

# REZUMAT

Mediul înconjurător – definit ca sistemul fizic și biologic exterior în cadrul căruia trăiesc omul și alte organisme – este un ansamblu complex de elemente interdependente. Mediul înconjurător este constituit din totalitatea factorilor naturali și a celor creați prin activități umane care, în strânsă interacțiune, influențează echilibrul ecologic, determinând condițiile de viață pentru om și de dezvoltare a societății. Principalii și factori naturali sunt: aerul, apa, solul și subsolul, pământul și orice altă vegetație terestră și acvatică, rezervațiile și monumentele naturii.

Pentru societatea contemporană, protecția mediului ambiant reprezintă o problemă de importanță majoră, deoarece dezvoltarea economică are loc în cadrul creat de mediul ambiant în care există și ne derulează activitatea. În mod concret, activitatea umană, desfășurându-se în mediul înconjurător, va interacționa cu acesta, impunându-se modificări care, dincolo de un anumit prag, nu mai pot fi compensate de procesele naturale spontane (fizice, chimice și biologice) ce au loc în mediu, determinând astfel transformări ireversibile ale acestuia. Protecția mediului ambiant se referă la un ansamblu de măsuri care să asigure evitarea dezechilibrelor prin conservarea naturii, stoparea poluării mediului, gospodărirea rațională a resurselor, precum și reconstrucția ecologică a mediului distrus parțial sau integral.

Analiza și înțelegerea tendințelor actuale în ceea ce privește starea mediului în raport cu dezvoltarea sistemelor socio-economice a condus la concluzia că civilizația modernă urmează un curs ce nu are durabilitate din punct de vedere economic și ecologic. Se consideră că specia umană nu-și mai poate continua dezvoltarea pe bazele actuale fără a fi expusă unor severe perturbări sociale, economice și ecologice.

Prezentarea tezei de doctorat, care urmărește relevarea riscurilor ecologice asociate funcționării unor capacități industriale specializate din domeniul prelucrării și eiului, a fost structurată pe trei părți importante, corespunzătoare etapelor de cercetare științifică parcurse în derularea pregătirii doctorale:

- filozofia problematică a riscului ecologic în procesarea sistemelor tehnologice industriale;
- fundamentele analizelor de risc ecologic în procesarea sistemelor tehnologice industriale;
- studii de risc ecologic în procesarea sistemelor tehnologice industriale.

Corespunzător acestor părți, lucrarea a cuprins un număr de unsprezece capitole, astfel:

În capitolul unu au fost abordate conceptele fundamentale privitoare la protecția mediului, fiind prezentate noțiuni despre sursele de poluare, specifice atât activității umane curente, dar și particularizări pentru diferitele ramuri industriale. De asemenea, au fost analizate efectele poluării asupra celor trei factori de mediu importanți: aer, apă și sol.

Capitolul doi a avut ca temă prezentarea elementelor specifice riscului și securității tehnice, fiind detaliate strategii de minimizare a riscului, respectiv de reducere a poluării, pentru cei mai importanți factori de mediu.

Capitolul trei a fost alocat evaluării stadiului studiilor și cercetărilor de risc ecologic, la nivel național și internațional, fiind abordate teme privitoare la indicatorii și reglementările existente în momentul actual.

Capitolul patru se referă la studiul fundamentelor de analiză a riscului în activitatea de procesare industrială, fiind identificate, din punct de vedere teoretic, unele modele aplicabile care pot fi utile în cercetarea fenomenului de poluare industrială, cu aplicație asupra factorului de mediu apă.

Capitolul cinci este dedicat identificării unor metode aplicabile, concret, pentru realizarea de modele matematice care să poată facilita modelarea matematică.

Capitolul șase cuprinde o serie de modele parametrice sau neparametrice, dublate de metode de calcul pentru optimizarea evaluărilor și având baze pe modele experimentale și analitice.

Începând cu capitolul șapte s-a trecut la dimensiunea aplicativă a tezei de doctorat, fiind abordate aspecte legate de modelarea sistemelor acvatice, la nivel de emisari și a surselor de poluare utilizate în modelare.

La capitolul opt s-a abordat implementarea bazelor de date asociate modelării dispersiei poluanților la nivelul emisarului.

Capitolul nouă are ca obiect realizarea unei simulări a dispersiei poluanților, având la bază programul FLEXPDE, în regim 2 D, respectiv ANSYS, în format 3 D.

La capitolul zece este prezentat un studiu de caz privind evaluarea integrată a parametrilor de stare ai apelor uzate într-un sistem tehnologic, fiind evaluată influența nivelului unor parametri de stare ai apei deversate în emisar.

În capitolul unsprezece au fost prezentate concluziile cu privire la rezultatele decelate pe parcursul lucrării, fiind menționate contribuțiile, ameliorările și revendicările asociate realizării tezei.

**Cuvinte cheie:** aerul, apa, solul, protecția mediului, poluare, risc ecologic, sistem tehnologic, modelare matematică, emisar.

# CUPRINS

<b>Cuvânt de mul umire</b> .....	2
<b>Rezumat</b> .....	3
<b>Cuprins</b> .....	5
<b>Abstract</b> .....	9
<b>Contents</b> .....	11
<b>Résumé</b> .....	15
<b>Table des matières</b> .....	17
<b>Preambul</b> .....	21

## PARTEA ÎNTÂI

### **ESEU PRIVIND FILOZOFIA PROBLEMATIC A HAZARDULUI@RISULUI ECOLOGIC ÎN PROCESAREA SISTEMELOR TEHNOLOGICE INDUSTRIALE DIN RAFINAJ- PETROCHIMIE**

<b>1. Concepte fundamentale privind protec ia mediului</b> .....	29
1.1. Noiuni generale de protec ia mediului .....	29
1.2. Termeni i concepte .....	31
1.3. Principiile polu rii (principiile ecologiei generale) .....	34
1.4. Concepte fundamentale în ingineria asigur rii calit ii mediului .....	35
1.5. Poluarea apei .....	37
1.6. Concluzii .....	48
<b>2. Hazard@risc i securitate tehnic</b> .....	51
2.1. Problematika general .....	51
2.2. Managementul hazardului/riscului de mediu în industrie .....	60
2.3. Strategii pentru minimizarea hazardului/riscului de mediu, reducerea polu rii i cre terea calit ii apelor, pe termene scurt i mediu .....	62
<b>3. Stadiul actual al studiilor i cercet rilor de hazard@risc ecologic la     nivelurile European i Interna ional</b> .....	65
3.1. Evenimentul Seveso .....	65
3.2. Norme i reglement ri privind protec ia mediului în România .....	67
3.3. Reglement ri privind poluarea mediului la nivel European .....	70
3.3.1. Cadrul legal i institu ional .....	72
3.3.2. Stadiul actual al implement rii reglement rilor interna ionale .....	74

3.4. Prevederile Constituției Europene privind mediul .....	77
---	----

## PARTEA A DOUA

### FUNDAMENTELE ANALIZELOR DE HAZARD@RISC ECOLOGIC ÎN PROCESAREA SISTEMELOR TEHNOLOGICE INDUSTRIALE DIN RAFINAJ-PETROCHIMIE

<b>4. Studiul fundamentelor de analiză a hazardurilor@riscurilor, în plan ecologic, apărute ca urmare a activităților de procesare industrială în sisteme tehnologice .....</b>	<b>81</b>
4.1. Concepte de bază privitoare la modelare .....	81
4.2. Tipuri de sondaj și procedee de alcătuire a eșantioanelor .....	82
4.3. Estimarea mediei și dispersiei. Eroarea medie de reprezentativitate .....	83
4.4. Identificarea unor modele implementabile privind activitățile de procesare industrială în sisteme tehnologice .....	87
4.4.1. Modelul stohastic și modelul determinist .....	87
4.4.2. Modelul compartimental și modelul matrice .....	88
4.4.3. Modelul dinamic .....	88
4.4.4. Modelele autonome și neautonome .....	89
4.5. Strategiile modelării ecologice .....	90
<b>5. Metode aplicate pentru realizarea modelelor matematice.....</b>	<b>91</b>
5.1. Metoda seriilor paralele de date interdependente .....	91
5.2. Metoda funcțiilor de regresie .....	94
5.3. Particularități ale modelării matematice a hazardului/riscului de poluare generat de funcționarea unei instalații din industria de rafinaj-petrochimie .....	97
5.3.1. Ecuații referitoare la poluant .....	103
5.3.2. Influența poluantului asupra curgerii .....	103
5.3.3. Ecuațiile pentru curgerea bifazică .....	104
5.3.4. Ecuațiile pentru curgerea bifazică și turbulent .....	106
5.4. Lungimea de amestec – modelul cu o ecuație .....	108
5.5. Modelul $kV$ – modelul cu două ecuații .....	109
<b>6. Modelarea matematică .....</b>	<b>115</b>
6.1. Modele parametrice și modele neparametrice .....	115
6.1.1. Modele parametrice .....	115
6.1.2. Modele neparametrice .....	115
6.2. Metode de optimizare parametrică .....	119
6.3. Modelarea matematică analitică .....	122

## PARTEA A TREIA

### STUDII DE HAZARD@RISC ECOLOGIC ÎN PROCESAREA

## **SISTEMELOR TEHNOLOGICE INDUSTRIALE DIN RAFINAJ-PETROCHIMIE**

<b>7. Implementarea model rii în analiza hazardului@riscului general</b>	
<b>asupra ecosistemelor acvatice</b> .....	127
7.1. Abordarea model rii .....	127
7.2. Modelarea hazardului/riscului în ecologia ecosistemelor acvatice .....	129
7.3. Elementele model rii .....	131
7.4. Compararea modelelor în func ie de hazardul/riscul indus la nivel de emisar .....	134
7.5. Sursele de poluare implicate în modelarea impactului activit ii din rafinaj-petrochimie .....	139
<b>8. Modele matematice adaptate la specificitatea activit ilor tehnologice din industria de rafinaj-petrochimie</b> .....	141
8.1. Implementarea bazelor de date rela ionale .....	141
8.2. Proiectarea bazei de date la modelarea hazardului/riscului ecologic .....	143
8.3. Particularit ile de modelare entitate-rela ie ( modelare E-R) .....	144
8.4. Modelul conceptual al bazei de date specifice unui sistem informatic de evaluare a hazardului/riscului ecologic asociat dispersiei poluan ilor (BD_DISPOL) .....	147
8.5. Concluzii .....	155
<b>9. Simularea numeric a dispersiei poluan ilor urmare a proceselor tehnologice din industria de rafinaj-petrochimie</b> .....	157
9.1. Modelarea i simularea fenomenului de dispersie a poluan ilor cu ajutorul programului FlexPDE .....	160
9.2. Modelarea în 2D a dispersiei poluan ilor deversa i dintr-un efluent lateral al emisarului .....	161
9.3. Modelarea în 2D a dispersiei poluan ilor deversa i dintr-o surs aflat pe cursul emisarului .....	163
9.3.1. Modelarea i simularea în 2D a dispersiei poluan ilor deversa i dintr-un efluent lateral cursului emisarului în condi iile unei curgeri în canal drept .....	168
9.3.2. Modelarea i simularea în 2D a dispersiei poluan ilor deversa i dintr-un efluent în condi iile schimb rii direc iei de curgere .....	172
9.3.3. Modelarea i simularea în 2D a dispersiei poluan ilor deversa i dintr-un efluent cu traseu comun, în condi iile unei curgeri în canal drept .....	176
9.4. Ecua ia dispersiei poluan ilor în emisar .....	181
9.5. Modelarea în 3D a dispersiei poluan ilor deversa i dintr-un efluent lateral utilizând programul ANSYS .....	190

## **PARTEA A PATRA**

## STUDII DE CAZ

<b>10. Evaluarea integrat a hazardului@riscului ecologic generat de apele uzate din industria de rafinaj-petrochimie .....</b>	<b>197</b>
10.1. Parametri de baz ai emisarului .....	198
10.2. Hazardul/riscul ecologic generat de evolu ia <i>pH</i> -ului apelor uzate industriale .....	200
10.3. Hazardul/riscul ecologic generat de evolu ia suspensiilor totale din apele uzate industriale .....	202
10.4. Hazardul/riscul ecologic generat de evolu ia cantit ii de sub-stan e extractibile cu eter de petrol din apele uzate industriale ...	204
10.5. Hazardul/riscul ecologic generat de evolu ia cantit ii de acizi naftenici din apele uzate industriale .....	207
10.6. Hazardul/riscul ecologic generat de evolu ia cantit ii de fenoli din apele uzate industriale .....	208
10.7. Hazardul/riscul ecologic generat de evolu ia cantit ii de sulfuri din apele uzate industriale .....	210
10.8. Hazardul/riscul ecologic generat de oxidabilitatea apei – evolu ia consumului chimic de oxigen în apele uzate industriale .....	212
10.9. Corela ia dintre factorii de hazard/risc ecologic .....	213
10.10. Concluzii .....	219

## PARTEA A CINCEA

### CONCLUZII. CONTRIBU II. INOV RI. REVENDIC RI

<b>11. Concluzii. Contribu ii. Inov ri. Revendic ri .....</b>	<b>223</b>
11.1. Concluzii .....	223
11.2. Contribu ii .....	226
11.3. Inov ri .....	227
11.4. Revendic ri .....	227
<b>Bibliografie .....</b>	<b>229</b>
<b>Anexe .....</b>	<b>237</b>

## ABSTRACT

Environment – defined as external physical and biological systems in which man and other living organisms – is a complex set of interdependent elements. The environment consists of all natural factors and those created by human activities, in close interaction, influence the ecological balance, causing living conditions for man and society development. Its main natural factors are: air, water, soil and subsoil, forests and other terrestrial and aquatic vegetation, reserves and natural monuments.

Contemporary society, environmental protection is a major problem because economic development takes place alongside the environment in which we exist and we continue to do business. In particular, human activities taking place in the environment will interact with it, imposing changes beyond a certain threshold can not be compensated by spontaneous natural processes (physical, chemical and biological) that occur the environment, resulting in its irreversible transformation. Environmental Protection refers to a set of measures to ensure avoidance of imbalances in nature conservation, stopping pollution, management of resources and environmental reconstruction of destroyed partially or entirely.

Analysis and understanding of current trends in the state of the environment in relation to the development of socio-economic systems led to the conclusion that modern civilization is a course not sustainable economically and environmentally. It is considered that the human species can no longer continue development of the current bases without being exposed to severe social disruption, economic and environmental.

This doctoral thesis, which aimed to reveal the ecological risks associated with the operation of crude oil processing capacity specialized industrial area was divided into three important parts, corresponding to steps taken in carrying out scientific research doctoral training:

- That's the issue of environmental risk in the processing of industrial technological systems;
- Foundations of ecological risk-analysis in technological systems, industrial processing;
- Studies of ecological risk-processing systems in industrial technology.

Corresponding to these parts, the work comprised of eleven chapters, as follows:

Were discussed in chapter one fundamental concepts concerning environmental protection and presented notions about pollution sources, specific to

the current human activity, and customizations for different industries. They also analyzed the effects of pollution on the three major environmental factors: air, water and soil.

Chapter two focused on specific elements of risk and safety presentation technical, detailed strategies to minimize the risk that pollution abatement, for the most important environmental factors.

Chapter three was assigned to assess the state of ecological risk studies and research, nationally and internationally, addressing issues related to indicators and currently existing regulations.

Chapter four covers the fundamentals of risk analysis study in industrial processing activity and is identified in terms of theoretical models of which may be useful in researching the phenomenon of industrial pollution, with water application on the environment.

Chapter five is devoted to identifying methods applied, specifically, for developing mathematical models that can facilitate mathematical modeling.

Chapter six contains a number of parameters or nonparametric models, coupled with computational methods for evaluation and optimization models with experimental and analytical basis.

Since last chapter seven to the practical size of the thesis, addressing issues related to aquatic systems modeling, level emissary and sources of pollution used in modeling.

In chapter eight approached implementation associated database modeling dispersion of pollutants in the Envoy.

Chapter nine is to achieve a simulation of the dispersion of pollutants, based on FLEXPDE program, under 2 D, respectively ANSYS, 3 D format.

Chapter ten presents a case study on integrated assessment of water status parameters used in a technological system being evaluated influence the level of state parameters of water discharged into the emissary.

In chapter eleven were the conclusions relative to the results detected throughout the paper, outlining the contributions, improvements and claims associated with the thesis.

**Keywords:** *air, water, soil, environment, pollution, ecological risk, technological system, mathematical modeling, emissary.*



# CONTENTS

<b>Abstract</b> .....	9
<b>Contents</b> .....	11
<b>Résumé</b> .....	15
<b>Table des matières</b> .....	17
<b>Preamble</b> .....	21

## PART ONE

### PHILOSOPHY ESSAY ON ISSUES IN ENVIRONMENTAL HAZARD@RISK PROCESSING SYSTEMS INDUSTRIAL TECHNOLOGY RAFINAJ AND PETROCHEMICALS

<b>1. Fundamental concepts of environmental protection</b> .....	29
1.1. General concepts of environmental protection .....	29
1.2. Terms and concepts .....	31
1.3. Principles of pollution (general ecology principles) .....	34
1.4. Basic concepts in quality assurance engineering environment .....	35
1.5. Water Pollution .....	37
1.6. Conclusions .....	48
<b>2. Hazard@risk and technical security</b> .....	51
2.1. General problem .....	51
2.2. Environmental hazard/risk management in industry .....	60
2.3. Strategies to minimize environmental hazard/risk, reduce pollution and increase water quality, the short and medium .....	62
<b>3. Current status of ecological hazard@risk studies and research at European and International</b> .....	65
3.1. Seveso event .....	65
3.2. Rules and regulations on environmental protection in Romania .....	67
3.3. Regulations on environmental pollution at European level .....	70
3.3.1. Legal and institutional framework .....	72
3.3.2. Current status of implementation of international regulations ..	74
3.4. Constitution of Europe on the environment .....	77

## PART TWO

### BACKGROUND ANALYSIS OF ECOLOGICAL HAZARD@RISK IN PROCESSING SYSTEMS INDUSTRIAL TECHNOLOGY

## RAFINAJ AND PETROCHEMICALS

<b>4. Study the fundamentals of hazard@risk analysis in the environment arising from the industrial processing activities in technological systems</b> .....	81
4.1. Basic concepts related to modeling .....	81
4.2. Surveys and methods of composition of samples .....	82
4.3. Estimating mean and variance. Average error of representation .....	83
4.4. Identification of models to implement in industrial processing activities in technological systems .....	87
4.4.1. The stochastic and deterministic model .....	87
4.4.2. Compartmental model and the model matrix .....	88
4.4.3. The dynamic model .....	88
4.4.4. Autonomous and non-autonomous models .....	89
4.5. Ecological modeling strategies .....	90
<b>5. Methods used to achieve mathematical models</b> .....	91
5.1. Parallel series of interrelated data method .....	91
5.2. Method of regression functions .....	94
5.3. Features of mathematical modeling of hazard/risk of pollution generated by the operation of an industry-petrochemicals rafinaj .....	97
5.3.1. Equations for pollutant .....	103
5.3.2. Pollutant influence on flow .....	103
5.3.3. Equations for two-phase flow .....	104
5.3.4. Equations for two-phase flow and turbulent .....	106
5.4. Mixing length - with an equation .....	108
5.5. Model $kV$ – with two equations .....	109
<b>6. Mathematical modeling</b> .....	115
6.1. Parametric and nonparametric models .....	115
6.1.1. Parametric models .....	115
6.1.2. Nonparametric models .....	115
6.2. Parametric optimization methods .....	119
6.3. Analytical mathematical modeling .....	122

### PART THREE

## STUDIES IN ECOLOGICAL HAZARD@RISK PROCESSING SYSTEMS INDUSTRIAL TECHNOLOGY RAFINAJ AND PETROCHEMICALS

<b>7. Implementing modeling in general hazard@risk analysis on aquatic ecosystems</b> .....	127
---	-----

7.1. Abordarea modeling .....	127
7.2. Hazard/risk modeling in ecology ecosystems .....	129
7.3. Modeling elements .....	131
7.4. Compare models induced by hazard/risk level envoy .....	134
7.5. Pollution sources involved in modeling the impact of activity rafinaj and petrochemicals .....	1391
<b>8. Mathematical models tailored to specific technological activities rafinaj-petrochemical industry .....</b>	<b>141</b>
8.1. Implementation of relational databases .....	141
8.2. Database design to modeling environmental hazard/risk .....	143
8.3. Peculiarities of entity-relationship modeling (modeling E-R) .....	144
8.4. A conceptual model of a specific database system for environmental hazard/risk assessment associated pollutant dispersion (BD_DISPOL) .....	147
8.5. Conclusions .....	155
<b>9. Numerical simulation of pollutant dispersion processes due to technology industry and petrochemicals rafinaj .....</b>	<b>157</b>
9.1. Modeling and simulation of pollutant dispersion phenomenon using FlexPDE program .....	160
9.2. 2D modeling of the dispersion of pollutants discharged effluent from a lateral of Envoy .....	161
9.3. 2D modeling of the dispersion of pollutants discharged from a source located on the Envoy .....	163
9.3.1. 2D modeling and simulation of dispersion of pollutants discharged from an effluent side Envoy under a flow rate in the channel as .....	168
9.3.2. 2D modeling and simulation of dispersion of pollutants discharged in effluent from a change in direction of flow conditions .....	172
9.3.3. 2D modeling and simulation of dispersion of pollutants in the discharge of an effluent with common route, in flow conditions, in the canal .....	176
9.4. Dispersion equation of pollutants in the environment .....	181
9.5. 3D modeling of the dispersion of pollutants discharged from an effluent side using ANSYS program .....	190

## PART FOUR

### CASE STUDIES

<b>10. Integrated environmental danger@risk assessment of wastewater generated rafinaj-petrochemical industry .....</b>	<b>197</b>
10.1. Basic parameters of Envoy .....	198

10.2. Ecological danger/risk caused by industrial <i>pH</i> wastewater development .....	200
10.3. Environmental danger/risk generated by the development of industrial wastewater total suspension .....	202
10.4. Ecological danger/risk quantity generated by the development of substance extractable with light petroleum from industrial waste-water .	204
10.5. Environmental danger/risk generated by the development of naphthenic acids amount of industrial wastewater .....	207
10.6. Ecological danger/risk caused by the amount of phenols evolution of industrial wastewater .....	208
10.7. Ecological danger/risk caused by the amount of sulfur evolution of industrial wastewater .....	210
10.8. Ecological danger/risk caused by water oxidability – chemical oxygen evolution from industrial wastewater .....	212
10.9. La corrélation entre danger de facteurs exogène danger/risk .....	213
10.10. Conclusions .....	219

## PART FIVE

### CONCLUSIONS. CONTRIBUTIONS. IMPROVEMENTS. CLAIMS

<b>11. Conclusions. Contributions. Improvements. Claims .....</b>	<b>223</b>
11.1. Conclusions .....	223
11.2. Contributions .....	226
11.3. Improvements .....	227
11.4. Claims .....	227
<b>References .....</b>	<b>229</b>
<b>Attachments .....</b>	<b>237</b>