificat. Pe de altă parte DESYRE poate efectua selectarea și aplicarea celei mai potrivite tehnologii de remediere și evaluarea și compararea a mai multor scenarii diferite de remediere.

În trasarea acestor concluzii se recunoaște faptul că SADA a fost analizat mai în detaliu decât DESYRE în ceea ce privește diferite aplicații de modelare pentru mediu inclusiv evaluări a siturilor, investigații academice, și cadre de reglementare realizate pentru a raționaliza procesele. În plus, SADA a fost subiectul mai multor articole de specialitate care prezintă diverse analize din domeniul procesului decizional pentru reabilitarea siturilor contaminate. Nu în ultimul rând, considerăm că această lucrare ajută la lărgirea cunoștințelor privind capacitățile SSD SADA.

Global, se consideră că ambele SSD analizate, fiecare dintre ele formând legături cheie între date factice/informații și judecăți profesionale de valoare, vor oferi sprijin important pentru beneficiarii implicați în procesul decizional privind managementul efectiv al riscurilor de pe siturile contaminate.

CAPITOLUL 8. Concluzii, contribuții originale și dezvoltări viitoare

8.1. Concluzii

Prezenta lucrarea a plecat de la premisa conform căreia la nivel mondial se estimează că activități potențial poluatoare s-au desfășurat pe milioane de amplasamente industriale, dintre care doar o mică parte au beneficiat de acțiuni de investigare și evaluare a nivelului de poluare pentru a determina suprafețele care necesită remediere. În același timp, având în vedere faptul că la nivelul țării noastre perioada de privatizare a fost mai târzie decât în cadrul țărilor din Europa de Vest, motiv pentru care și managementul siturilor contaminate a devenit o necesitate și prioritate, ulterior față de acestea, nevoile și potențialul de îmbunătățire a managementului siturilor contaminate sunt ridicate. Scopul lucrării a fost acela de a elabora, la nivelul României,

o metodologie de management a siturilor industriale contaminate istoric bazată pe planificarea utilizării terenului și evaluarea riscului, și validarea acesteia prin implementarea pe un studiu de caz (fosta platformă industrială a S.C. Tractorul Brașov S.A.).

Principalele concluzii ale prezentei lucrări pot fi diferențiate în două categorii, și anume o categorie de concluzii bazată pe analiză critică și integrată a situației domeniului managementului siturilor industriale contaminate istoric la nivelul SUA, UE și României, inclusiv prin efectuarea unei anchete sociologice bazate pe chestionar pentru stabilirea nivelului de conștientizare a părților implicate în domeniu la nivelul României (categorie finalizată prin stabilirea unei liste cu propuneri de îmbunătățiri în domeniu pe plan național), și respectiv o a doua categorie de concluzii, care ar putea fi parțial integrată primei, și anume concluzii bazate pe elaborarea, implementarea și validarea propunerii de metodologie din prezenta lucrare pe un studiu de caz, cât și a analizei comparative a aplicării și rezultatelor acesteia cu ajutorul celor două sisteme de suport a deciziei. Astfel că, în prima categorie de concluzii pot fi incluse mai multe propuneri de dezvoltare a domeniului de management a siturilor industriale contaminate istoric la nivelul țării noastre, și anume:

- elaborarea, implementarea și menținerea unor proceduri de management și operaționale privind gestionarea siturilor contaminate/potențial contaminate la nivelul autorităților care gestionează acest domeniu, care să includă prevederi privind managementul calității, mediului și/sau securității informației (stabilirea procedurilor de colectare, prelucrare, validare, stocare și actualizare a datelor; identificarea surselor de date/informații; stabilirea modalităților de colaborare cu instituțiile care dețin date/informații privind starea calității solului și subsolului, cât și a modului de diseminare a informațiilor către public, în mod structurat și identic;
- actualizarea continuă a datelor privind inventarul siturilor contaminate; reemiterea chestionarului național de inventariere de către MMP, stabilirea unui calendar de completare și transmitere către deținătorii de amplasament;
- nevoia de actualizare a legislației în domeniu, ținând cont de reglementările deja existente cât și de dezvoltările pe plan internațional; stabilirea unor definiții clare pentru termenii cheie, pentru a omite orice interpretări; necesitatea de emitere a unor ghiduri/documente tehnice de specialitate privind inventarierea, investigarea, evaluarea riscului, remedierea și monitorizarea post-remediare a siturilor industriale contaminate istoric;
- actualizarea valorilor de referință privind investigarea terenurilor, acestea datând din 1997; aceste criterii ar trebui stabilite ținând cont atât de planificarea utilizării terenurilor cât și de evaluarea riscului (analiza sursă-cale-receptor, și utilizând modele de expunere și parametrii toxicologici); adaptarea și aplicarea unor noi standarde de reabilitare ar trebui să le combine pe amândouă;
- metodologiile de evaluare a riscului pentru sănătatea umană și a riscului ecologic ar trebui mai clar definite, detaliate și eventual adaptate în conformitate cu metodologii utilizate pe plan internațional;
- specificarea și analiza detaliată a parametrilor metodologici necesari pentru evaluarea riscului (parametrii fizici, chimici, hidrogeologici, climatici, toxicologici, de expunere).

- pregătirea și efectuarea de cursuri și/sau training-uri în domeniu pentru persoanele implicate în procesul decizional;
- elaborarea unui atlas geochimic, asemănător cu cel elaborat pentru municipiul Iași și împrejurimi (Iancu și Buzgar, 2008), respectiv Heredea, (2011) pentru cele trei regiuni, respectiv analiza efectuată de Dumitru et. al., 2011;
- analiza regională a siturilor industriale contaminate istoric prin elaborarea pe baza informațiilor din baza de date CoSis (sau din rapoartele ANPM, ARPM, APM) a unor hărți cu distribuția siturilor inventariate; eventual ulterior acesteia, efectuarea unei evaluări a riscului regional.

În a doua categorie de concluzii, pe baza aspectelor discutate de prezenta lucrare, pot fi incluse următoarele aspecte:

- având în vedere perioada relativ scurtă de timp de când a început dezvoltarea acestui domeniu la nivelul țării noastre, cât și lipsurile identificate anterior, se consideră că propunerea de metodologie a prezentei lucrări pentru managementul siturilor industriale contaminate istoric, bazată pe evaluarea riscului și planificarea utilizării terenului este oportună și eficace la momentul actual;
- Ținând cont de rezultatele benefice ale aplicării metodologiei propuse pentru procesul decizional, respectiv consensul dintre dezvoltatorul sitului și autorități bazat pe informațiile culese, investigate și analizate, considerăm că aceasta poate fi aplicată cu succes și pe alte situri similare;

8.2. Contribuții originale

Pe baza cercetărilor efectuate în prezenta lucrare, se pot evidenția următoarele contribuții originale, și anume:

- Elaborarea unei sinteze de literatură privind termenii de risc și hazard utilizați în literatura de specialitate din domeniul managementului siturilor contaminate istoric în principal;
- Prezentarea detaliată a conceptelor de management și evaluare a riscului în domeniul mediului în general, și în cel al siturilor contaminate în particular (abordate relativ recent în literatura și legislația autohtonă);
- Analiza comparativă a situației legislative la nivelul SUA, UE și a României, evidențiind lipsurile existente pe plan național;
- Analiza critică a situației inventarului siturilor contaminate la nivelul României, pentru intervalul 2006-2011;
- Stabilirea unor recomandări privind revizuirea și dezvoltarea cadrului legislativ existent la momentul actual la nivel național, pe baza aspectelor identificate anterior, cât și de elaborare a unor atlase, studii suport;
- Evidențierea și evaluarea aspectelor legate de necesitatea modelului conceptual în investigarea și analiza siturilor contaminate;
- Analiza comparativă a aspectelor legate de planificarea utilizării terenurilor pe plan european față de situația națională prin prisma managementului siturilor contaminate, și

propunerea unor categorii bazate pe criteriile de risc pentru utilizările terenurilor stabilite la nivel național;

- Descrierea detaliată a noțiunii de evaluare a riscului, accentuând utilitatea și caracterul aplicativ al evaluării specifice sitului (evaluarea riscului pentru sănătatea umană și evaluarea riscului ecologic), al evaluării riscului regional, al potențialelor incertitudini ale acestor analize, cât și a sistemelor de suport a deciziei pentru procesul decizional de management a siturilor contaminate, prezentând detalii referitoare la utilizarea SSD SADA și DESYRE;
- Prezentarea și integrarea abordărilor decizionale în managementul siturilor contaminate istoric pentru propunerea de metodologie din prezenta lucrare;
- Analiza principalilor actori implicați în managementul siturilor industriale contaminate istoric, și rolul lor;
- Dezvoltarea, diseminarea și analiza statistică și aplicativă a unei anchete sociologice bazate pe un chestionar, pentru a susține dezvoltarea metodologiei propuse în prezenta lucrare;
- Dezvoltarea propunerii de metodologie pentru managementul siturilor industriale contaminate istoric bazată pe evaluarea riscului și planificarea utilizării terenurilor;
- Aplicarea metodologiei propuse anterior pe studiul de caz, amplasamentul fostei uzine industriale S.C. Tractorul UTB Brașov S.A.,
 - Caracterizarea cât mai exactă a zonei studiate, pe baza unui material teoretic al unor autori consacrați și a informațiilor din arhiva existentă în cadrul sitului analizat, pentru a diseca în cele mai mici amănunte realitățile zonei propuse spre studiu;
 - Analiza studiilor efectuate anterior pentru incinta amplasamentului analizat;
 - Stabilirea surselor potențiale de poluare de pe situl analizat;
 - Analiza statistică a datelor rezultate din analizele chimice pentru sol și ape subterane, pentru perioada 2008-2009;
 - Evaluarea rezultatelor pentru sol și apa subterană comparativ cu valorile reglementate prin lege;
 - Determinarea profilului geologic și a direcției de curgere a apelor subterane;
 - Evaluarea riscului pentru sănătatea umană, utilizând doar valorile determinate ca fiind utile în urma analizei statistice;
 - Efectuarea analizei cost/beneficiu pentru rezultatele evaluării de risc pentru sănătatea umană;
 - Sugerarea unor recomandări pentru efectuarea lucrărilor de remediere și reutilizare pentru studiul de caz analizat;
- Analiza comparativă a două sisteme de suport a deciziei bazate pe risc pentru reabilitarea siturilor contaminate: SADA și DESYRE aplicate pe studiul de caz;
- Clasificarea celor două SSD pe baza categoriilor existente în literatura de specialitate;

- Analiza comparativă a modulelor celor două SSD cât și a rezultatelor obținute prin aplicarea modulelor similare;
- Analiza SWOT pentru evidențierea utilității de a aplica un SSD pentru analiza unui sit industrial contaminat istoric, în diferite etape ale procesului decizional și de diverși actori implicați în management.

Toate aceste contribuții care emit pretenții de originalitate au fost rezultatul colectării, sistematizării, prelucrării și mai apoi, analizării și interpretării unui vast material documentar. Aceste demersuri teoretice nu-și puteau găsi finalitatea științifică fără a fi dublate în paralel de studiul concret al realității din teren, care indirect au sprijinit identificarea soluțiilor propuse ulterior.

Contribuțiile personale care să completeze lucrări de amploare anterioare pe această tematică au fost ele însele un scop al lucrării și sunt considerate un beneficiu și un plus adus studiilor precedente, care sunt puține ca și număr. Aceasta, cu atât mai mult cu cât s-a încercat dezvoltarea unei punți de legătură între teoriile existente care tratează managementul siturilor industriale contaminate istoric, și utilizarea conceptelor de evaluare a riscului și planificarea terenurilor.

În același timp, lucrarea poate fi un instrument util factorilor de decizie, integrați sau nu instituțional, pentru a oferi sprijin pentru luarea deciziilor legate de managementul siturilor industriale contaminate istoric, la nivelul României. Lucrarea respectă atât principiile și regulile unei lucrări științifice însă, în măsura posibilităților, a fost adaptată unui limbaj ușor digerabil, care poate fi descifrat și de publicul de rând, interesat de aceste probleme. Așa cum a mai fost menționat, tematica lucrării va fi cu atât mai interesantă, cu cât managementul și procesul decizional privind siturile industriale contaminate istoric sunt teme din ce în ce mai vehiculate în studiile de aceasta factură, atât pe plan internațional cât și național.

Mai trebuie menționat faptul că neavând pretenția studiului complet al subiectului dat, tratarea temei din punctul de vedere al datelor concrete strânse, precum și folosirea unor discipline adiacente, a fost tratată cu multă atenție, lansând totodata noi subiecte de cercetare în perspectiva unor viitoare lucrări.

8.3. Dezvoltări viitoare

Ținând cont de nivelul incipient de dezvoltare al acestui domeniu la nivel internațional, și mai ales național, considerăm că potențialul dezvoltărilor viitoare este ridicat.

Pe baza sintezei de literatură privind termenii de risc și hazard utilizați în literatura de specialitate din domeniul managementului siturilor contaminate istoric în principal, și prin prezentarea detaliată a conceptelor de management și evaluare a riscului în domeniul mediului în general, și în cel al siturilor contaminate în particular (abordate relativ recent în literatura și legislația autohtonă), cât și prin analiza comparativă a situației legislative la nivelul SUA, UE și a României, evidențiind lipsurile existente pe plan național, realizate în prezenta lucrare, se poate susține dezvoltarea cadrului legislativ național. De asemenea, în urma analizei critice a situației

inventarului siturilor contaminate la nivelul României, pentru intervalul 2006-2011, s-au propus recomandări pentru dezvoltarea acestui domeniu la nivel național, respectiv în perspectivă e utilă revizuirea și dezvoltarea cadrului legislativ național, ținând cont de propunerile prezentei lucrări.

În ceea ce privește reutilizarea siturilor industriale contaminate istoric, aspectele legate de planificarea utilizării terenurilor este un concept important. În cadrul lucrării s-au propus categorii bazate pe criterii de risc pentru utilizările terenurilor stabilite la nivel național, astfel că o dezvoltare viitoare plecând de la această propunere ar putea fi reprezentarea spațială a utilizărilor propuse prin planuri de utilizare stabilite de autorități pentru regiuni, și ulterior compararea acestora cu reprezentări spațiale la nivel regional pentru zone afectate de diverse tipuri de contaminare.

La nivel legislativ se pot elabora ghiduri tehnice care să dezvolte noțiunile de evaluare a riscului, respectiv pentru evaluarea specifică sitului (evaluarea riscului pentru sănătatea umană și evaluarea riscului ecologic), pentru evaluarea riscului regional; modele, ecuații, parametrii necesari (determinați în funcție de specificul localizării, sau al expunerii, în funcție de tipul parametrilor) potențiale incertitudini ale acestor analize, cât și informații referitoare la sistemelor de suport a deciziei pentru procesul decizional de management a siturilor contaminate.

Evaluând rezultatele anchetei sociologice bazate pe chestionar a putut fi observat faptul că se dorește dezvoltarea domeniului de către toți actorii implicați în managementul siturilor contaminate, spre o abordare bazată pe evaluarea riscului, de aceea ca și utilizare viitoare se consideră a fi utilă revizuirea necesităților acestor actori în funcție de diverse criterii.

Aplicațiile practice studiu de caz susțin dezvoltarea domeniului și astfel cea dezvoltată în prezenta lucrare ținând cont de metodologia propusă a avut rezultate eficiente, și astfel în viitor metodologia propusă poate fi dezvoltată și adaptată în funcție de nevoile și sugestiile actorilor menționați anterior.

O dezvoltare majoră în domeniu ar fi dezvoltarea unui sistem de suport a deciziei pentru managementul siturilor industriale contaminate istoric, care să susțină metodologia bazată pe evaluarea riscului și planificare teritorială, să integreze aspecte specifice sitului, cât și realitatea regională, dar care să poată include parametrii determinați pentru specificul sitului, respectiv specificul regiunii.

Nu în ultimul rând, prin prisma rezultatelor obținute în prezenta lucrare, cât și ținând cont de expertiza autorului, potențiale dezvoltări viitoare ar putea consta în dezvoltarea unor propuneri de proiecte de cercetare în domeniu.

Bibliografie

Agostini, P., Vega A., (2009), Decision Support Systems (DSSs) for contaminated land management—gaps and challenges, In: Marcomini A., Suter G.W., Critto A., editors, Decision Support Systems for Risk-Based Management of Contaminated Sites, New York: Springer; p. 275–80,

Al-Tarawneh, Hussien Ahmad, (2012), The Main Factors beyond Decision Making, Journal of Management Research, ISSN 1941-899X, Vol. 4, No. 1: E18,

Alker, S., Joy, V., Roberts, P. and Smith, N., (2000), The definition of brownfield. Journal of Environmental Planning and Management, volume 43, no. 1, p. 49-69,

Bardos, P.R., (2004), Sharing experiences in the management of megasites: towards a sustainable approach in land management of industrially contaminated areas. Report of the NICOLE workshop, October 2003, Lille, France, pp.55.,

Barry, D.L., (2009), International contamination assessment and remediation experience – Millenium Dome site, London, ppt. în cadrul seminarului "Investigarea și Evaluarea poluării solului și subsolului în cadrul amplasamentelor industriale", Universitatea Transilvania Brașov,

Băceanu, I., (2011), Inventarul național al siturilor posibil contaminate, Sarma Project Workshop, București, http://www.sarmaproject.eu/uploads/media/2011_Bucharest_Baceanu.pdf, [vizualizat Decembrie, 2011]

Carlou, C., (Ed.), (2007), Derivation methods of soil screening values in Europe. A review and evaluation of national procedures towards harmonization. European Commission, Joint Research Centre, Ispra, EUR 22805-EN, 306 pp.,

Critto, A. and Suter, G. W. II, (2009), Environmental Risk Assessment, In: Marcomini, A., Suter, G.W. II, Critto, A. (Eds), Decision Support Systems for Risk Based Management of Contaminated Sites. New York, Springer Verlag.,

Dumitru, M., Ciobanu C., Dumitru, S., Manea, A., Vrînceanu, N., Calciu, I., Tănase, V., Preda, M., Rîșnoveanu I., Mocanu, V., Eftene M., (2011), Monitoringul stării de calitate a solurilor din România, Ed. Sitech, Craiova, 82 p.,

Ferguson, C.C., and Kasamas, H. (eds.), (1999), Risk Assessment for Contaminated Sites in Europe. Volume 2: Policy Frameworks. LQM Press, Nottingham,

Gheorghe, A., Mock, R., and Kröger, W., (2000), Risk Assessment of Regional Systems, in Reliability Engineering & System Safety 70. Barking: Elsevier Applied Science,

Giove, S., Brancia, A., Satterstrom, F.K., Linkov, I., (2009), Decision Support Systems and Environment: Role of MCDA. In Marcomini A., Suter G.W. II, Critto A. (Eds). Decision Support Systems for Risk Based Management of Contaminated Sites. Springer Verlag, New York,

Hattis, D., and R. Goble, (2003), The Red Book, risk assessment, and policy analysis: The road not taken, Human and Ecological Risk Assessment, vol. 9, no. 5, p. 1297-1306,

Henderson, J. E., și O'Neil, L. J., (2004), Conceptual models to support environmental planning and operations. SMART Technical Notes Collection (ERDC/TN SMART-04-9). Vicksburg, MS: U.S. Army Engineer Research and Development Center,

Iancu, O. G., Buzgar, N., (ed.), (2008), Atlasul geochemic al metalelor grele din solurile municipiului Iași și împrejurimi, Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza”, ISBN 978-973-703-329-1, 34 pag.,

Janssen, P.J.C.M., Van Apeldoorn, M.E., Van Engelen, J.G.M., Schielen, P.C.J.I. și Wouters, M.F.A., (1998), Maximum permissible risk levels for human intake of soil contaminants: fourth series of compounds, http://www.rivm.nl/en/Library/Scientific/Reports/1998/januari/Maximum_Permissible_Risk_Levels_for_Human_Intake_of_Soil_Contaminants_Fourth_Series_of_Compounds?sp=cm12bXE9ZmFsc2U7c2VhcmNoYmFzZT01OTA1MDtyaXZtcT1mYWxzZTs=&pagenr=5906

Khan, F. I., Husain, T. and Hejazi, R., (2004), An overview and analysis of site remediation technologies. *Journal of Environmental Management*, no. 71, p. 95–122,

Latawiec, A. E., Simmons, P., Reid J. B., (2010), Decision-makers' perspectives on the use of bioaccessibility for risk-based regulation of contaminated land, *Environment International*, no. 36, p. 383–389,

Leeuwen van, C. J., Vermeire, T. J., (eds.), (2007), Risk assessment of chemicals. An introduction, second edition, ISBN 978-1-4020-6102-8, 705 p.,

Mackenzie, A., Pidd, M., Rooksby J., Sommerville I., Warren I., Westcombe M., (2006), Wisdom, decision support and paradigms of decision making, *European Journal of Operational Research*, vol. 170, p. 156-171.

Marcomini, A., Suter, G.W., Critto, A., (eds.), (2009), Decision support systems for risk-based management of contaminated sites. New York: Springer; 436 pp

Nathanail, C.P., Earl, N., (2001), Human Health Risk Assessment: Guideline Values and Magic Numbers Issues in Environmental Science and Technology No. 16, Assessment and Reclamation of Contaminated Land. The Royal Society of Chemistry, p. 85-101,

NRC, (National Research Centre), (2009), Science and Decision: Advancing Risk Assessment, Committee on Improving Risk Analysis Approaches Used by the U.S. EPA, Board on Environmental Studies and Toxicology, Division on Earth and Life Studies, National Research Council of the National Academies, The National Academies Press, Washington, D.C., ISBN-13: 978-0-309-12047-0, 424 pp.,

Olah, (Vasile) A., Modoi, O.C., **Steazar, I.C.**, (2012), Lubricant and oil pollution investigation and assessment on an industrial site located in the central part of Romania, Proceedings Agri-food sciences, processes and technologies, ISSN 1843 – 0694, published in Romania by Lucian Blaga University, Sibiu, 10-12 May, 2012, pag. 151-160,

Ozunu, A., Costin, D., Ajtai, N., Costan, C., **Steazar, C.**, Stefanie, H., Historical pollution risk assessment for industrial sites, (2010), PRO INVENT Catalogue, Cluj-Napoca;

Ozunu, A., Coșara, G.V., Baciuc, C., **Steazar, I.C.**, Crișan, A.D., Costan, C., Modoi, C., (2009), Case studies regarding the remediation of polluted soils from inactive industrial sites, *Environmental Engineering and Management Journal*, Vol. 8, No. 4(2009), p. 923-930, <http://omicron.ch.tuiasi.ro/EEMJ/>, Iași

Pizzol, L., Critto, A., Marcomini, A., (2009), DESYRE, Support sYstem for Rehabilitation of contaminated sites in Marcomini A., Suter G.W. II, Critto A. (Eds). Decision Support Systems for Risk Based Management of Contaminated Sites. Springer Verlag, New York,

Pollino, C. A., Thomas, C. R., and Hart, B. T., (2012), Human and Ecological Risk Assessment, ISSN: 1549-7860 online, DOI: 10.1080/10807039.2012.631464, 18: 13–15,

Stewart, R. N., Purucker, S.T., (2011), An Environmental Decision Support System for Spatial Assessment and Selective Remediation. EnvironmentalModelling and Software, vol. 6, no. 6, p. 751-760,

Stezar, I.C., Modoi, O.C., Coșara, G.V., Torok, Z., Ajtai, N., Crisan, A.D., Senzaconi, F., Ozunu, A., (2011), Preliminary investigation and risk assessment of contamination on an industrial site in Maramures County, Environmental Engineering and Management Journal, Vol.10, No. 1, 65-73, <http://omicron.ch.tuiasi.ro/EEMJ/>, Iași, ISSN 1582-9596,

Stezar, I.C., Ozunu, A., Coșara, G.V., (2010), Contamination remediation of an industrial site in Maramures County, Modern technologies and biotechnologies for environmental protection=ISSN 2068-5610, Sibiu,

Stezar I.C., Ozunu A., (2012c), Percepția beneficiarilor direct implicați asupra managementului siturilor industriale contaminate istoric la nivelul României – rezultate preliminare, trimis spre publicare în Acta Technica Napocensis, Series Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship, ISSN 2284-743X,

Stezar I.C., Ozunu A., Pizzol L., Critto A., Marcomini A., (2012a), Comparison of risk-based DSSs for brownfield rehabilitation: DESYRE and SADA applied to a Romanian case study, trimis spre publicare în Journal of Environmental Management,

Stezar I.C., Ozunu A., (2012b), Contaminated land in Romania: site specific decision-making methodology based on risk assessment, in the context of land-use planning, trimis spre publicare în Charpatian Journal of Earth and Environmental Sciences,

Stezar I.C., Ozunu A., Barry D.L., (2012e), The role of stakeholder attitudes in managing contaminated sites: Survey of Romanian stakeholder awareness, trimis spre publicare,

Stezar I.C., Ozunu A., (2012d), Risk-based analysis of an industrial Romanian site historically contaminated with heavy metals and total petroleum hydrocarbons, trimis spre publicare în Environmental Engineering and Management Journal, IF 1.435.

Șileam, T., (2011), Propunere proiect Hotărâre de Guvern: ” Inventarierea, investigarea și remedierea siturilor contaminate”, ppt, în cadrul ediția a patra a seminarului internațional dedicat siturilor contaminate, numit “Noutăți în managementul siturilor contaminate din România. Soluții și rezolvări pentru o abordare europeană”, desfășurat la Sinaia, în perioada 21-23 Septembrie 2011,

Torok, Z., Ajtai, N., Ozunu, A., (2011), Aplicații de calcul pentru evaluarea riscului producerii accidentelor industriale majore ce implică substanțe periculoase, Ed. Fundației pentru Studii Europene, 117 p.,

Tuinstra, J., (2012), Contaminated soils in the Netherlands: a change in perspective, ppt presentation, Summer School on contaminated soils: from characterization to remediation, Paris, 18th -22nd June 2012,

Uran, O. and Janssen, R., (2003), Why are spatial decision support systems not used? Some experiences from the Netherlands. Computers, Environment and Urban systems, no. 27, p. 511-526.

Vega, A., Argus, R., Stockton, T., Black, P., Black, K., and Stiber, N., (2009), SMARTe: An MCDA Approach to Revitalize Communities and Restore the Environment. In: Marcomini A, Suter GW II, Critto A (Eds). Decision Support Systems for Risk Based Management of Contaminated Sites. New York, Springer Verlag.

LISTA DE PUBLICAȚII

1. Articole/studii publicate în reviste de specialitate recunoscute național

1) **Stezar I.C.**, Ozunu A., Coșara G.V., 2010, *Contamination remediation of an industrial site in Maramures County*, Modern technologies and biotechnologies for environmental protection=ISSN 2068-5610, Sibiu,

2) Modoi C., Ozunu A., **Stezar I.C.**, *Risks associated to soil pollution in the proximity of tailings facilities in the Western area of Baia Mare*, 2010, Proenvironment/Promediu, vol. 3, No 6(2010), p. 352-358, ISSN 2066-1363,

3) **Stezar I.C.**, Ozunu A., *Percepția beneficiarilor direct implicați asupra managementului siturilor industriale contaminate istoric la nivelul României – rezultate preliminare*, trimis spre publicare în Acta Technica Napocensis, Series Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship, ISSN 2284-743X,

2. Articole/studii publicate în volumele unor manifestări științifice naționale recunoscute

1) Ozunu A., Costin D., Ajtai N., Costan C., **Stezar C.**, Stefanie H., *Historical pollution risk assessment for industrial sites*, 2010, PRO INVENT Catalogue, Cluj-Napoca,

3. Articole/studii publicate în reviste de specialitate de circulație internațională recunoscute, din țară și din străinătate

1) Ozunu Al., Coșara, V., **Stezar C.**, Costan C., Modoi C., Crișan D., Baciu C., (2009), *Case Studies Regarding Contamination Remediation of Polluted Soils from Industrial Establishments with Closed Activities*, Environmental Engineering and Management Journal, „Gh. Asachi” Technical University of Iași, ISSN 1582 – 9596, July/August 2009, vol. 8, no. 4, 923-930,

2) Modoi O.C., **Stezar C.**, Manciu D., Gagiuc A., Mărginean S., Vlad Ș.N., 2011, *Integrated tailing dams management in Baia Mare area*, Romania, Environmental Engineering and Management Journal, Vol.10, No. 1, 43-51, <http://omicron.ch.tuiasi.ro/EEMJ/>, Iași, ISSN 1582-9596,

3) Miclean M., Cadar O., Roman C., Tănăsescu C., Ștefănescu L., Groza I. Ș., **Stezar C. I.**, *The influence of environmental contamination on heavy metals and organochlorine compounds levels in milk*, 2011, Environmental Engineering and Management Journal, Vol.10, No. 1, 37-42, <http://omicron.ch.tuiasi.ro/EEMJ/>, Iași, ISSN 1582-9596,

4) **Stezar I.C.**, Modoi O.C., Coșara G.V., Torok Z., Ajtai N., Crisan A.D., Senzaconi F., Ozunu A., 2011, *Preliminary investigation and risk assessment of contamination on an industrial site in Maramures County*, Environmental Engineering and Management Journal, Vol.10, No. 1, 65-73, <http://omicron.ch.tuiasi.ro/EEMJ/>, Iași, ISSN 1582-9596,

5) **Stezar I.C.**, Ozunu A., Pizzol L., Critto A., Marcomini A., *Comparison of risk-based DSSs for brownfield rehabilitation: DESYRE and SADA applied to a Romanian case study*, trimis spre publicare în Journal of Environmental Management,

6) **Stezar I.C.**, Ozunu A., *Contaminated land in Romania: site specific decision-making methodology based on risk assessment, in the context of land-use planning*, trimis spre publicare în Charpatian Journal of Earth and Environmental Sciences,

7) **Stezar I.C.**, Ozunu A., Barry D.L., *The role of stakeholder attitudes in managing contaminated sites: Survey of Romanian stakeholder awareness*, trimis spre publicare în Journal of Environmental Management,

8) **Stezar I.C.**, Ozunu A., *Risk-based analysis of an industrial Romanian site historically contaminated with heavy metals and total petroleum hydrocarbons*, trimis spre publicare în Environmental Engineering and Management Journal.

4. Articole/studii publicate în volumele unor manifestări științifice internaționale recunoscute, din țară și din străinătate

1) Olah (Vasile) A., Modoi O.C., **Stezar I.C.**, 2012, *Lubricant and oil pollution investigation and assessment on an industrial site located in the central part of Romania*, Proceedings Agri-food sciences, processes and technologies, ISSN 1843 – 0694, published in Romania by Lucian Blaga University, Sibiu, 10-12 May, 2012, p. 151-160,

5. Brevete de invenție

6. Alte publicații

1) Ozunu A., Gagiu A., **Stezar C.**, Botezan C., *Managementul integrat al riscului dezastrelor*, Revista Protecția Civilă, Nr. 4-5, 2010, ISSN 1223- 575X