



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ФАКУЛТЕТ ЗАШТИТЕ НА РАДУ У НИШУ



Данијела Ј. Стојадиновић

**РАЗВОЈ МЕТОДОЛОГИЈЕ
КООРДИНАЦИЈЕ ПРОЦЕНЕ И
УПРАВЉАЊА ЕКОЛОШКИМ РИЗИКОМ
У ИНДУСТРИЈИ БОЈА И ЛАКОВА**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Текст ове докторске дисертације ставља се на увид јавности,
У складу са чланом 30., став 8. Закона о високом образовању
("Сл. Гласник РС", бр. 76/2005, 100/2007 – аутентично тумачење, 97/2008, 44/2010,
93/2012, 89/2013 и 99/2014)

НАПОМЕНА О АУТОРСКИМ ПРАВИМА:

Овај текст сматра се рукописом и само се саопштава јавности (члан 7. Закона о ауторским и сродним правима, "Сл. гласник РС", бр. 104/2009, 99/2011 и 119/2012).

Ниједан део ове докторске дисертације не сме се користити ни у какве сврхе, осим за упознавањем са њеним садржајем пре одбране дисертације.

Ниш, 2023.



UNIVERSITY IN NIS
FACULTY OF OCCUPATIONAL SAFETY IN NIS



Danijela J. Stojadinović

**DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY
FOR COORDINATING ECOLOGICAL RISK
ASSESSMENT AND MANAGEMENT IN THE
PAINT AND VARNISH INDUSTRY**

DOCTORAL DISSERTATION

Ниш, 2023.

МЕНТОР: Редовни професор, др Амелија Ђорђевић, Универзитет у Нишу,
Факултет заштите на раду у Нишу

**ЧЛАНОВИ
КОМИСИЈЕ:** Редовни професор, др Јасмина Радосављевић Универзитет у
Нишу, Факултет заштите на раду у Нишу

Редовни професор, др Љиљана Такић Универзитет у Нишу,
Техолошки факултет у Лесковцу

Редовни професор, др Иван Крстић Универзитет у Нишу,
Факултет заштите на раду у Нишу

Редовни професор др Татјана Голубовић, Универзитет у Нишу,
Факултет заштите на раду у Нишу

Датум одбране: _____

Подаци о докторској дисертацији

Ментор:

др Амелија Ђорђевић, редовни професор, Универзитета у Нишу,
Факултет заштите на раду у Нишу

Наслов:

Развој методологије координације процене и управљања
еколошким ризиком у индустрији боја и лакова

Резиме:

Индустрија боја и лакова, као део хемијске индустрије, у технолошком процесу производње користи велики број сировина које по хемијском саставу припадају групи опасних хемикалија. У циљу развоја методологије процене и управљања еколошким ризиком индустрије боје и лакова неопходно је познавање квалитативно-квантитативног хемијског састава сировина, готових производа и отпадних материја из технолошког процеса. С обзиром да се еколошки ризик детерминише у односу на вероватноћу нарушавања здравља човека и стања животне средине услед неконтролисане емисије загађујућих супстанци и хемијских удеса, неопходно је познавање функционисања процеса и операција у технолошком процесу производње боја и лакова.

Елементи процене еколошког ризика подразумевају идентификацију извора загађивања, оцену повредивости, укупну карактеристику ризика коришћењем параметара (квалитативних и квантитативних) за загађивање ваздуха, воде и земљишта. Резултат тога је реаговање на идентификован извор опасности, односно управљање еколошким ризиком одређеним регулативним, алтернативним и другим инструментима, којим се утврђује технолошка изводљивост одговора на еколошки ризик.

Предмет истраживања докторске дисертације је развој основе методологије координације процене и управљања еколошким ризиком која је базирана на узрочно-последичној вези деловања загађујућих супстанци, процене последица по животну средину и предузетих мера заштите животне средине.

Допринос развоју предметне методологије је вршен по наведеном моделу узрочно-последичне везе, што је и био главни циљ, а уједно је и очекивани резултат истраживања.

Истраживање полази од основне хипотезе да примена методологије, која координира процену и управљање еколошким ризиком, не повећава, смањује или потпуно елиминише ризике по животну средину.

При обради теме примењене су опште научне методе, посебне методе сазнања и специјалне методе, односно њихово обједињавање у циљу унапређења истраживања које повезује конкретну процену елемента еколошког ризика са мерама заштите животне средине.

У раду је дата опсежна постојећа теоријска покривеност свих поглавља којом је дата основа квалитативно-квантитативног утицаја индустрије боје и лакова на животну средину.

Након уводног дела у другом поглављу обрађене су основне сировине и технолошки процес производње боја и лакова.

У трећем поглављу је дат опис идентификованих опасних материја у индустрији боја и лакова, уз сагледавање њихових општих хемијских и физичко-хемијских карактеристика. Анализа опасних материја је посебно рађена са аспекта њихове токсичности и негативног утицаја на животну средину.

У четвртом поглављу „Отпад у индустрији боја и лакова“, дат је преглед отпада са својством опасне материје, и то као чврсте, течни и гасовити отпад.

„Процена еколошког ризика“ је пето поглавље докторске дисертације. Ово поглавље обухвата системско схватање процеса процене еколошког и техногеног ризика. У оквиру поглавља извршена је процена ризика појединачног постројења, објекта, континуираних емисија, хемијских удеса и процена здравственог ризика условљена опасним супстанцама које се користе у технолошком поступку производње боја и лакова.

У шестом поглављу „Управљање еколошким ризиком“ дат је модел и процес управљања еколошким ризиком, као и његов степен прихватљивости и концепт апсолутне безбедности.

„Предлог методологије координације процене и управљања еколошким ризиком“ је седмо поглавље, у коме је теоријски разрађено управљање еколошким ризиком од техногених опасности. На основу физичко-хемијских особина супстанци које се примењују у индустрији боја и лакова процењени су најзначајнији ризици по компоненте еко система, биосферу, антропосферу и људску популацију. На основу тога дат је прорачун запремине контаминираних воде при одређеним условима производње као и сценарио догађаја емисије органских растварача у атмосферу при хазарду. Оцена ризика је извршена комбинацијом табеларне-матричне методе и REHRA методе. Као резултат процене еколошког ризика дат је избор и примена управљачких техника, метода превенције, заштите и санације.

Научна област:	Инжењерство заштите животне средине и заштите на раду
Ужа научна област:	Управљање квалитетом радне и животне средине
Кључне речи:	опасне материје, процена еколошког ризика, хемијски акциденти, управљање ризиком
УДК:	502/504:331.4:620.26(043.3)
ЦЕРИФ класификација:	Т 270 Технологија животне средине, контрола загађивања
Тип лиценце Креативне заједнице:	Одабрани тип лиценце: CC BY-NC-ND

Data on Doctoral Dissertation

Doctoral Supervisor:	dr Amelija Đorđević, Full Professor University of Niš, Faculty of Occupational Safety in Niš
Title:	Development of a methodology for coordinating ecological risk assessment and management in the paint and varnish industry
Abstract:	The paint and varnish industry, as part of the chemical industry, uses a large number of raw materials in the technological process of production, which according to their chemical composition belong to the group of hazardous chemicals. In order to develop a methodology for assessing and managing environmental risk in the paint and varnish industry, knowledge of the qualitative-quantitative chemical composition of raw materials, finished products and waste materials from the technological process is necessary. Given that environmental risk is determined in relation to the probability of damage to human health and the state of the environment due to uncontrolled emission of polluting substances and chemical accidents, it is necessary to know the functioning of processes and operations in the technological process of paint and varnish production. The elements of environmental risk assessment include the identification of pollution sources, vulnerability assessment, overall risk characteristics using parameters (qualitative and quantitative) for air, water and soil pollution. The result is a response to an identified source of danger, i.e. environmental risk management with certain regulatory, alternative and other instruments, which determines the technological feasibility of responding to environmental risk. The subject of the research of the doctoral dissertation is the development of the basis of the methodology for the coordination of environmental risk assessment and management, which is based on the cause-and-effect relationship between the action of polluting substances, the assessment of the consequences for the environment and the environmental protection measures taken. The contribution to the development of the research subject was made according to the cause-and-effect relationship model, which was the main goal, and at the same time, the expected result of the research. The research starts from the basic hypothesis that the application of the methodology, which coordinates the assessment and management of environmental risk, does not increase, reduce or completely eliminate environmental risks. When interpreting the topic, general scientific methods, special methods of knowledge and special methods were applied, that is, their unification in order to improve research that connects the concrete assessment of the element of environmental risk with environmental protection measures. The paper provides extensive existing theoretical coverage of all chapters, which provides the basis for the qualitative-quantitative impact of the paint and varnish industry on the environment. After the introductory part, the second chapter deals with basic raw

materials and the technological process of paint and varnish production. In the third chapter, a description of the identified dangerous substances in the paint and varnish industry is given, with an overview of their general chemical and physical and chemical characteristics. The analysis of hazardous substances was done specifically from the aspect of their toxicity and negative impact on the environment.

In the fourth chapter, "Waste in the paint and varnish industry", an overview of waste with the property of hazardous substances, as solid, liquid and gaseous waste, is given.

"Environmental risk assessment" is the fifth chapter of the doctoral dissertation. This chapter includes a systemic understanding of the environmental and technogenic risk assessment process. Within the chapter, an assessment of the risk of an individual plant, object, continuous emissions, chemical accidents and an assessment of the health risk caused by hazardous substances used in the technological process of production of paints and varnishes was performed.

In the sixth chapter, "Environmental risk management", the model and process of environmental risk management, as well as its degree of acceptability and the concept of absolute safety, are given.

"Proposal of the methodology for the coordination of assessment and management of environmental risk" is the seventh chapter, in which the management of environmental risk from technogenic hazards is theoretically elaborated. Based on the physical-chemical properties of substances used in the paint and varnish industry, the most significant risks to the components of the ecosystem, the biosphere, the anthroposphere and the human population are estimated. Based on this, the calculation of the volume of contaminated water under certain production conditions is given, as well as the scenario of the emission of organic solvents into the atmosphere in the event of a hazard. The risk assessment was performed using a combination of the tabular-matrix method and the REHRA method. As a result of the environmental risk assessment, the choice and application of management techniques, methods of prevention, protection and rehabilitation was given.

Scientific Field:	Environmental and Occupational safety engineering
Scientific Discipline:	Occupational and environmental quality management
Key Words:	hazardous substances, environmental risk assessment, chemical accidents, risk management
UDC:	502/504:331.4:620.26(043.3)
CERIF Classification:	T 270 Environmental technology, pollution control
Creative Commons License Type:	Selected License Type: CC BY-NC-ND

ЗАХВАЛНОСТ АУТОРА

Овом приликом изражавам огромну и посебну захвалност ментору др Амелији Ђорђевић на стручној, професионалној и моралној подршци коју ми је несебично и са пуно пажње и стрпљења пружала у току истраживања, стварања и писања ове докторске дисертације.

Изузетну захвалност дугујем члановима комисије који су својим саветима, сугестијама унапредили квалитет ове дисертације.

Такође се захваљујем и својим колегама, пријатељима и сарадницима који су били уз мене и пружали подршку од самог почетка израде ове дисертације.

На крају, али не и по важности, захваљујем се својој породици, на безрезервној подршци и толеранцији а посебно својој деци Наталији и Анђелији којој заправо и посвећујем докторску дисертацију.

Ниш, 2023.

Аутор

Данијела Стојадиновић

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
1.1. ПРЕДМЕТ НАУЧНОГ ИСТРАЖИВАЊА	1
1.2. ЦИЉЕВИ НАУЧНОГ ИСТРАЖИВАЊА.....	3
1.3. ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ, НАУЧНА ЗАСНОВАНOST И ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА	5
1.4. ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА	6
1.5. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА.....	6
2. ИНДУСТРИЈА БОЈА И ЛАКОВА	8
2.1. ПРОИЗВОДЊА БОЈА И ЛАКОВА	8
2.1.1. Производња боја.....	8
2.1.2. Производња лакова	11
2.2. СРЕДСТВА ЗА БОЈЕЊЕ.....	12
2.2.1. Основне компоненте	13
2.2.2. Додаци	16
2.3. БОЈЕ	17
2.3.1. Неорганске боје	18
2.3.2. Органске боје	30
2.4. ИСПАРЉИВЕ КОМПОНЕНТЕ СРЕДСТАВА ЗА БОЈЕЊЕ	33
2.4.1. Класификације органских растварача	38
2.5. КЛАСИФИКАЦИЈЕ СРЕДСТАВА ЗА БОЈЕЊЕ.....	55
2.5.1. Лакови и лак-боје	55
2.5.2. Уљане боје.....	56
2.5.3. Дисперзиона средства за бојење	57
2.5.4. Остале класификације средстава за бојење	57
3. ОПАСНЕ МАТЕРИЈЕ У ИНДУСТРИЈИ БОЈА И ЛАКОВА.....	59
3.1. ОСОБИНЕ ОПАСНИХ МАТЕРИЈА.....	60
3.1.1. Опште особине опасних материја.....	61
3.1.2. Пожарно-експлозивне особине опасних материја	63

3.1.3. Токсичне особине опасних материја	66
3.2. НАЈВАЖНИЈЕ ОПАСНЕ МАТЕРИЈЕ У ИНДУСТРИЈИ БОЈА И ЛАКОВА ...	69
4. ОТПАД У ИНДУСТРИЈИ БОЈА И ЛАКОВА	74
4.1. ЧВРСТ ОТПАД	75
4.2. ТЕЧНИ ОТПАД.....	76
4.3. ГАСОВИТИ ОТПАД	76
5. ПРОЦЕНА ЕКОЛОШКОГ РИЗИКА	78
5.1. СИСТЕМСКО СХВАТАЊЕ РИЗИКА И ЊЕГОВА ПРИХВАТЉИВОСТ	79
5.2. БАЗИЧНА ПРОЦЕНА ЕКОЛОШКОГ РИЗИКА	82
5.2.1. Формулација проблема	83
5.2.2. Анализа дејства стресора.....	87
5.2.2.1. Карактеризација експозиције	88
5.2.2.2. Карактеризација еколошког ефекта.....	91
5.2.3. Карактеризација ризика	92
5.3. МЕТОДЕ ПРОЦЕНЕ РИЗИКА	96
5.3.1. Матричне методе у процени ризика	99
5.3.2. Табеларне методе у процени ризика	104
5.3.3. Брза процена ризика.....	109
5.3.3.1. Процена ризика постројења.....	109
5.3.3.2. Одређивање количина опасних супстанци које се при акциденту испуштају у медијуме животне средине	118
5.3.4. Примена методе АЛОНА у функцији процене ризика	124
5.3.5. Друге примењиване методе у процени техногеног и еколошког ризика	125
5.3.6. Процена здравственог ризика	131
6. УПРАВЉАЊЕ ЕКОЛОШКИМ РИЗИКОМ	137
6.1. МОДЕЛ УПРАВЉАЊА ЕКОЛОШКИМ РИЗИКОМ	138
6.2. ПРОЦЕС УПРАВЉАЊА ЕКОЛОШКИМ РИЗИКОМ.....	139
6.3. ПРИХВАТЉИВ ЕКОЛОШКИ РИЗИК.....	140
6.4. КОНЦЕПТ АПСОЛУТНЕ БЕЗБЕДНОСТИ	141
7. ПРЕДЛОГ МЕТОДОЛОГИЈЕ КООРДИНАЦИЈЕ ПРОЦЕНЕ И УПРАВЉАЊА ЕКОЛОШКИМ РИЗИКОМ.....	143
7.1. ПРОЦЕНА ЕКОЛОШКОГ РИЗИКА У ИНДУСТРИЈИ БОЈА И ЛАКОВА	145
7.2. МЕТОДОЛОГИЈА АНАЛИЗЕ РИЗИКА	146

7.2.1. Испуштање опасних супстанци у водотокове и процена ризика	147
7.2.2. Ризици који настају при емисији опасних супстанци у атмосферу	152
7.3. УПРАВЉАЧКЕ МЕРЕ ЗАШТИТЕ ОД РИЗИКА	179
7.3.1. Класификација управљачких мера заштите од ризика.....	183
7.3.2. Управљање техногеним ризиком.....	185
7.3.2.1. Техничко-технолошке мере заштите	185
7.3.2.2. Мере при транспорту опасних материја.....	199
7.3.2.3. Мере при складиштењу опасних материја.....	202
7.3.2.4. Мере при паковању опасних материја	212
7.3.2.5. Обележавање опасних материја.....	215
7.3.2.6. Мере заштите од пожара и експлозија	220
7.3.2.7. Мере заштите ваздуха	226
7.3.2.8. Мере заштите вода	230
7.3.2.9. Мере заштите земљишта.....	238
7.3.2.10. Мере превенције.....	240
7.3.2.11. Мере приправности на контаминацију	242
7.3.2.12. Мере одговора на контаминацију	244
7.3.2.13. Мере отклањања последица контаминације (санација).....	247
8. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА И ПРАВЦИ ДАЉЕГ ИСТРАЖИВАЊА.....	253
ЛИТЕРАТУРА	257
БИОГРАФИЈА.....	267
БИБЛИОГРАФИЈА.....	268

СПИСАК ТАБЕЛА

Табела 3.1.	Класификација материјала по понашању у пожару	63
Табела 3.2.	Класе токсичности супстанци заснована на LC_{50}	67
Табела 3.3.	Класе испарљивости за токсичне супстанце.....	67
Табела 3.4.	Класификација токсичности супстанци	67
Табела 3.5.	Категорије опасности органских раствараача чија је примена најзаступљенија у индустрији боја и лакова.....	71
Табела 5.1.	Ниво хазарда и безбедности са квалитативним описом	100
Табела 5.2.	Категоризација вероватноће појаве опасног догађаја.....	102
Табела 5.3.	Категоризација последица по живот и здравље људи условљене величином штете	102
Табела 5.4.	Категоризација последица по економију/екологију условљене величином штете	103
Табела 5.5.	Нивои и прихватљивост ризика	104
Табела 5.6.	Зависност фактора који су у функцији ризика према KINNEY методи..	105
Табела 5.7.	Рангирање ризика према KINNEY методи.....	106
Табела 5.8.	Зависност фактора који су у функцији ризика према PILZ методи	107
Табела 5.9.	Рангирање ризика према PILZ методи	107
Табела 5.10.	Зависност фактора који су у функцији ризика према GUARDMASTER методи	108
Табела 5.11.	Рангирање ризика према GUARDMASTER методи	108
Табела 5.12.	Корелација индекса опасности и степена опасности постројења.....	112
Табела 5.13.	Однос између последица по економске компоненте и фактора тежине SEC_i	116
Табела 5.14.	Вредности коефицијента IDEF у односу на вредности фактора IEF и IDF	116
Табела 5.15.	Додељене вредности IEF_1 у односу на постројење	117
Табела 5.16.	Однос између вредности IEF_2 и $IDS1^*$	117
Табела 5.17.	Класификација индекса ризика датих постројења (IRI).	118
Табела 5.18.	Критеријуми за избор вредности коефицијента редукције f_1	120
Табела 5.19.	Критеријуми за избор вредности коефицијента f_2	121
Табела 5.20.	Функционална зависност помоћног фактора за подземне воде GWF од временског периода доспевања TT	122
Табела 7.1.	Годишња учесталост несрећа	146
Табела 7.2.	Класификација неорганских пигмената на основу хемијског састава	148
Табела 7.3.	Количина испуштене супстанце у површински водоток и запремина угрожене воде.....	149

Табела 7.4.	Група категорије опасности органских растварача који се користе у производњи боја и лакова	156
Табела 7.5.	Класификација врста активности и начина чувања опасних супстанци.	158
Табела 7.6.	Категорија зона угрожености на основу удаљености од тачке настанка опасности условљена количином испуштених опасних супстанци	158
Табела 7.7.	Границе распрострањавања токсичних супстанци према категорији са референтном удаљеношћу	159
Табела 7.8a	Референтна удаљеност (RD_d) са количином испуштања органских растварача (Q), који се сврставају у групу опасних супстанци са редним бројем 1 и њихова површина простирања (DS).....	161
Табела 7.8b	Референтна удаљеност (RD_d) са количином испуштања органских растварача (Q), који се сврставају у групу опасних супстанци са редним бројем 3 и њихова површина простирања (DS).....	162
Табела 7.9a	Референтна удаљеност (RD_d) са количином испуштања органских растварача (Q), који се сврставају у групу опасних супстанци са редним бројем 4 и њихова површина простирања (DS).....	163
Табела 7.9b	Референтна удаљеност (RD_d) са количином испуштања органских растварача (Q), који се сврставају у групу опасних супстанци са редним бројем 6 и њихова површина простирања (DS).....	165
Табела 7.10a	Референтна удаљеност (RD_d) са количином испуштања органских растварача (Q), који се сврставају у групу опасних супстанци са редним бројем 7 и њихова површина простирања (DS).....	166
Табела 7.10b	Референтна удаљеност (RD_d) са количином испуштања органских растварача (Q), који се сврставају у групу опасних супстанци са редним бројем 9 и њихова површина простирања (DS).....	167
Табела 7.11a	Референтна удаљеност (RD_d) са количином испуштања органских растварача (Q), који се сврставају у групу опасних супстанци са редним бројем 16 и њихова површина простирања (DS).....	168
Табела 7.11b	Референтна удаљеност (RD_d) са количином испуштања органских растварача (Q), који се сврставају у групу опасних супстанци са редним бројем 17 и њихова површина простирања (DS).....	170
Табела 7.12a	Референтна удаљеност (RD_d) са количином испуштања органских растварача (Q), који се сврставају у групу опасних супстанци са редним бројем 18 и њихова површина простирања (DS).....	171
Табела 7.12b	Референтна удаљеност (RD_d) са количином испуштања органских растварача (Q), који се сврставају у групу опасних супстанци са редним бројем 21 и њихова површина простирања (DS).....	173
Табела 7.13.	Коефицијент утицаја токсичних, органских растварача у индустрији боја и лакова и LC_{50} *	175
Табела 7.14.	Супстанце које се могу заменити супстанцама које имају мање деструктивно дејство на човека и животну средину.....	189
Табела 7.15.	Услови складиштења посуда запаљивих течности на отвореном простору	207
Табела 7.16.	Амбалажне групе	214

Табела 7.17.	Граничне вредности емисије на месту испуштања у површинске воде..	231
Табела 7.18.	Граничне вредности емисије пре мешања са осталим отпадним водама на нивоу погона	232
Табела 7.19.	Граничне вредности емисије на месту испуштања у површинске воде..	234
Табела 7.20.	Граничне вредности емисије пре мешања са осталим отпадним водама на нивоу погона	234

СПИСАК СЛИКА

Слика 5.1.	Вредновање ризика као функције опасности и штете	78
Слика 5.2.	Графички приказ величине ризика	79
Слика 5.3.	Графички приказ ланца догађаја	79
Слика 5.4.	Илустрација ризика	80
Слика 5.5.	Фармеров дијаграм	80
Слика 5.6.	Дијаграм процене еколошког ризика (US EPA,1992)	83
Слика 5.7.	Фаза формулације у процени еколошког ризика.....	85
Слика 5.8.	Фаза карактеризације у процени еколошког ризика	93
Слика 5.9.	Матрица вероватноће хазарда и последица изложености хазарду	101
Слика 5.10.	Ризик у функцији вероватноће акцидента и последица.....	101
Слика 5.11.	Матрица процене ризика према методологији Републике Србије	103
Слика 5.12.	Шематски приказ прорачуна индекса опасности постројења.....	112
Слика 5.13.	Шематски приказ прорачуна индекса ризика датих постројења	118
Слика 5.14.	Фазе процене и управљања здравственим ризиком	133
Слика 5.15.	Етапе процене здравственог ризика.....	133
Слика 6.1.	Процес управљања еколошким ризиком.....	139
Слика 6.2.	Одређивање прихватљивог ризика	140
Слика 7.1.	Релација између процене ризика и поступака управљања ризиком.....	145
Слика 7.2.	Полупречник зоне високе смртности при испуштању 10t и 5000t органских растварача који су дефинисани референтним бројем опасне супстанце.....	174
Слика 7.3.	Зона високе смртности (пребојена наранџастом бојом) и иреверзибилна зона (пребојена жутом бојом) при истицању 120t бензена у фабрици боје и лакова.....	175
Слика 7.4.	Зона високе смртности (пребојена наранџастом бојом) и иреверзибилна зона (пребојена жутом бојом) при истицању 250t угљентетрахлотида у фабрици боје и лакова	176
Слика 7.5.	Зона високе смртности (пребојена наранџастом бојом) и иреверзибилна зона (пребојена жутом бојом) при истицању 5000t акролеиназена у фабрици боје и лакова	177
Слика 7.6.	Модел система управљања заштитом животне средине (SRPS ISO 14004; 2005).....	179
Слика 7.7.	Шематски приказ EMAS.....	180
Слика 7.8.	UN број	216
Слика 7.9.	Дијамант опасности.....	217
Слика 7.10.	Шема производње црвеног пигмента на бази оксида гвожђа	233

СПИСАК ЈЕДНАЧИНА

Једначина 2.1.	Реакција добијања електрофилне ароматичне супституције.....	10
Једначина 2.2.	Реакција добијања диазонијумове соли.....	10
Једначина 2.3.	Реакција добијања баријумхлорида и сулфатне киселине.....	19
Једначина 2.4.	Реакција добијања сировог литопона	21
Једначина 2.5.	Реакција добијања графита	22
Једначина 2.6.	Реакција добијања минијума	23
Једначина 2.7.	Реакција добијања минијума	23
Једначина 2.8.	Реакција добијања жуте оловне руде (оловохромат)	25
Једначина 2.9.	Реакција добијања калијумсулфида	25
Једначина 2.10.	Израчунавање индекса ризика.....	38
Једначина 5.1.	Израчунавање ризика (R)	78
Једначина 5.2.	Дефинисање статистички оцењиве категорије (Rec)	78
Једначина 5.3.	Израчунавање ризика на основу KINNEY методе	104
Једначина 5.4.	Израчунавање ризика на основу PILZ методе	106
Једначина 5.5.	Израчунавање ризика на основу GUARDMASTER методе	108
Једначина 5.6.	Израчунавање вредности опасности постројења на издвојену критичну апаратуру (IH)	110
Једначина 5.7.	Израчунавање вредности индекса постројења (IGI)	110
Једначина 5.8.	Израчунавање људског фактора (EOF).....	110
Једначина 5.9.	Израчунавање технолошког фактора (ITF)	111
Једначина 5.10.	Израчунавање технолошког и процесног фактора постројења (ITPF).....	111
Једначина 5.11.	Израчунавање утицаја природног фактора на појаву опасности (NH).....	111
Једначина 5.12.	Израчунавање (IDSF).....	112
Једначина 5.13.	Израчунавање индекса ризика постројења (IRI).....	113
Једначина 5.14.	Израчунавање индекса ризика који се односи на појединачне удесе (ARI).....	113
Једначина 5.15.	Израчунавање тежине последице по животну средину и популацију (EPG).....	113
Једначина 5.16.	Израчунавање општих фактора тежине (C)	114
Једначина 5.17.	Израчунавање општих фактора тежине (C).	114
Једначина 5.18.	Израчунавање фактора увећања за слатке морске воде (IFE ₁).....	114
Једначина 5.19.	Израчунавање фактора увећања за подземне воде (IFE ₂)	114
Једначина 5.20.	Израчунавање фактора увећања за морске воде (IFE ₃)	114

Једначина 5.21.	Израчунавање фактора који се односе на услове који карактеришу морску средину	115
Једначина 5.22.	Израчунавање фактора увећања заштитне зоне (IFE4)	115
Једначина 5.23.	Израчунавање фактора увећања емисије опасних материја (IFE5) ..	115
Једначина 5.24.	Израчунавање тежине последице (C_{ec})	115
Једначина 5.25.	Израчунавање тежине последице по објекте (C_s)	116
Једначина 5.26.	Израчунавање вредности фактора ескалације акцидента за дато постројење (IEF)	117
Једначина 5.27.	Израчунавање максималне количине опасних супстанци која може да се испусти (Q_{wc})	120
Једначина 5.28.	Одређивање површинских водотокова (W_s)	121
Једначина 5.29.	Израчунавање запремине контаминираних вода (V)	122
Једначина 5.30.	Израчунавање опште пропустљивости тла (TSP)	122
Једначина 5.31.	Израчунавање временског периода апсорбовања испуштене опасне супстанце од стране тла (TT)	122
Једначина 5.32.	Израчунавање ефективне количине опасне супстанце која при продирању кроз тло контаминира подземне водотокове (Q_{Gw})	122
Једначина 5.33.	Израчунавање референтне удаљености (RDd)	123
Једначина 5.34.	Израчунавање коефицијента утицаја присутних токсичних супстанци у атмосфери (I)	124
Једначина 5.35.	Израчунавање нивоа укупне опасности од акцидента (U)	131
Једначина 5.36.	Израчунавање оболелости (O)	132
Једначина 5.37.	Израчунавање допунске оболелости (O)	132
Једначина 5.38.	Израчунавање експозиције уноса загађујућих супстанци ($E_{i,x,y}$)	133
Једначина 5.39.	Доза уноса при инхалацијоном уносу (W_s)	133
Једначина 5.40.	Израчунавање дозе уноса при ингестивном уносу (V)	134
Једначина 5.41.	Апсорбована доза (TSP)	134
Једначина 5.42.	Израчунавање вероватноће појаве ризика канцерогених болести ($ICR_{i,x,y}$)	134
Једначина 5.43.	Израчунавање хазардног коефицијента здравственог ризика ($HQ_{i,x,y}$)	134
Једначина 7.1.	Израчунавање масе свежег ваздуха неопходног за разблаживање загађеног ваздуха до садржаја опасних материја испод МДК	196

1. УВОД

1.1. ПРЕДМЕТ НАУЧНОГ ИСТРАЖИВАЊА

Континуирано загађивање животне средине (ваздуха, воде, земљишта) при нормалном одвијању технолошких процеса и удесна хемијска контаминација, за време мира, спада у ред најактуелнијих проблема савременог света.

Производња боја и лакова се налази на крају ланца веома сложене хемијске индустрије у оквиру које се синтетизују пигменти за боје органског или неорганског порекла, затим полимери који се користе за производњу лакова и коначно растварачи који се употребљавају као основа за боје и лакове.

Извори загађивања могу бити суви пигменти, који се налазе у спрашеном стању и који се током рада расипају и лете у ваздух; од 0,5 до 1% од тих материја се увек губи током руковања са њима пре него што се сипају у суд за мешање боје. Током саме припреме боје, с обзиром да се у њих сипају лако испарљиви растварачи, долази до испаравања, чиме се губи од 1 до 2% растварача који одлазе непосредно у атмосферу радне и животне средине.

Током производње лакова ослобађа се далеко више органских супстанци у облику паре. У зависности од количине температуре и времена припреме могућ је губитак од 1 до 6% сировине.

Еколошка опасност је вероватноћа нарушавања здравља човека и стања животне средине услед неконтролисане емисије загађујућих супстанци и антропогених удеса. Еколошка безбедност обухвата техничко-технолошке, медицинске и биолошке мере усмерене на одржавање равнотеже између сфера животне средине. Стање у животној средини може бити природно, равнотежно или кризно у зависности да ли је брзина опоравка већа, једнака или мања од брзине поремећаја. Према томе еколошки ризик обухвата ризик који угрожава здравље и живот људи и ризике који угрожавају стања животне средине.

Процена ризика обухвата следеће етапе: идентификацију (утврђивање опасности извора); оцену повредивости (деловање фактора ризика на човека и животну средину); укупну карактеристику ризика коришћењем, квалитативних и квантитативних параметара за загађивање ваздуха, воде и земљишта.

Главни задатак управљања еколошким ризиком јесте реаговање на идентификовани извор опасности. Управљање еколошким ризиком обухвата формулисање и спровођење политике смањења ризика одређених алтернативних, регулативних и нерегулативних инструмената за реаговање на еколошки ризик.

Доносиоци управљачких одлука разматрају и технолошку изводљивост, трошкове и остале социјалне и политичке последице.

Значај процене и управљања еколошким ризиком намеће потребу увођења нове методологије која координира ове фазе ради повећања безбедности људи и заштите животне средине. Процена и управљање системима са опасним материјама је веома комплексан процес. У тим случајевима се примењује систематско планирање процене и управљања ризиком од загађивања животне средине, при нормалном функционисању технолошког процеса, као и при удесној контаминацији за време мира. Без обзира о којој се контаминацији ради она представља ризични догађај. Континуирано праћење стања система у ризичној ситуацији омогућује примену одређених метода санације; и предвиђање последица по човека, животну средину и материјална добра.

Предмет истраживања, докторске дисертације, је формирање методологије за координацију процене и управљања еколошким ризиком, односно синтетичке методе, јер свака процена било ког елемента опасности (супстанце, објекта, уређаја, инсталације, саобраћајног средства и других средстава рада) има свој корелат у мерама и поступцима превенције, приправности и одговора на контаминацију, а све то подразумева управљање еколошким ризиком. Процена еколошког ризика мора бити стручно и научно заснована да би утицала на усавршавање управљачких одлука и мера, и да би се са превентивним мерама ризик елиминисао или смањио на прихватљив ниво.

Квантитативне процене еколошког ризика су неопходне како би се рангирали проблеми везани за здравље људи и стање животне средине ради предузимања адекватних управљачких мера за смањење ризика од опасних материја, у овом случају у индустрији боја и лакова.

Рад је прилог развоју методологије, која координира процену и управљање еколошким ризиком, а базирана је на узрочно-последичној вези: деловање загађујуће супстанце-процена последица по животну средину-предузета управљачка мера.

1.2. ЦИЉЕВИ НАУЧНОГ ИСТРАЖИВАЊА

Циљ истраживања, као и посебни циљеви, непосредно произилазе из дефинисаног предмета истраживања. Према томе, општи циљ истраживања је прилог развоју методологије координације процене и управљања еколошким ризиком, на примеру индустрије боја и лакова.

Анализом постојећих метода процене и управљања еколошким ризиком за различите хемијске индустрије, уочава се узрочно-последична веза између последице у животној средини, насталој деловањем загађујуће супстанце и управљачке мере (поступци, активности итд.) за смањење или уклањање ризика.

Посебни циљеви су директна последица општег циља истраживања, а основни циљеви су:

- утврђивање критеријума за оцену интензитета укупних количина и емисије опасних материја у животну средину (ваздух, воду, земљиште) при нормалном функционисању технолошког процеса и при хипотетичкој удесној контаминацији, за индустрију боја и лакова;
- дефинисање функционалне зависности између конкретног квантитативног критеријума, до кога се дошло проценом последица по део животне средине, и управљачке мере да умањи или уклони ризик;
- анализа и дефинисање услова за безбедан рад са опасним супстанцама (на тај начин добијени параметри би се користили као основа за нормативну уређеност у области производње, складиштења, превоза и претовара опасних материја);
- анализа технолошке специфичности постројења и објеката (технолошки процес, карактеристике основне опреме и инсталација, систем управљања и заштите);
- климатолошке, метеоролошке, биолошке и географске карактеристике животне средине;
- подаци о инфраструктури и становништву у околини производног објекта;

- подаци о персоналу (технолошком и административном);
- класификовати опасне материје са аспекта сличности штетног дејства на човека и животну средину;
- утврђивање критеријума процене и рангирања ризичних објеката;
- дефинисати карактеристике складишта, која својим квалитетом одговарају за чување сировина, међупроизвода и финалних производа;
- предлог локација складишних објеката уз респектовање утицаја на животну средину;
- утврђивање узрока појаве потенцијалних удеса, и на основу њих предузимање мера да се последице смање;
- дефинисање особина за процену и прогнозу хемијског удеса и примарног облака;
- утврђивање критеријума за одређивање граница угроженог простора, односно зона опасности;
- класификовати зоне угрожености према нивоу опасности;
- утврђивање критеријума за процену опасности од ризичних зона;
- један од циљева истраживања је да у раду буде дата свеобухватна метода утврђивања приоритета између различитих врста извора ризика како бисмо правилно усмерили детаљну процену на основу приоритета ризика;
- посебан циљ рада је да анализира методе; да укаже на мноштво метода које се користе у процени ризика, на основу њихових основних карактеристика, предности и недостатке о практичној имплементацији истих;
- утврђивање критеријума оптимизације техничко-технолошких, организационо-кадровских и хигијенско-медицинских мера на смањењу ризика од хемијских контаминација за људе, животну средину и материјална добра.

1.3. ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ, НАУЧНА ЗАСНОВАНOST И ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА

Рад је прилог развоју методологије координације етапа анализе ризика (процена и управљање), на примеру индустрије боје и лакова.

Научни допринос је метод, који представља синтезу појединих елемената постојећих метода за процену и управљање различитих ризика, па и еколошког. Методологија координације је синтеза метода процене и метода управљања, базирана на међусобној условљености и узрочно-последичној повезаности последице (непожељан ефекат у животној средини) настале деловањем опасне материје и управљачке мере предузете да се ризик не повећа, смањи или потпуно елиминише.

Научни допринос представља и систематизацију квантитативних показатеља (фактора, индекса) који се користе при процени еколошког ризика.

Очекивани резултати истраживања директно проистичу из предмета истраживања, теоријског и операционог одређења предмета истраживања, као и из циља истраживања.

Најзначајнији резултати истраживања су:

- анализа постојећих метода процене и управљања еколошким ризиком,
- систематизација квантитативних показатеља процене ризика,
- прилог развоју методологије координације процене и управљања еколошким ризиком.

Примена резултата истраживања:

- резултати истраживања могу да се користе и за друге врсте ризика,
- предложена методологија координације процене и управљања еколошким ризиком може да се користи и код ризика од других стресора.
- Резултати истраживања могу да се користе за аналогна истраживања и неких других грана хемијске индустрије, уз одређене корекције узимајући у обзир разлике и специфичности.

1.4. ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

Истраживање полази од основне хипотезе да примена методологије која координира процену и управљање еколошким ризиком доводи до смањења или елиминисања ризика за човека, животну средину и материјална добра. Према томе, основна хипотеза је базирана на међусобној зависности и условљености, узрочно-последичној вези три процеса: деловање загађујуће супстанце-процена последица по животну средину-управљачка мера (поступак, активност).

Основна хипотеза садржи и помоћне хипотезе које су њена логичка последица. Основне помоћне хипотезе су:

- постојање узрочно-последичне везе између процене и управљања еколошким ризиком,
- постојање функционалне зависности између узрока контаминације (загађивање и хемијски удес) животне средине и последица по живи свет, људе и материјална добра,
- квантитативно-квалитативна међусобна зависност и условљеност особина опасних материја које се користе при производњи боја и лакова (сировине, међупроизводи, финални производи) и њиховог понашања у животној средини,
- избор параметара (индекса) ризика је битан за одређивање нивоа угрожености животне средине.
- Овако дате хипотезе дају решење проблема од кога је истраживање пошло.

1.5. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

При обради теме примењене су опште научне методе, посебне методе сазнања и одређене специјалне методе. Посебним методама сазнања утврђене су структурне, функционалне, каузалне и генетичке зависности, међусобне условљености, истоветности или сличности више појава (хемијски удеси, опасне материје, хемијске повреде, оштећења материјалних добара итд.).

Постоји неколико актуелних методологија у свету за процену и управљање еколошким ризиком:

- US EPA United States Environmental Protection Agency;

- CAMEO Computer Aided Menagement of Emergenci Operation је програм који управља акцидентним ситуацијама;
- ALOHA (Area Location of Hayardous Atmospheres) је програм за моделовање дисперзије опасних гасова;
- (UNEP) REHRA (Rapid Environment and Halath Risk Assessment) је метода за процену ризика по здравље и животну средину.
- MARPLOT (Mapping Applications for Response, Planing and Operational Task) програм за електронски приказ одређене локације.
- APELL (одговор на техничко-технолошке удесе на локалном нивоу) који се спроводи у оквиру UNEP-а за збрињавање хемијских акцидената;
- Законом о националној политици заштите животне средине-NEPA (SAD,1970) први пут је уведена метода Процена утицаја на животну средину (Environmental inpact assessment-EIA);
- Врло важна метода за процену и управљање еколошким ризиком је метода процене животног циклуса (Life Cycle Assessment-LCA).

Како се методе процене и управљања еколошким ризиком налазе у међусобној зависности и условљености у раду је дат предлог синтетичке методе, односно методологија која координира наведене фазе еколошког ризика, на примеру производње боја и лакова. Методологија координације процене и управљања еколошким ризиком, према томе, је дата као синтеза елемената наведених метода, а посебно из групе специјалних метода.

2. ИНДУСТРИЈА БОЈА И ЛАКОВА

Хемијска индустрија је релативно нова привредна делатност, спада међу највеће индустријске комплексе и данас је један од основних темеља светске економије. Ни једна земља се не може самостално развијати без сопствене хемијске индустрије, штавише она је услов за настанак и развој низа делатности, других индустријских грана, и за задовољавање потреба становништва.

2.1. ПРОИЗВОДЊА БОЈА И ЛАКОВА

2.1.1. Производња боја

Производња боја и лакова обухвата велики број једињења која су способна да појединачно и у комбинацијама, боје друге супстанце. По свом пореклу могу бити неорганске (минералне) и органске, а по начину добијања природне и вештачке. Природне неорганске и органске боје, као и вештачке неорганске боје у пракси су заступљене мање од вештачких органских боја, чији се број све више повећава, а познате су само по трговачким називима.

Сировине и полупроизводи за ову индустрију су различити, а и сами технолошки поступци су до те мере хетерогени, тако да се производња боја и лакова не може описати генерално. Поред овога, већина технолошких поступака за производњу боја и лакова представља индустријску тајну, па се због недостатка података не може дати детаљан опис технолошког процеса. Током рада ове индустрије стварају се различита загађења воде, ваздуха и земљишта. Познавање квалитативно-квантитативног хемијског састава улазних супстанци и супстанци које напуштају технолошки процес и пређу у животну средину је основа процене еколошког ризика.

Природне неорганске боје се добијају прерадом појединих руда, најчешће мокром технолошком операцијом. Руда се уситни и испере водом, затим таложи и талог одвоји декантовањем или центрифугирањем. Након тога руда се суши на температури

од 100 °C под обичним или смањеним притиском. Мањи део природних неорганских боја прерађује се у пламеним (муфолним) пећима на температури од 700 – 1000 °C. Осушени или печени производи грубо се уситњавају у ваљкастим млиновима или у млиновима са лопатицама, а фино уситњавање најчешће се изводи у кугличним млиновима. У току млевења свака честица пигмента овлажи се везивним материјалом. Измлевени пигмент (млевена боја) пребацује се у мешалицу, у коју се убацују неиспарљиве компоненте (сушива уља, фирнајзи, смоле итд.) и испарљиве компоненте (растварачи, разређивачи итд.), ради дотеривања конзистенције, вискозитета, нијансе боје и времена сушења филма. Када се мешање заврши средство за бојење се филтрира кроз специјална цедила у прихватне посуде, пакује, обележава и испоручује.

Вештачке неорганске боје се добијају одговарајућим синтезама, које ће бити обрађене код сваке појединачне боје.

Природне органске боје су малобројне и данас се све ређе употребљавају. Могу бити вегетативног (биљног) порекла, као што су индиго, ализарин итд. Исто тако, су и анималног (животињског) порекла као што је природни кармин и сепија (риба).

За производњу синтетичких органских боја користе се многе сировине: неорганске, органске и синтетичке. Најважнија сировина је катран каменог угља и производи који се од њега добијају, не само у индустрији боја и лакова, него у свим гранама хемијске индустрије и савременој синтетичкој хемији. Вештачке (синтетичке) органске боје по хемијској конституцији класификују се у следеће групе: нитрозо, нитро, азо-пиразолонске, тиазолне, трифенилметанске, кетонимидне, ксантенске, антрахинонске, хинониминске, акридинске, хинолинске, сумпорне, индигоидне боје итд. Те боје још се називају и катранске, јер као полазне сировине углавном служе ароматична једињења која се добијају сувом дестилацијом катрана каменог (или смеђег) угља. Из таквих примарних једињења хемијским процесима (нитрирање, нитрозирање, аминација); помоћу оксидоредукције, сулфонације ($-\text{SO}_3\text{H}$); увођења алкил, фенил, хидроксилне групе и халогена, добијају интермедијери (међупроизводи), из којих се даљим синтезама могу добити одговарајуће органске боје.

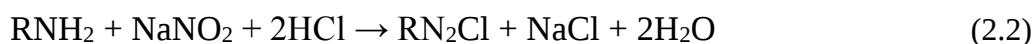
Нитровање је процес када се у органско једињење уводи једна или више нитро (NO_2) група. Ако је реч о ароматичним једињењима приликом синтезе боја, тада се од бензена може добити моно-, динитро- и тринитробензен, а од деривата бензена настају моно-, динитро- и тринитротолуен, односно ксилен. Аналогно се дешава и с фенолом, а нафтален и антрахином дају одговарајуће моно- и ди-нитродеривате. Процес нитровања

изводи се помоћу смесе концентроване нитратне и концентроване или пушљиве сулфатне киселине, при чему долази до реакције електрофилне ароматичне супституције [1]:



Интермедијарни производи у облику нитродеривата употребљавају се само у ограниченој количини за добијање боја. Они претежно служе за добијање одговарајућих аминодеривата веома важних једињења за даљу синтезу боја. Али са гледишта еколошког ризика треба истаћи моно- и динитробензен, затим нитродеривате толуена, ксилена и фенола као и нафталена.

Ако се у ароматично једињење уведе NO- група ради се о процесу нитрозирања, који се изводи нитратном киселином и њеним солима. Најважнији интермедијер је нитрозофенол који се добија из фенола: $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{HNO}_2 \rightarrow \text{NOC}_6\text{H}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$. Нитрозамини се добијају из примарних и секундарних амина. Примарни амини под дејством натријумнитрита и у присуству хлоридне киселине дају диазонијумове соли:



При оваквим синтезама боја, опасне супстанце су углавном нитритна киселина и њене соли, а једињење које се нитрозира и које се на тај начин добија углавном је више или мање штетно. Нитритна киселина и њене соли опасне су због ослобађања азотних оксида.

Аминација органских једињења врло је важан хемијски процес јер се тако добијају већи број amino-деривата, међу којима за синтезу боја нарочито значајан је анилин, o- и p-толуидин и ксилидин. Најчешће се аминирају нитро-једињења редукцијом. Аминацијом нитробензена добија се анилин, $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$, из кога се даљим синтезама добија читав низ обојених једињења. Због тако велике употребе анилина органске боје се зову и анилинске боје, иако тај назив више не одговара јер се добијају и другим синтезама.

Процесом сулфонације добијају се интермедијарни производи значајни за синтезу боја: бензен-сулфојекиселина, $\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{H}$; бензен -m-дисулфојекиселина, $\text{C}_6\text{H}_4(\text{SO}_3\text{H})_2$; сулфанилна киселина, p-H₂NC₆H₄SO₃H; α- и β- нафталенсулфојекиселина, C₁₀H₇SO₃H; и α- и β-антрахинонсулфојекиселина, C₆H₄(CO)₂C₆H₃SO₃H.

Увођење хидроксилне групе у органско једињење изводи се загревањем са базама уз додатак оксидационог средства (NaClO_2). Од једињења за синтезу боја нарочито је важан β - нафтол, $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{OH}$, који се добија из нафталена тако да се он прво сулфонује, а затим се добијена нафталенсулфонска киселина, након превођења у натријумову со, загрева са NaOH на $290\text{--}315^\circ\text{C}$. Настали натријумнафтолат, $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{ONa}$, се преводи у β - нафтол реакцијом са SO_2 . Из β - нафтола добија се I-киселина (2-амино-5-нафтол-7-сулфокиселина), која се употребљава за синтезу азо боја. Најчешћа компонента моноазо и полиазо боја је H-киселина (1-амино-8-нафтол-3,6-дисулфонска киселина; $\text{C}_{10}\text{H}_4\text{NH}_2\text{OH}(\text{SO}_3\text{H})_2$), која се добија из нафталена.

Оксидацијом органских једињења могу се добити различити производи, а за синтезу боја употребљавају се неки алдехиди, киселине, хинони и кетони. Од алдехида за синтезу трифенилметанских боја најважнији је бензалдехид, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$. Најважније органске киселине за синтезу боја су бензоева, $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$; салицилна, $\text{o}-\text{HOC}_6\text{H}_4\text{COOH}$; гална, $3,4,5\text{--}(\text{HO})_3\text{C}_6\text{H}_2\text{COOH}$; фтална, $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2$, односно анхидрид фталне киселине, $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COO})_2\text{O}$. Међу кетонима важним за синтезу боја је: p' -диметиламинобензофенон, $(\text{CH}_3)_2\text{NC}_6\text{H}_4\text{COC}_6\text{H}_4\text{N}(\text{CH}_3)_2$, који се добија из диметиланилина и фозгена.

Приликом халогеновања органских једињења, који су важни за синтезу боја, најчешће се употребљава хлор уз присутност катализатора (Fe , P , AlCl_3 , J). Од једињења која се добијају хлоровањем, а важна су за синтезу боја су: метилхлорид, CH_3Cl ; хлорбензен, $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$; p -нитрохлорбензен, $\text{ClC}_6\text{H}_4\text{NO}_2$; и 1,2,4-динитрохлорбензен, $\text{ClC}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2$, као и деривати бензена и толуена (бензилхлорид, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$; бензалхлорид, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHCl}_2$; и бензотрихлорид, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CCl}_3$) [1].

2.1.2. Производња лакова

Производња лакова обухвата процес мешања и емулговања, односно врши се дисперзија пигмената са пластификаторима у млиновима са куглицама као што су дибутилфталат и природне или синтетичке смоле. Затим се додаје целулозни нитрат или целулозни ацетат и цела маса се меша у вертикалној мешалици. Током мешања долази до хемијских реакција које су инициране загревањем полазних супстанци, у отвореним или затвореним посудама, у интервалу од 4 до 16 сати и на температурама од $90\text{--}340^\circ\text{C}$. Састав и масени однос компонената у смеси је најчешће индустријска тајна. Финални производ се пакује у прихватне посуде које не допуштају непосредан

контакт лакова са ваздухом, водом или осветљењем, јер то може да узрокује очвршћавање лак смеше.

2.2. СРЕДСТВА ЗА БОЈЕЊЕ

Средства за бојење су вискозне течности различитог хемијског састава којима се премазују, односно боје разноврсни материјали.

Предмете и њихове боје у околини примећујемо помоћу светлости која се од тих предмета рефлектује. Светлост је врло мали, видљиви део спектра електромагнетског зрачења. Боје су обојене материје које се употребљавају за бојење других материја. Такав термин употребљава се у трговини и у обичном свакодневном говору. У науци, међутим, те обојене материје називају се средства за бојење, а термин боја употребљава у значењу додатка средству за бојење и у значењу психичког доживљаја.

Човек има исконску потребу да бојама украшава своју ужу и ширу околину, одећу, своје лице и тело, а у последње време и многе животне намирнице. Те своје потребе човек је задовољавао, у почетку, разним природним обојеним материјама, а нешто касније и природним материјама органског порекла. Средства за бојење познавали су још стари Египћани, Кинези, Индијци, Енглези и Холанђани. Средства за бојење су дуго производили занатлије само за своје потребе. Касније, неке занатлије производе ова средства и за друге занатлије, а тек у XIX веку развија се индустријска производња средстава за бојење. У фази индустријске производње наука почиње да има све важнију улогу. У овом периоду, који траје још и данас, уводе се у производњу нова средства за бојење са све бољим особинама.

Слој средстава за бојење на површини материјала (премаз) након испаравања растварача очврсне, градећи при томе трајан, чврст и еластичан филм чврсто приљубљен за материјал. Тај филм има задатак да покрије материјал, да га заштити од штетних спољних утицаја (корозија, труљење, штеточине итд.); у неким случајевима материјалу да да нове особине (материјали могу лакше да се перу, електроизолационе особине, добијање нових производа итд.), диференцира и идентификује предмете, постигне високе естетске особине (украшавање), да позитивно утиче на психичко стање човека (оплемењивање предмета, постизање контраста, утицај на расположење, повећање пажње итд.).

Мада је хемијски састав средстава за бојење врло различит, ипак се сви састојци различитих средстава за бојење могу груписати на основу њихових функција на следећи начин:

- неиспарљиве компоненте,
- испарљиве компоненте.

Неиспарљиве компоненте су чврсте или течне материје које улазе у састав филма (премаза):

- основне компоненте,
- додаци.

Неиспарљивим компонентама се додају испарљиве компоненте које не улазе у састав филма, јер у току његовог формирања испаре:

- растварачи,
- разређивачи,
- разблаживачи.

2.2.1. Основне компоненте

Основне компоненте су најважнији састојци средстава за бојење, јер од њих зависе основне особине филма, а остали састојци те особине незнатно мењају. Према томе основне компоненте су најзначајнији састојци, јер од њих зависи начин формирања филма (сушење премаза).

У току сушења премаза, у зависности од састава, основне компоненте могу да се хемијски не мењају или да претрпе хемијске промене. У првом случају, због испаравања растварача, филм настаје као последица физичких промена. Ова средства обично се брзо суше, а за потпуно очвршћавање филма потребно је највише 10 сати. У другом случају, сушење премаза је хемијски процес (оксидација, полимеризација итд.), а испаравање растварача је независна физичка промена. Процес сушења траје 10-40 сати.

На основу хемијског састава основне компоненте се класификују на следећи начин:

- угушћена уља,
- фирнајзи,
- природне смоле,
- вештачке смоле,
- деривати целулозе.

Све врсте основних компонената су производ прераде сушивих уља. При производњи средстава за бојење употребљавају се сушива уља, да би се њихови премази процесом сушења претворили у трајне, чврсте и еластичне филмове, који су добро приљубљени за материјал који се боји. За стварање тврдог филма потребно је чак и неколико дана. Процес сушења је бржи код полупроизвода који се добијају из сушивих уља.

Полимеризацијом или оксидацијом сушивих уља добијају се угушћена уља. Полимеризацијом масних киселина сушивих уља на температури од 280-285 °C, у вакууму, или у атмосфери неког инертног гаса, добијају се полимеризациона уља. Из ових уља настаје врло хемијски отпоран филм. Провођењем ваздуха кроз сушива уља на 100-130 °C настају оксидациона уља. Стварање желатинозне масе при хлађењу спречава се додавањем 30-60 % тешког бензина.

Сушива уља која садрже сикативе зову се фирнајзи. Сикативи су соли неких тешких метала (Co, Mn, Pb) с масним, смолним или нафтенским киселинама. Употребљавају се као убрзивачи процеса сушења сушивих уља. Како деловање ових метала различито утиче на брзину сушења и квалитет формираног филма, то се обично за производњу квалитетних фирнајза употребљавају сикативи свих трију наведених метала у одређеној размери. Сикативи са кисеоником из ваздуха граде пероксиде, производе богате кисеоником, који тако убрзавају њихово згушњавање односно сушење. Према томе сикативи играју улогу катализатора оксидације. На основу начина добијања фирнајзи се деле на две основне групе: препарат-фирнајзи и кувани фирнајзи. Препарат-фирнајз производи се кувањем масних, смолних или нафтенских киселина са одговарајућом количином металних оксида, па се добијени сикатив меша са сушивим уљем на 140 - 150 °C. Ако сикатив настаје у самом сушивом уљу на вишој температури и при дужем времену кувања добија се кувани фирнајз.

Природне смоле могу да буду биљног или животињског порекла. Разликујемо две врсте биљних смола: рецентне смоле (добијају се са живих биљака) и фосилне смоле (настале у давној прошлости). По хемијском саставу природне смоле су смеше макромолекула смолних киселина и алкохола. У мањим количинама смоле садрже естере, угљоводонике, восак, беланчевине и друге материје. Природне смоле су нерастворљиве у води, алкохол их делимично раствара, а већина других органских растварача их добро раствара. За индустрију средстава за бојење неке природне смоле имају велики значај. Из четинарског дрвета (црни бор) добија се колофонијум.

Колофонијум је нерастворан у води, добро се раствара у многим органским растварачима, има ниску температуру омекшавања. Због оваквих особина и мале цене, колофонијум се употребљава као додатак другим основним компонентама или за израду средстава за бојење слабог квалитета. Копали, полуфосилне смоле, налазе се у различитим крајевима света и много се разликују по својим особинама. Најзначајнији копали су: занзибар-копал (тачка топљења 270°C , тешко се раствара у алкохолу, даје тврд филм) и манила-копал (тачка топљења 110°C , добро се раствара у алкохолу). Ћилибар (јантар), фосилна смола, тачка топљења – око 370°C и врло велике тврдоће. При производњи средстава за бојење употребљавају се само отпаци ћилибара који настају механичком обрадом украсних предмета. Шелак је врло важна природна смола животињског порекла. Њега излучују биљне ваши тропског подручја. Не раствара се у води, бензину и бензену, а добро се раствара у алкохолу. Особине које немају средства за бојење на бази природних смола доста добро надокнађују средства за бојење на бази вештачких смола.

Производња средстава за бојење на бази вештачких смола једноставна је, премази се брзо суше, настали филмови хемијски су постојани са добрим механичким особинама, а неки од њих постојани су и до 400°C . Од вештачких смола за производњу средстава за бојење употребљавају се полимеризационе и поликондензационе вештачке смоле. Од полимеризационих вештачких смола највећи значај имају поливинилхлорид и полистирол који дају чврсте, крте и хемијски постојане филмове. Поликондензационе вештачке смоле добро подносе високу температуру. Најважније поликондензационе вештачке смоле су фенолформалдехидне и алкидне смоле. Фенолформалдехидне смоле прве су вештачке смоле употребљене у производњи средстава за бојење. Од многих врста ових смола, које се данас производе, међу њима су нарочито важне новолак и резолне смоле. Новолак се добија поликондензацијом фенола с мањом количином формалдехида у присуству киселине као катализатора. Особине новолака су: раствара се у алкохолу, употребљава се као замена за шелак или као додатак другим смолама. Резолне смоле добијају се поликондензацијом фенола с већом количином формалдехида у присуству базе као катализатора. Ове смоле стврдњавају се загревањем на 170°C или на нормалној температури у присуству киселине као катализатора. Алкидне смоле добијају се дејством вишебазних органских киселина на поливалентне алкоhole. Ове смоле добро се растварају у многим органским растварачима, а да би средство за бојење добило боље особине мешају се са другим смолама. Најзначајније су

модификоване алкидне смоле: мршаве (30% масних киселина) и масне (60% масних киселина). Ове смоле се добијају загревањем смеше глицерина, анхидрида фталне киселине и масних киселина на 260 °C. Несушиве алкидне смоле добијају се из засићених масних киселина, а сушиве из незасићених масних киселина, које се суше при нормалној температури.

Као основне компоненте средства за бојење употребљавају се и неки деривати целулозе: естери и етери целулозе. Деловањем киселина или њихових анхидрида на целулозу добијају се целулозни естери. Најважнији естери, за добијање средства за бојење, су нитроцелулоза и ацетилцелулоза. Деловањем азотне киселине, на целулозу, у присуству сумпорне киселине као катализатора, добија се нитроцелулоза. Растворљивост нитроцелулозе и вискозитет зависи од степена нитрирања. Филмови од нитроцелулозе добро приањају за подлогу и веома су еластични. Ацетилцелулоза добија се деловањем анхидрида сирћетне киселине уз додатак сумпорне киселине. Ацетилцелулоза раствара се у ацетону, слабо приања за подлогу, филм је чврст и мало еластичан. Од целулозних етера, за производњу средстава за бојење, већи значај има етилцелулоза, која се добија деловањем етилхлорида на целулозу; раствара се у бензену, филм је слабо еластичан, постојан хемијски и према светлости.

2.2.2. Додаци

При производњи средстава за бојење као додаци основним компонентама употребљавају се:

- омекшивачи,
- помоћна средства,
- боје.

Омекшивачи су органске материје (деривати целулозе, вештачке смоле) које повећавају еластичност, постојаност на ударце и приањање филма на подлогу. Омекшивачи морају да имају следеће физичко-хемијске особине: добро мешање са основним компонентама и растварање у растварачима у којима се раствара и основна компонента, малу испарљивост, безбојност и у хемијском погледу неутрално понашање. Који ће се омекшивач употребити за производњу одређеног средства зависи од особине компоненте и од захтева које треба да задовољи филм. Омекшивачи нису потребни ако се жељене особине филма могу постићи мешањем основних компонената различитих особина у одређеној сразмери.

Као додаци основним компонентама при производњи средстава за бојење, поред омекшивача и боја, додају се и помоћна средства. Ова средства имају задатак да регулишу брзину сушења, вискозитет, сјај и друге карактеристике филма. Помоћним средствима могу до неке границе да се коригују и неке основне особине средстава за бојење. Помоћна средства обухватају различите пластификаторе, материјале за пуњење, непенушаве реагенсе, стабилизаторе, активаторе, антиоксидансе, згушћиваче итд. Пластификаторима се постиже већа еластичност и флексибилност формираног филма. То су неиспарљиви растварачи који заостају у филму, као камфор, канадски балзам, рицинусово уље, неки естери и кетони. Као материјал за пуњење користи се дрвено брашно, лискун, азбест, графит итд.

2.3. БОЈЕ

Боје су обојене материје које се употребљавају за бојење других материја. Боје које се употребљавају за производњу средстава за бојење (боја и лакова) морају бити постојане према осталим састојцима средства за бојење, према светлости, према спољним факторима (атмосферилије, штеточине, итд.); морају имати велику моћ покривања и моћ бојења. Моћ покривања је особина боје да више или мање непрозирно покрије подлогу на коју је нанета као средство за бојење. Под моћи бојења подразумева се особина која се огледа у мањем или већем мењању нијансе боје када јој се дода десетострука количина цинк оксида. Вредност боје за производњу средстава за бојење зависи од степена поседовања наведених особина.

Обојеност није особина материје, него представља психички доживљај изазван светлосним зрацима који се одбијају од предмета и улазећи у око изазивају надражај на мрежницу. Надражај мрежнице преносе нерви до центра за вид у мозгу, где се јавља представа боје. Представа нијансе боје зависи од таласне дужине светлости која долази у око. Материје које белу светлост потпуно рефлектују беле су боје, а оне које је потпуно апсорбују црне су. Материје које белу светлост делимично апсорбују и рефлектују сиве су боје. Како обојене материје, апсорбују само неке таласне дужине светлости (нпр. наранцасте материје апсорбују само светлосне зраке плаве боје, зелене материје зраке светлоцрвене боје, итд.) посматрач ће видети комплементарну боју од оне коју нека материја апсорбује. Ово важи уз услов да је тело осветљено белом светлошћу (сунчева светлост). Да је структура органског једињења тесно повезана са

његовом апсорпционом способношћу утврдио је још 1878.год. О. Witt. Он је установио да боја зависи од врсте и броја атома које је назвао хромофорне групе (незасићене атомске групе). Материје које у саставу молекула имају хромофорне групе називају се хромогенима (ствароци боја). Хромофорне групе су носиоци боја само ако се унесу у молекуле богатим угљениковим атомима. Најважније хромофорне групе јесу: етиленска ($-C=C-$), ацетиленска ($-C\equiv C-$), азо ($-N=N-$), карбонилна ($>C=O$), нитрозо ($-N=O$), нитро ($-NO_2$), карбоксилна ($-COOH$), азокси ($-N_2OOH$). Хромогени нису у стању да другу материју обоје али ту особину добијају присуством базних или киселих радикала (ауксохроми) у молекулу који омогућају везивање боје на материју која се боји. Поједине хромофорне групе дају боји кисели ($-SO_3H$, $-COOH$) или базни ($-NH_2$) карактер. После открића везе између структуре и обојености боја, до открића нових боја није се долазило само емпиријским путем.

Према хемијској конституцији боје су неорганске и органске, а према начину добијања, и једне и друге могу бити природне и вештачке. Вештачке неорганске боје називају се обично минералним бојама, иако је тај назив погрешан, јер су и природне (земљане) боје минералне боје.

Природне органске боје налазимо у биљкама и животињама већ готове (сепија, кармин, шафран итд.), а неке тек накнадним хемијским процесима постају боје (индиго, пурпур итд.). Органске вештачке боје добијају се најчешће сложеним хемијским синтезама, најчешће на бази различитих компонената катрана каменог угља, па се зато називају и катранским бојама.

2.3.1. Неорганске боје

Неорганске боје (пигменти) су обично метални оксиди или соли, нерастворне у води, а боја им зависи од броја атома у молекулу. Ове боје, као водена суспензија, употребљавају се за бојење зидова, а у чврстом стању за бојење гуме и пластичних маса. Уколико се мешају са везивним средством (сушива уља, фирнајз) добијају се уљане боје и бојени лакови који на површини предмета граде чврст прозрачни филм, а боју даје инкорпорирани пигмент или смеша пигмената.

Земљане боје налазе се готове у природи тј. добијају се копањем из природних налазишта. Како нису довољно чисте пречишћавају се муљањем с водом, таложењем, цеђењем, сушењем и ситњењем. Вештачке неорганске боје су доста чисте, јер се

хемијски добијају из металних оксида и соли. Из тих разлога имају боље особине за производњу средстава за бојење, али су и скупље.

Беле неорганске боје у зависности да ли су природне или вештачке разликују се по квалитету. Највише се употребљавају: баријумсулфат, калцијумкарбонат, садра, баријумкарбонат, талк, цинково белило, оловно белило, литопон, титаново белило.

Баријумсулфат (перманентно белило). У природи се налази као минерал барит (BaSO_4). То је најважнија бела земљана боја; специфичне густине $3,9\text{--}4,5 \text{ g/cm}^3$. Отпоран је према атмосферским утицајима, али има малу моћ покривања. Сам се ретко употребљава, већ се додаје другим минералним бојама и лаковима. Вештачким путем се добија из баријумхлорида и сулфатне киселине:



Вештачки BaSO_4 има већу моћ покривања. Употребљава се и као пунило у индустрији папира, гуме и пластичних маса. Због неотровности употребљава се за припрему „баријумове каше“ при рентгенском прегледу интестиналног тракта.

Калцијумкарбонат (креда). У продаји се јавља у облику густо збијених микрокрстала, под именом кречњак, креда или мермер. Креда је настала таложењем остатака изумрлих морских животиња чији је скелет изграђен од CaCO_3 . Вештачким путем се добија таложењем раствора калцијум хлорида и натријум карбоната, као кристални прах: $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl}$. Креда се употребљава као бела боја за писање, чишћење и глачање металних предмета и као пунилац за добијање разних индустријских производа.

Садра (гипс). По хемијском саставу је калцијумсулфат ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). У природи се често налази помешан са примесасма и мора се пречишћавати. Гипс је врло важно минерално везиво, а као боја има мало значења због слабе моћи покривања. Непостојан је према атмосферским утицајима и примењује се само као водена боја за унутрашње зидове и као пунилац за друге неорганске боје. Није отрован.

Баријумкарбонат (витерит). У природи се налази као минерал витерит, а чист BaCO_3 је у виду безбојних кристала или бео прах. Вештачки се добија из баријум сулфида и натријум карбоната: $\text{BaS} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BaCO}_3 + \text{Na}_2\text{S}$. Ова бела боја је отровна. Употребљава се као пунилац за друге неорганске боје и за многе индустријске производе.

Талк (миловка). У природи се налази као хидратисани магнезијумсиликат ($3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), најчешће беле боје. Употребљава се и као пунилац и као боја.

Цинково белило. По хемијском саставу је цинк оксид (ZnO). Финални производ није отрован, сталног је хемијског састава и садржи најмање 99% ZnO . Хемијски процеси његовог добијања емитују опасне материје у радну и животну средину. Цинк оксид се може добити директно из руда, са мањим степеном чистоће. Руда ($\text{ZnO} + \text{FeO} + \text{MnO}$) се жари у специјалној пећи у струји ваздуха. Угљеник из угља и створени угљенмоноксид редукују ZnO у метални Zn . Паре цинка у додиру са кисеоником из ваздуха поново се оксидују у ZnO . Настале паре Zn могу да узрокују цинкову грозницу.

По француском поступку отопљени цинк испарава из индиректно грејаних керамичких реторти и у струји прегрејаног ваздуха и CO гради се ZnO , а истовремено CO прелази у CO_2 . У тим условима прелазе и паре олова, кога увек има у цинку, у оловно белило.

Електролитичким поступком добија се ZnO из цинксулфида. Руда (ZnS) сагорева у струји ваздуха, сумпор из руде прелази у SO_2 , који се одводи и прерађује у H_2SO_4 , а цинк прелази у ZnO . Добијени ZnO меша се са коксом, топи на 1600°C , хлади и уситни. Уситњен материјал одводи се у електричну пећ на 1200°C . Настала смеша цинкових пара и CO оксидује у струји ваздуха и настаје ZnO .

Употребљава се за беле лакове, као уљана боја и пунилац у многим индустријским гранама. Цинково белило је најбољи бели пигмент који се може добити. Боја је постојана и не поцрни дејством H_2S . Има добру моћ покривања и реагује са везивом у средству за бојење.

Оловно белило. Важна бела боја, по хемијском саставу је $\text{Pb}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{PbCO}_3$. Полазна сировина за оловно белило је метално олово, а за производњу су познати многи поступци од којих су неки врло стари и скоро напуштени.

По старом тзв. холандском поступку оловне плоче се ставе у глинене лонце у чије се дно налије 3% CH_3COOH . Лонци се поређају у једну комору, а около лонаца се стави коњско ђубре и кора од дрвета. Труљењем органског материјала ствара се H_2CO_3 , CO_2 и топлота. На око 70°C од паре CH_3COOH гради се олово ацетат, који са H_2CO_3 прелази у базни олово карбонат. Ослобођена CH_3COOH раствара нову количину олова, те се процес наставља и траје око 3 месеца. За то време се оловне плоче пресвуку слојем оловног белила, који се ломљењем уклања са оловних подлога.

У коморном поступку хемијски процес је сличан; обешене оловне плоче третирају се смешом паре CH_3COOH , CO_2 и водене паре из ваздуха на око 60°C . За 6-8 недеља оловно белило се скупља на дну коморе.

Код електролитичког процеса олово је анода у CH_3COONa раствору, а гвожђе је катода у Na_2CO_3 раствору, који су одвојени неком тканином. Анода се раствара, а награђени $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ скоро тренутно реагује са хидроксилним и карбонатним јонима из анодног простора.

Добијање оловног белила је веома опасан процес, нарочито у појединим фазама када се развијају токсичне паре Pb и PbO , при сваком загревању и уситњавању олова и оловног оксида, као и готовог производа. Прах оловног белила је отрован.

Оловно белило има добру моћ покривања и даје постојан заштитни филм. Недостатак му је што реагује са сумпорним гасовима и мења боју (поцрни).

Литопон. То је јевтин бели пигмент који се састоји од смеше, $\text{ZnS} + \text{BaSO}_4$, чији је масени однос различит, а најчешће стехиометријски (30:70). У процесу производње прво се таложи сирови литопон, који се затим прерађује у литопон-пигмент. Сирови литопон се добија истовременим таложењем ZnS и BaSO_4 , односно мешањем раствора ZnSO_4 и BaS на 80°C :



Баријум сулфид се добија редукцијом BaSO_4 угљем у ротационој пећи на 1200°C , а ZnSO_4 растварањем ZnO и цинковог праха у H_2SO_4 . Тако добијени сирови литопон се процеди у филтер-пресама. Како сирови пигмент нема потребну гранулацију, жари се у муфли на $650-725^\circ\text{C}$, затим убацује у воду, меље мокрим путем, процеди и осуши. Поновним млевењем, сувим поступком, добија се литопон-пигмент. Литопон има добру моћ покривања и постојан је. Употребљава се као уљана боја, у лаковима, као пунилац, погодан је за унутрашње премазе и за основне боје. Са више ZnS има бољу покривну моћ. Неотрован је.

Титаново белило. Сировина за добијање титандиоксида (TiO_2) је руда илменит (феротитанат, FeTiO_3), са примесама, која са сулфатном киселином или амонијум-флуоридом даје титаново белило. При поступку са сулфатном киселином настали титансулфат, након ослобађања гвожђесулфата, хидролизује се кувањем. Настали хидратисани титаноксид се жари, након сушења, на температури од $800-850^\circ\text{C}$. Приликом флуоридног поступка добија се раствор амонијумтитанфлуорид из кога се

талози хидратисани титаноксид помоћу амонијака. Даља обрада је иста као код поступка са сулфатном киселином.

Процес прате употреба јаких киселина и база као и флуорова једињења у атмосфери радне и животне средине. Титандиоксид је постојан према атмосферским утицајима и дејству база, киселина и раствора соли. Погодан је за спољну употребу и служи као пунилац за производњу многих индустријских производа.

У промету се сусрећу многе црне боје од којих се највише употребљавају: чађ, графит, гвоздено црнило, минерално црнило и коштано црнило.

Чађ. Чађ се добија непотпуним сагоревањем гасовитих (метан, ацетилен), течних (петролеј) или чврстих (нафталин, антрацен) угљоводоника, који се термички разлажу на испарљиви део, а у реторти остаје чврст угљеник. После хлађења, млевења и сејања угљеника настаје финални производ чађ. У промету се јављају различите врсте чађи. Смолна чађ настаје из смола или дрвета богатог смолом. Пламена чађ настаје од гасовитих угљоводоника. Вештачка чађ се добија непотпуним сагоревањем уља (минерално, катранско, рибље), масти и дестилационих производа нафте. Све врсте чађи поседују велику моћ покривања и врло су отпорне према разним утицајима. Чађ се употребљава у производњи штампарских и уљаних боја, тушева за техничко цртање, пасте за обућу, као пунилац у индустрији гума итд.

Графит. Графит се налази у природи, али се може добити и синтетички. То се изводи тако да се смеша уситњеног кокса, силицијумдиоксида и катрана загрева на 1100 °C:



Кроз целу масу пусти се електрична струја, а температура расте и до 4000 °C. На 2000 °C долази до спајања силицијума са вишком угљеника ($\text{Si} + \text{C} \rightarrow \text{SiC}$), а на температури изнад 2000 °C распада се карбид на чисти графит и силицијум, који при тој температури испарава ($\text{SiC} \rightarrow \text{Si} + \text{C}_{\text{графит}}$). Графит је лиснате структуре па се распада у танке листиће. Употребљава се у електротехници за израду електрода, облога за пећи, ватросталног посуђа, оловака, црнила за пећи више температуре. Отпоран је према атмосферским утицајима, те се њиме премазују метални кровови да би се заштитили од корозије. Користи се за бојење малодимног барута.

Гвоздено црнило. То је мешавина феро и фериоксида ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$), која настаје као споредан производ при производњи H_2SO_4 и HCl . Тако се добија раствор са

једињењима гвожђа из кога се таложењем са амонијаком формира црн талог гвозденог црнила. Талог се суши и фино меље. Садржи 99% $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$. Има добру покривну моћ. Употребљава се као заштитно средство против корозије.

Минерално црнило (црна креда). Састоји се од врло ситних честица разних врста глинастих шкриљаца. Боја садржи до 30% угљеника. Јавља се у нијансама од мрке до плавоцрне, добро покрива и јефтина је. Употребљава се као водена боја, а помешана са белом даје сиву боју. Раније се много више употребљавало, али је сада потискују боје ове врсте које су бољег квалитета.

Коштано црнило. Добија се млевењем коштаног угља. То је црна боја врло отпорна и постојана.

Од сивих боја највише се користе сиви шкриљац и цинково сиво.

Сиви шкриљац. Добија се млевењем и муљањем сивих шкриљаца. Жућкасто до црвенкастосиви прах добро покрива и даје с уљима врло тврде филмове. Много се употребљава за израду уљних китова и као подлога за друге боје.

Цинково сиво. Правим цинковим сивим треба сматрати делимично оксидисани и нечист прах металног цинка. Добро покрива као уљана боја и пријања на металним подлогама и брзо се суши, па се много употребљава као заштитна боја. Под тим именом долази у трговину и ZnO са прашином угља који отпада у производњи цинковог белила, чађи, графита итд. Те се смеше појављују и под другим различитим трговачким именима: дијамантносиво, платинскосиво, сребрносиво итд.

Најважније црвене боје су: гвоздено црвено, минијум, цинобер, кадмијумово црвено, црвени болус, хромово црвено, реалгар.

Гвоздено црвено. У природи се налази као гвоздена руда хематит (Fe_2O_3). Боја се добија жарењем и финим млевењем руде. Бољи квалитет ове боје добија се вештачки жарењем муља који заостаје при добијању глинице из боксита. Производи се у различитим нијансама. Отпорна је према атмосферским утицајима и светлости. Моћ покривања јој је осредња. Употребљава се као уљана и водена боја. Није отровна.

Минијум. Минијум (Pb_3O_4 или $\text{PbO} \cdot \text{Pb}_2\text{O}_3$) се вештачки добија оксидацијом олова на ваздуху при чему настаје жута глеђ (PbO). Добијена глеђ се меље, муља у води и поново меље и у специјалним муфолним пећима загрева на 300-350 °C, при чему прелази у црвени минијум:



Може се добити и калцинацијом $Pb(OH)_2$ при чему се такође добија глеђ, која се као и при претходном поступку, загревањем преводи у наранџасти минијум. Минијум има велику специфичну тежину, добро покрива као уљана боја, добро приања за металне површине и штити их од корозије. Отровна је боја.

Цинобер. Природни цинобер је фино самлевена живина руда цинобарит (HgS), слабијег је квалитета од вештачког, јер је нечист те се више и не користи као боја. Вештачки се добија на два начина, и то сувим и мокрым поступком. По сувом поступку најпре се загрева смеша Hg и S , док се не створи смеђецрна маса меркуросулфида (Hg_2S) који после сублимацијом из гвоздених реторти прелази у црвени меркурисулфид (HgS). По мокрог поступку добија се загревањем смеше Hg и S у раствору KOH , дуже време на температури од $50\text{ }^{\circ}C$. Приликом добијања цинобера највећа опасност је употреба елементарне Hg , док је готов производ мање опасан, јер је нерастворан. Употребљава се као водена и уљана боја. Није потпуно постојан на светлости јер прелази у црну модификацију. Спада у боје које имају највећу моћ покривања, али се тешко суши као уљана боја.

Кадмијумово црвено. Састоји се од мешавине једињења S , Se и Cd . Боја је постојана на топлоти и светлости. Користи се као уљана боја у сликарству, за емајле и у керамици. Једињења Se и Cd су отровна.

Црвени болус. То је мешавина Fe_2O_3 и глине. Има слабу покривну моћ, отпорна је према светлости и атмосферским утицајима. Употребљава се као водена боја за бојење дрвета и зидова.

Хромово црвено. То је базни оловохромат $Pb(OH)_2 \cdot PbCrO_4$. Добија се загревањем раствора $Pb(OH)_2$ и раствора $K_2Cr_2O_7$. Производња ове боје укључује све опасности које се односе на експозицију оловним и хромним једињењима.

Реалгар. Реалгар је арсен (II)-сулфид $As_2S_3(As_4S_4)$, који се у природи налази у облику лепих црвених кристала. Вештачки се добија топљењем смеше As и S . Употребљава се као боја у сликарству.

Жутих боја има у природи, али се добијају и вештачким путем. Међу њима се највише користе следеће: жути окер, хромно жутило, аурипигмент, цинково жутило, кадмијумово жутило, калајно жутило и антимоново жутило.

Жути окер. Жути окер је мешавина хидрата гвожђа, кречњака и глине. У природи се налази у разним нијансама, које зависе од односа хидрата гвожђа (и мангана) и глине. Боја зависи од хидрата гвожђа и мангана. Жива жута боја врста окера,

мора да садржи кречњак, и назива се сатинобер. Жути окер се може добити и вештачки таложењем соли гвожђа са кречним млеком. Ова боја употребљава се као пигмент за уљане боје, као и за бојење ограда, зидова, фасада, дрвета, хартије итд.

Хромно жутило. У природи се налази као жута оловна руда PbCrO_4 (оловохромат). Више се користи синтетички олововохромат који се добија реакцијом оловног ацетата и калијумбихромата [1]:



Синтеза укључује све опасности које се односе на оловна и хромна једињења. Ова боја је једна од најтраженијих жутих боја, производи се у нијансама од жуте до наранџасте, има добру моћ покривања и постојана је на светлости. Употребљава се за уљане боје, у индустрији гуме, грађевинарству, сликарству итд.

Аурипигмент. Аурипигмент (As_2S_3) се налази у природи у виду бубрежастих или гроздастих комада који се ваде, чисте, мељу и пакују за промет. Природни производ није отрован, а вештачки јесте. Вештачки производ се добија сублимацијом арсеника (As_2O_3) са сумпором. Његов жуто наранџасти прах се употребљава као пигмент у индустрији боја.

Цинково жутило. То је мешавина цинкхромата и калијумдихромата ($3\text{ZnCrO}_4\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$). Добија се деловањем $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ на водени раствор ZnSO_4 . Настали талог се испере, осуши и фино самеле у прах. Боја је врло отпорна према светлости и атмосферским утицајима. Употребљава се као пигмент у индустрији боја и као боја у грађевинарству.

Кадмијумово жутило. По хемијском саставу је кадмијумсулфид (CdS). Добија се увођењем H_2S у базне растворе кадмијумових соли, нпр. кадмијумкарбонат:



Због употребе H_2S , који је врло токсичан, лако запаљив и експлозиван гас морају се предузети одговарајуће заштитне мере. Кадмијумсулфид је мање токсичан од осталих кадмијумових једињења, али у присуству пара киселине или при повишеној температури ослобађа H_2S . Боја слабо покрива, постојана је на светлости и има добре антикорозивне особине. Употребљава се као акварелна боја.

Калајно жутило (мусивно злато). По хемијском саставу је калајдисулфид (SnS_2). Добија се загревањем калајних струготина са Hg , S и NH_4Cl . Добијене златно

жуте љуспице металног сјаја користе се за лажно позлаћивање и бронзирање. Синтеза укључује све опасности које су везане са употребом живе.

Антимоново жутило (напуљско жутило). То је једна од најстаријих вештачких неорганских боја. Врло добро покрива, отровна је, временом потамни и данас се ретко употребљава. По хемијском саставу је оловоантимонијат, $\text{Pb}(\text{SbO}_4)_2$.

Зелене боје настају мешањем жутих и плавих боја, и од односа ових зависи нијанса сваке зелене боје. У промету се најчешће сусрећу следеће зелене боје: хромно зеленило, перманентно зеленило, гињетово зеленило, швајнфуртско зеленило, веронска земља, хромоксидно зеленило.

Хромно зеленило. Боја је мешавина хромног жутила (PbCrO_4) и берлинског плавог (ферифероцијанид, $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$), и од односа ових компонената зависи њена нијанса и квалитет. Добија се сувим или мокрим млевењем и мешањем поменутих компонената уз додатак барита (BaSO_4), који побољшава дисперзију боје. Боја добро покрива, брзо суши, није постојана при загревању и није отровна. Употребљава се као пигмент за боје и лак-боје.

Гињетово зеленило. По хемијском саставу је базни хромоксид ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). Добија се умереним жарењем $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ с анхидридом борне киселине (B_2O_3) и кувањем добијеног растопа у води. Слабо покрива, али је постојана на светлости. Употребљава се као уљана боја, за бојење папира и као штампарска боја за новчанице.

Перманентно зеленило. Боја је мешавина цинковог жутила, гињетовог зеленила и барита. Моћ покривања ове боје је осредња; а отпорна је према светлости, атмосферским утицајима, топлоти и киселинама. Употребљава се као пигмент у индустрији боја и лакова за спољне и унутрашње радове.

Швајнфуртско зеленило. Боја се састоји из бакарацетата и бакарарсенита, $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$. Добија се из бакар сулфата (CuSO_4), арсен(III)-оксида (As_2O_3) и CH_3COOH у присуству Na_2CO_3 на температури од 82-85 °C. Смеша се охлади, талог се одвоји филтрирањем и суши на 35 °C. Боја се при употреби често меша са BaSO_4 и PbCrO_4 . Синтеза швајнфуртског зеленила је опасна због арсен(III)-оксида који је врло токсичан. Бакарарсенит и швајнфуртско зеленило као коначни производ синтезе такође су веома токсична једињења. Технолошке операције уситњавање арсентриоксида пре растварања, синтеза бакарарсенита, загревање раствора, растварање арсен(III)-оксида и уситњавање готовог производа много угрожавају радну и животну средину. Опасност представља и фина прашина арсенових једињења као и

CO₂, који се у појединим фазама процеса јавља, помаже излажење отровних пара, тако да реакционе посуде морају бити херметичке и опремљене вентилационим усисним уређајима. Због токсичности забрањена је њена употреба за бојење предмета који долазе у контакт са људима. Служи само као сликарска боја и као отров за маларичне комарце.

Веронска земља. То је природна неорганска боја, која се добија млевењем и муљањем минерала селадонита (двоструки силикат магнезијума и гвожђа). То је зелено сива боја, без сјаја, масног опипа, земљастог изгледа. Врло је постојана и није отровна. Употребљава се као уљана боја, а са гашеним кречом се употребљава у грађевинарству. Употреба ове боје је релативно мала, јер се данас располаже са квалитетним зеленим бојама, исто тако постојаним и јевтиним.

Хромоксидно зеленило. Спада у најстарије вештачке неорганске боје, а која је по хемијском саставу хромтриоксид (Cr₂O₃). Добија се најчешће топљењем бихромата са сумпором и угљем и тако добијени оксид редукцијом се излучује са водом. Боја је плавозелена, без сјаја, доста слабо покрива и врло је скупа, али то је једина потпуно постојана зелена боја. Употребљава се као уљана боја у сликарству, за штампање вредносних папира и као керамичка боја.

У промету се јављају природне и вештачке неорганске плаве боје. Природне боје из употребе све више потискују вештачке које су бољег квалитета. У употреби су најчешће следеће плаве боје: ултрамарин, берлинско плаво, кобалтово плаво, азурно плаво и смалта.

Ултрамарин. У природи се налази као минерал лазурит. Ултрамарини су по хемијском саставу сложени натријум-алуминијум-силикатни-полисулфиди (Na₅Al₃Si₃S₂O₂ – зелени, Na₄Al₃Si₃SO₁₂ - плави). Синтетички се производи жарењем смеше каолина, Na₂CO₃ или Na₂SO₄, S, SiO₂ и угља на 500-800 °C; у различитим односима због нијансе боје, у глиненим лонцима у коморној пећи. Процес траје дуго, а у сировинама не сме бити гвожђа. Готови производ се меша са топлим водом, филтрира и из раствора кристалише. Након кристализације, кристали се осуше и уситне до финог праха. Уситњавање сировинских компонената може довести до угрожавања радне средине због слободног SiO₂. Ултрамарин се употребљава у сликарству као уљана боја, као водена боја за бојење хартије, дрвета итд.; плавило за рубље.

Берлинско плаво. По хемијском саставу је ферифероцијанид, Fe₄(Fe(CN)₆)₃. Добија се деловањем FeSO₄ на калијумфероцијанид, K₄Fe(CN)₆, при чему се ствара

бели талог, који оксидацијом са натријумхлоратом (NaClO_2) прелази у берлинско плаво. Добијени пигмент се испира и таложи. Таложењем из хладног раствора настаје париско плаво, а из врелог берлинско плаво. Употребљава се у сликарству, као штампарска боја, а највише се меша са жутим за добијање зелених боја.

Кобалтово плаво. По хемијском саставу је кобалталуминат, $\text{Co}(\text{AlO}_2)_2$. Добија се жарењем смеше CoSO_4 , ZnSO_4 и $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ до црвеног усијања. Смеша се хлади, меље и сеје. Боја је постојана на светлост и добро покрива. Употребљава се као сликарска боја и као пигмент за уљане боје.

Азурно плаво. Природни производ се састоји од финог праха самлевеног минерала азурита, $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ тј. базног карбоната бакра. Вештачки боја се добија таложењем из мешавине неке бакарне соли, гашеног креча и KOH . Настали талог се одваја цеђењем, испира водом, суши, меље и просејава. Употребљава се као зидна боја са кречом, за бојење текстила итд.

Смалта. То је плава боја која је добијена млевењем и сејањем калијумовог стакла које је обојено плавим кобалтоксидом. Добија се жарењем, у пламеној пећи, мешавине K_2CO_3 , арсенасте киселине (H_3AsO_3) и кобалтоксида. Боја је фини прах отворено плаве боје. Отпорна је према разним утицајима и није отровна. Употребљава се за бојење стакла, порцелана и емајлираног посуђа.

Следеће мрке (смеђе) боје су у употреби: умбра, болус (мрки), асфалтно мрко, манганов бистер и вандик-смеђе.

Умбра. У природи се налази као мешавина глине и оксида гвожђа и мангана. Добија се печењем смеше млевеног мрког угља на гвозденим плочама; тако да жути оксид гвожђа пређе у црвени, а битуминозни део угља претвори у угљеник. После хлађења производ се меље и сеје у фини прах. Употребљава се за уљане боје, као зидна боја, заштитна боја за гвожђе и дрво.

Болус (мрки). У природи се налази као мешавина глине, оксида гвожђа и мањих количина песка. Комади разне величине се копају, мељу и сеју у фини прах мрке боје. Може да буде и у другим бојама. Употребљава се за уљане боје и као водена боја у сликарству.

Асфалтно мрко. Боја је фино измлевени асфалт. Употребљава се као уљана боја и у литографији.

Манганов бистер. По хемијском саставу је двоструки оксид мангана (Mn_3O_4 ; $\text{Mn}_2\text{O}_3\text{MnO}$). То је вештачка неорганска мрка боја, која се добија деловањем раствора

$MnCl_2$ на калијумхипохлорит ($KClO$), а настали талог се одваја цеђењем, суши и на крају fino измеље.

Металне (бронзане) боје представљају посебну групу неорганских боја. Метали и њихове легуре који имају изразиту боју, релативну постојаност на светлост и не мењају се битно под утицајем атмосферских промена, јављају се у виду ситних честица под именом металне или бронзане боје. Крупније честице зову се брокати. Најчешће се користе следеће металне боје:

- златна бронза је fino измлевено злато, и то најчешће његови отпаци, који остају приликом обраде овог метала у разне златне предмете;
- сребрна бронза се састоји од ситних честица након млевења сребрних листића;
- бела бронза је fino измлевени алуминијум или легура калаја и цинка;
- црвена бронза се састоји од ситних честица бакра;
- жуто-зелена бронза је fino измлевени месинг ($Cu + Zn$);
- алуминијумова бронза је легура Al и Cu у виду finoг праха;
- музивно злато је калајсулфид (SnC_2), у љуспицама, у виду лепе златне боје;

Употребљавају се као уљане и водене боје за бојење предмета у декоративне сврхе, али и као антикорозивне боје и лакови.

Светлеће боје представљају, такође, посебну групу неорганских боја. Светлеће боје је заједнички назив за све материје које у мраку светле, тј. фосфоресцирају. Ову особину нарочито показују сулфиди земноалкалних метала (BaS , CaS , SrS) као и једињења радиоактивних елемената (радијум, торијум итд.). Радиоактивни елементи светле сами од себе, док сулфиди земноалкалних метала показују ову појаву само ако се мешају са радиоактивним елементима. Особина ових елемената искоришћена је код израде уређаја за сигнализацију (индустрија, саобраћај, војска итд.) и на свим осталим местима и уређајима да се не би трошила електрична енергија.

2.3.2. Органске боје

Све материје органског порекла (биљног и животињског или синтетичког) које имају способност да посредно или непосредно обоје друге материје називамо органским бојама. Природне боје налазе се готове у биљним или животињским организмима, па се једноставно из њих издвајају. До појаве вештачких (синтетичких) боја; потребе за бојама су релативно лако задовољаване природним органским бојама.

Природне органске боје добијају се из биљних или животињских организама тако што се одговарајућим растварачима (вода, алкохол и др.) издвајају и на тржиште долазе као прах или екстракт. Биљних органских боја има много више од животињских. Како су по квалитету ове боје неуједначене за њихову употребу је потребно велико искуство. Њих су из индустријске употребе избациле вештачке боје. Данас се ограничено употребљавају, још само у прехранбеној индустрији, индустрији лекова, козметици, домаћој и занатској радиности. Најзначајније природне органске боје су пурпур, индиго, кармин и ализарин.

На увођење синтетичких органских боја највише је утицало висока цена природних боја, мали избор боја и нијанси, као и неуједначен квалитет.

Снажан утицај у производњи органских боја извршиле су синтезе првих вештачких органских боја: синтеза мовеина, љубичасте боје (Perkin, 1856), и фуксина, црвене боје (Verguin, 1859). Касније је радовима на синтези органских боја велика група хемичара (Graebe, Liebermann, Caro, Bayer) дала солидну базу за развој хемијске индустрије органских боја у Енглеској и Француској шездесетих година прошлог века, а касније и у Немачкој.

Синтетичке органске боје називају се још и катранске или анилинске боје. Катран каменог угља, дотада нуспроизвод коксара, у индустрији органских боја, постаје незаменљива сировина. Катран у саставу својих дестилационих фракција садржи деривате бензена, крезоле, нафталин, антрацен и анилин који представљају основу за синтезу свих органских боја. Поред катрана за производњу вештачких боја користе се још неорганске киселине и базе, алкохол, алдехиди, сумпор, хлор, бром, јод итд.

Производња синтетичких органских боја врши се тако што се из поменутих органских и неорганских једињења добијају међуфазни производи (интермедијери) из којих се синтетизују поједине групе и типови боја.

У развоју хемијске индустрије вештачких органских боја јасно се издвајају три раздобља. У првом раздобљу (до 1914.год.) истражују се нове боје само емпиријски. Исто тако ради се на изналажењу поступака за производњу, као и метода употребе. На крају овог раздобља познато је око 5000 нових боја. Друго раздобље (до 1939.год.) карактерише усавршавање поступака производње и поступака бојења. У овом раздобљу откривено је мало нових боја. У трећем раздобљу, које још траје, и даље се истражују нове боје и производе се већ пронађене боје већег квалитета. У овом раздобљу и већина осталих земаља почиње са производњом неких синтетичких боја.

Треба нагласити да је најснажнији утицај, на развој индустрије синтетичких боја, имала текстилна индустрија као највећи потрошач ових боја.

Данас се нешто више од 5000, у хемијском погледу дефинисаних, боја појављује на тржишту под више од 20000 трговачких назива. Ова конфузија у погледу назива настаје из разлога што боја долази на тржиште под називом из кога се не виде бојадисарске и хемијске особине; што произвођачи за једну те исту боју имају различите називе; што једну те исту боју различитог квалитета пуштају на тржиште под различитим именима.

Синтетичке органске боје могу се класификовати на различите начине. Најважније класификације ових боја су према хемијској конституцији и према бојадисарским особинама (растворљивости у води).

Класификација синтетичких боја према хемијској конституцији има велики значај, јер од хемијске конституције зависе физичке, хемијске и бојадисарске особине, као и начин примене боја.

На основу хемијског састава синтетичке органске боје деле се на неколико група, од којих су најважније: азо-боје и диазо-боје, трифенилметанске, антрахинонске, сумпорне, индиго и остале синтетичке боје.

Азо-боје и диазо-боје је најбројнија група синтетичких боја, а по хемијском саставу су поливалентни деривати аминокиселина, тј. азо-бензени. Добијају се процесом диазотације. Од ових боја најважније су метилоранж, бизмарково мрко, анилинско жуто, хелиантин итд.

Трифенилметанске боје су деривати трифенилметана у коме су најмање два водоникова атома, у два од три бензенова прстена, замењена аминокиселинским или хидроксилним групама. Поред ових група у молекулу боје могу још да се налазе и једна или више карбоксилних или сулфо-група. На овај начин ствара се много комбинација боја које

припадају овој хемијској групи. Најзначајније боје ове групе су фуксин, ауремин, аурин, коралин, потентно плаво итд.

Антрахинонске (антраценске) боје, су деривати антрахинона, који се добија оксидацијом антрацена из катрана каменог угља. Антрахинонске боје настају увођењем у молекул различитих група (хидроксилне, амино, сулфо итд.). Најпознатија антрахинонска боја је ализарин, од кога се изводе две врло важне боје индантрен и флавантрен, а из њих се изводе различите и врло квалитетне боје.

Сумпорне боје добијају се загревањем фенола, аминоксенола, дифениламина са сумпором и натријум сулфидом. Њихова структура још и данас није тачно утврђена, а технички производи увек су смеше неколико различитих једињења. Употребљавају се за бојење неких тканина. Значајније боје ове групе су аурунал, имедиал-жуто и плаво, катигенске и пирогенске боје.

Синтетички индиго добија се из антранилне киселине, монохлорсирћетне киселине, натријумхидроксида и алкохола по врло компликованом поступку. Ове боје имају врло квалитетне особине, као што су добра постојаност, нерастворљивост у води, разблаженој сумпорној и хлороводоничној киселини; растворљивост у разблаженој азотној и концентрованој сумпорној киселини као и у неким органским растварачима.

Остале синтетичке боје су неке мање важне групе синтетичких органских боја: нитро-боје, метиленско плаво, тиазин, сафранин, азинске, анилинско црно, хидроксикатонске, ружичасте боје итд. Значај ових боја је мали, јер у укупној производњи учествују са само 7%, мада међу њима има врло квалитетних боја.

Са гледишта бојадизарства боје се деле на растворне и нерастворне у води. По овој класификацији у групи се налазе боје различите хемијске конституције, а свака група има своје подгрупе.

Већина органских боја се раствара у води и употребљавају се за бојење текстила, коже, крзна, дрвета, папира и других материјала. Овој групи припадају многе азо-боје, трифенилметанске, антрахинонске и друге боје. Употребљавају се за бојење вуне и свиле у киселој средини.

Базне боје растворљиве су у води само као соли, а базни карактер добијају од присуства једне или више амино-група. Употребљавају се углавном за бојење вуне, свиле, папира и коже.

Супстантивне (директне) боје имају способност да директно боје у неутралној или слабо базној средини. У ову групу спадају азо-боје и полиазо боје. Овим бојама се боји целулоза, кожа, свила, вуна и текстилна влакна.

Бојење кисело-мочилским бојама изводи се тако што се тканина прво потопи у раствор неке соли, хлора или алуминијума, а после тога тканина се ставља у раствор боје која се фиксира на влакно као нерастворен комплекс. Поред синтетичких и већина природних органских боја припада овој групи.

Боје нерастворене у води су малобројне, а пракса их дели на редукионе, сумпорне, пигментне, развојне и боје растворљиве у органским растварачима.

Редукионе боје се растварају у води тек после редукије са натријумбисулфитом и у присуству натријумхидроксида. Редукијом, боја се веже на влакно као супстантивна боја, а на ваздуху се оксидује у нерастворан облик. Значајније боје ове групе су индигоидне и неке антрахинонске боје. Употребљавају се углавном за бојење целулозних влакана.

И сумпорне боје се морају редуковати пре бојења текстила натријумсулфидом.

Пигментне боје су нерастворне у растворима с којима се употребљавају. Употребљавају се за бојење пластичних маса, гуме и папира у форми уљаних боја и бојених лакова.

Развојне боје или боје које се граде на влакну, синтетизују се на самом влакну из интермедијера. Припадају азо-бојама. Најважније боје су берлинско плаво, анилинско црно и друге боје.

Боје које се растварају у органским растварачима употребљавају се за бојење пластичних маса, за производњу лакова, воскова итд.

2.4. ИСПАРЉИВЕ КОМПОНЕНТЕ СРЕДСТАВА ЗА БОЈЕЊЕ

Најпознатији растварач је вода. То је једини нетоксичан растварач. Како вода велики низ материја не раствара или је њихова растворљивост мала појавила се потреба за коришћењем других растварача (средства за растварање). Савремена индустријска производња не може се ни замислити без употребе различитих супстанци, које су под нормалним радним условима (температура и притисак) течне и имају способност да друге супстанце разреде, растворе, суспендирају, емулгирају.

Непрекидно се повећава број течних органских растварача који се примењују у индустрији, а њихова производња и потрошња све брже расту. У последње време растварачи се не употребљавају само у хемијској индустрији већ и у осталим индустријским гранама тј., не постоји грана привреде у којој растварачи не играју неку улогу. Подручје примене растварача је обимно и разнолико. Најчешће се користе мешавине растварача, а ређе чисти растварачи. Растварачи се користе као помоћне материје, потпомажу разне процесе, омогућавају многобројне радне операције. Органски растварачи имају веома широку примену у индустрији у различитим технолошким процесима: индустрија вискозних производа, текстилна индустрија, индустрија папира, хемијска и фармацеутска индустрија, индустрија боја и лакова итд. У великој мери користе се растварачи за одмашћивање; при производњи масти и уља, лакова, боја, вештачке свиле, вуне и коже, гуме, пасте за обућу; као средства за антикорозију, импрегнацију, чишћење, премазивање, растварање, полирање, наједање, заштиту од мраза; као погонска горива, антидетонатори итд. Органски растварачи могу да се примењују и у смешама којима се додају и друга средства за разређивање, попуњавање и пластификовање како би раствор добио одговарајући вискозитет и еластичност.

Материје које се користе као органски растварачи морају имати следеће особине: лаку испарљивост, да растварају масти и материје сличне мастима; не смеју мењати своје особине под утицајем воде, киселина, база и др.; не смеју ступати у стабилна хемијска једињења са супстанцама које растварају; не смеју кородирати метале итд. Како растварачи припадају различитим групама и класама једињења они немају заједничких хемијских особина. Суштину растварања чини збир физичко-хемијских особина. Под растварачем, у ширем смислу, подразумевамо супстанцу која раствара неку другу супстанцу, а при том не мења своје хемијске особине. У ужем смислу под растварачима се подразумевају течни растварачи. У раду биће речи само о течним органским растварачима.

Органски растварачи су једињења која претварају чврста једињења или течна неиспарљива органска једињења у растворе, а при томе се не мењају у хемијском погледу. Они припадају великој групи алифатичних и ароматичних угљоводоника и њихових деривата. Органски растварачи се примењују у смешама, којима се додају и друга средства за разређивање или попуњавање, како би раствор добио одговарајући вискозитет. Сем тога додају се пластификатори који обезбеђују еластичност превлаке.

Многобројни чиниоци од којих зависе могућност, обим и брзина растварања чврстих супстанци у течним растварачима и узајамног растварања течних растварача још нису у потпуности испитани. Полазну тачку при избору растварача и данас представља старо емпиријско правило „слично се раствара у сличном“.

Растворна моћ растварача, као резултат истовременог деловања различитих сила које не зависе од истих чинилаца и чији се односи мењају у зависности од природе растворене супстанце, од температуре и од других услова, може се мењати у широким границама. То, с једне стране, представља основну тешкоћу за формулисање општих правила о растворљивости, али са друге стране, значи велику потенцијалну могућност регулисања растворних моћи техничких растварача, према захтевима њихове практичне примене. Ефекти повећања и смањења растворљивости, који се у ствари свode на промену односа међумолекуларних сила у раствору, могу се остварити наглашавањем неке од карактеристичних особина састојака: диелектричне константе, константе поларизације, јонског наелектрисања, поларности, протонског или електронског афинитета итд.

Узајамна растворљивост течних растварача зависи од њихове хемијске природе и од температуре. Ове зависности су веома јасно изражене, па се растварачи по могућностима узајамног растварања могу поделити на потпуно мешљиве, делимично мешљиве, непотпуно мешљиве и потпуно немешљиве раствараче.

Физичко-хемијске карактеристике растварача од вишеструког су значаја за примену и еколошки ризик.

По својим физичким особинама растварачи у чистом стању су обично бистре течности, тежи или лакши од воде, а њихове паре су увек теже од ваздуха тј. налазе се у близини пода. Испаравање растварача и мешање његове паре са ваздухом радне атмосфере убрзава кретање ваздуха. Опасности од тровања прете ако се прекорачи максимална дозвољена концентрација (МДК). Физиолошко дејство органских растварача долази до изражаја само под одређеним радним условима и концентрацијама. То су разлози да постоје велике разлике у токсичном дејству растварача које се крећу у дијапазону од фаталног до таквог токсичног дејства које не долази до изражаја и после дужег времена.

Паралелно са повећањем броја растварача повећава се и степен опасности при раду са њима. Велики број растварача и њихова разноликост (различите физичке, хемијске и токсичне особине) стварају посебне проблеме у техничком погледу и на

подручју заштите радне и животне средине. Ово условљава различити степен опасности по здравље радника у погледу врсте и тежине затрованости. Статистички подаци указују да само један део професионалних обољења припада хемијској индустрији, а остали део припада свим привредним гранама. Оштећења здравља (акутна и хронична) која су изазвана професионалном експозицијом органским растварачима призната су у многим земљама као професионална обољења.

Како рад са органским растварачима захтева стручно знање, стручњак за заштиту на раду (индустријски токсиколог) мора добро да познаје особине растварача који се употребљавају, као и услове рада са овим супстанцама.

Органски растварачи су лако запаљиве и експлозивне материје, које због ових својих особина могу да доведу до пожара, који се брзо шире и тешко локализују. При планирању и спровођењу превентивних заштитних мера, у технолошким процесима где се користе или добијају органски растварачи, поред токсичности, треба узети у обзир и ове њихове особине. Заштитне мере за спречавање пожара и експлозија су: забрана коришћења отвореног пламена, држање органских растварача у специјално затвореним судовима, код вршења поправки (заваривање и др.) треба одстранити и трагове органских растварача итд.

Средства за бојење, као што је наведено, састоје се из неиспарљивих састојака (основне компоненте и додаци) и испарљивих састојака. Испарљиви састојци могу да буду различити органски растварачи, разређивачи и разблаживачи.

Органски растварачи су неколоидне течности које растварају основне компоненте и при настајању филма испаре из премаза под нормалним условима. Чисти органски растварачи су најпростији хемијски производи, а могу да буду и течности сложеног хемијског састава.

Разређивач је течност, проста или мешовита, испарљива под нормалним условима, не раствара основну компоненту, добро се меша са растварачима у циљу снижавања вискозитета средства за бојење и побољшање других карактеристика примене. Престају разлози за употребу разређивача уколико су скупљи од органских растварача. Од разређивача обично се употребљавају бензин, бензен, алкохол итд. Дакле, између растварача и разређивача у хемијском погледу нема разлике односно једна иста супстанца може да игра улогу и растварача и разређивача у зависности од функције коју има у средству за бојење.

Разблаживач је течност, проста или мешовита (смеша растварача, и евентуално разређивача), испарљива под нормалним условима, додата боји да јој да или очува постојаност коју захтева употреба средства за бојење.

Како растварач не улази у састав филма (премаза) и не учествује у заштити материјала, разлози економичности и разлози заштите радника од токсичног дејства растварача захтевају што нижи проценат растварача у средству за бојење. Сразмера растварача у средствима за бојење варира у зависности од начина примене и коришћења, јер средство мора да има одређени вискозитет. Тако на пример, пнеуматско распршивање захтева одређено разблаживање, а непнеуматско распршивање захтева мали проценат растварача. Врло је тешко произвести средство за бојење које има и мали вискозитет и мали проценат органског растварача. Избором одговарајућег растварача или смеше растварача и додатком регулатора вискозитета овај проблем се доста добро решава. Поред овога на овај начин се много ублажују и опасности и штетности при раду са органским растварачима у погонима за производњу боја и лакова.

При производњи средстава за бојење који ће се органски растварач употребити зависи од хемијског састава основне компоненте. За производњу средстава за бојење на бази природних или модификованих сушивих уља и природних смола употребљавају се као растварачи бензин, петролеј, бензен, хлорирани угљоводоници, терпентинско уље; на бази модификоване целулозе као растварачи употребљавају се ацетон и естери. Метанол и етанол се употребљавају за све природне и вештачке смоле које растварају.

Један од важних чинилаца процењивања опасности од токсичног дејства органских растварача, састоји се у разматрању физичких параметара, као што су тачка кључања, топлота испаравања и напон паре. Како органски растварачи не улазе у састав филма њихова тачка кључања не би требало да буде изнад 260 °C. Поред овога, друга важна физичка особина растварача је брзина испаравања, јер је испаравање опасно како због многих других опасности тако и због великог токсичитета. Ова физичка особина обично је пропорционална тачки кључања, али то није увек случај. Са гледишта квалитета премаза, механичких и естетских особина, растварачи не смеју имати ни велику, а ни малу брзину испаравања. Без обзира на ово паре токсичних органских растварача стварају велике проблеме при заштити радника. При производњи боја и лакова примећене су интоксикације и професионална обољења од органских растварача, разређивача и разблаживача. Све ове материје су мање или више токсичне

по организам човека; утичу на нервни систем, крв и крвне судове, јетру, бубреге; због њихове особине да растварају масти, они имају локално дејство на кожу.

Исто тако врло важна физичка особина је напон паре која је повезана са токсичношћу супстанце. Познато је, да је у истим радним условима мање опасан врло токсичан растварач са ниским напоном паре, од течности скоро исте токсичности али са високим напоном паре. Из ових разлога неке земље предлажу да се процењивање токсичности радне атмосфере са органским растварачима поред МДК допуни појмом „индекс ризика“ [10]:

$$Ir = \frac{\text{напон паре (303°K, 101325 Pa)}}{\text{МДК (cm}^3/\text{m}^3\text{)}} \quad (2.10)$$

Из напред изложеног можемо да закључимо да само комплетна студија физичко-хемијских особина органских растварача може да нам укаже на опасности и штетности које могу да се јаве при раду са овим супстанцама односно да одреди управљачке заштитне мере за безбедност радне и животне средине.

2.4.1. Класификације органских растварача

Органски растварачи класификују се на различите начине у зависности од критеријума поделе.

Према физичкој природи сви растварачи се деле на:

- чврсте раствараче,
- течне раствараче,
- гасовите раствараче,
- растопљене метале.

Како токсичност зависи и од физичких особина растварача (физичка токсичност) поделу можемо извршити на основу сваке појединачне физичке особине: тачке кључања, топлоте испаравања, критичне температуре, критичног притиска, напона паре, површинског напона, диполног момента итд.

Уколико је нижа тачка кључања органског растварача, утолико му је испарљивост већа, а тиме и већа могућност настанка високих концентрација пара у радној атмосфери. Испарљивост растварача креће се од оних који не испаравају (глицерин) до оних који испаравају на обичној температури (ацетон). Према тачки кључања органски растварачи се деле у три групе:

- са ниским температурама кључања (до 100 °C),
- са средњим температурама кључања (100 - 150 °C),
- са високим температурама кључања (више од 150 °C)

Врло је значајна и подела растварача на основу диполног момента:

- поларни растварачи,
- слабо поларни растварачи,
- неполарни растварачи.

Услед електричног привлачења између молекула поларних растварача и молекула супстанце која се раствара врши се растварање. У поларне раствараче спадају алкохоли, кетони итд. Халогени угљоводоници су слабо поларни растварачи. Неполарни растварачи растварају супстанце сличне хемијске структуре.

Према хемијској структури органски растварачи се деле у две основне групе:

- алифатична једињења (C-атоми поређани у отвореном ланцу);
- ароматична једињења (прстенаста структура).

Ако се као критеријум класификације узме улога растварача у хемијским реакцијама, у раствору, растварачи се деле на:

- растварачи слични води (алкохоли, етри, естри, кетони),
- растварачи слични амонијаку (амини, диамини, полиамини, нитрили, амиди нижих киселина),
- протонске киселине (мравља и сирћетна киселина),

На основу природе растворене супстанце раствараче делимо у четири основне групе:

- растварачи за масти, уља и воскове;
- растварачи за каучук, гуму, смоле, асфалт, битумен, катран;
- растварачи за деривате целулозе;
- растварачи за боје природног и синтетичког порекла.

Према пореклу органски растварачи се деле на:

- природне раствараче,
- синтетичке раствараче.

Класификација растварача према њиховом физиолошком дејству се односи само на испарљиве раствараче. По њој органски растварачи се деле у пет група:

- нервни отрови;

- општи нервни отрови (изазивају наркозу без специфичног токсичног дејства): бензин, етар, нижи алкохоли, алдехиди, кетони и неки естри;
- специфични нервни отрови (наркотично дејство и специфична оштећења организма): угљентетрахлорид и трихлоретилен;
- отрови плућа и иританси (надражују кожу и слузокожу): етри метилног реда и естри мравље киселине;
- отрови крви и крвних судова: бензен и хомолози;
- метаболитички отрови (нападају јетру): хлорирани угљоводоници;
- бубрежни отрови: гликоли тетрачлорметан, тетрачлоретан.

Према степену опасности органски растварачи могу да буду:

- сразмерно безопасни растварачи који ретко изазивају оштећење здравља под нормалним радним условима: пентан, бензин, хептан, етихлорид, етилацетат итд.;
- растварачи са јачим токсичним дејством који изазивају оштећења здравља у специфичним радним условима: етиленгликол, дибутилфталат, бутилгликол;
- средње токсични растварачи који изазивају трајна оштећења здравља под нормалним радним условима: толуен, ксилен, циклопентан, кумол, амилалкохол, трихлоретилен, метиленоксид, нитроетан.
- изразито токсични растварачи у малим количинама изазивају трајна оштећења: цијановодоник, бензен, угљендисулфид, метанол, формалдехид, фенол, нитробензен, диметилсулфат.

Услови примене условљавају следећу класификацију растварача:

- токсични и нетоксични растварачи,
- хигроскопни растварачи,
- запаљиви растварачи,
- експлозивни растварачи,
- корозивни растварачи.

Класификација према приступачности (цени) обухвата:

- јефтине раствараче,
- скупе раствараче.

Основна класификација органских растварача је према хемијској структури, односно по хомологим редовима, као што се и деле органска једињења. Као представници хомологих редова дати су само органски растварачи који имају примену у индустрији боја и лакова:

- угљоводоници,
- алкохоли,
- етри и ацетали,
- алдехиди и кетони,
- карбонске киселине,
- естри,
- хлорни деривати угљоводоника,
- органска једињења азота,
- једињења сумпора,
- једињења са више функционалних група,
- сложени растварачи.

Угљоводоници су једињења у чији састав улазе само угљеник и водоник. Угљоводоници који садрже максимални број водоникових атома су алкани или засићени, а сви остали, који имају мање водоника су незасићени угљоводоници.

Засићени угљоводоници имају релативно малу токсичност када продиру у организам преко органа за дисање. Као и већина растварача, и ови имају у великој мери анестетичке карактеристике. Делују у две фазе, прво надражују, а затим депресивно на централни нервни систем.

Незасићени угљоводоници према структури деле се на алифатичне, који немају атоме распоређене у прстену и ароматичне угљоводонике са прстенастом структуром. Са гледишта индустријске токсикологије много су значајнији ароматични угљоводоници. Ароматични угљоводоници представљају много добре раствараचे, с једне стране, а с друге стране, на токсиколошком плану посматрано, они представљају велике опасности па је неопходно поштовање мера заштите при раду са њима као и са аспекта еколошког ризика.

Бензен C_6H_6 . Паре бензена су веома отровне и могу бити апсорбоване не само удисањем, него и кроз кожу. Акумулира се у организму и изазива хронично тровање, анемију и предиспозицију за леукемију. Течна фаза у додиру са кожом изазива сушење и запаљење. Бензен се неограничено раствара у апсолутном етанолу, етру, ацетону,

толуену и сирћетној киселини. Раствара се и у хлороформу, угљенбисулфиду, угљентетрахлориду и уљима. Са водом и неким органским растварачима бензен гради азеотропне растворе. Бензен је врло добар растварач за уља, масти, смоле, каучук, сумпор, фосфор, јод и велики број органских једињења. У нормалним условима електролити су у бензену практично нерастворни. Бензен се употребљава у индустрији боја, лакова, текстила, фармацеутских и козметичких препарата; у процесима чишћења, одмашћивања итд.

Толуен, C_7H_8 . Паре толуена при вишим концентрацијама могу изазвати умор, главобољу, менталне поремећаје. Хронично дејство нижих концентрација је слабије него код бензена, па се зато где је могуће бензен замењује толуеном. Толуен добро раствара масти и смоле, меша се са алкохолом, етром, угљенбисулфидом и другим органским растварачима, а врло мало се раствара у води. Сумпор, фосфор и јод показују ограничену растворљивост у толуену.

Ксилен, C_8H_{10} . Технички ксилен је смеша орто, мета и пара ксилена, и садржи примесе толуена и етилбензена. По физиолошком дејству ксилен је сличан толуену; паре ксилена јаче надражују кожу од пара бензена и толуена. Ксилен је веома растворан у етанолу и етру, а нерастворан у води. Као и бензен и толуен се употребљава као растварач и разблаживач у различите сврхе, а нарочито у индустрији површинских премаза.

Нафталин, $C_{10}H_8$. У непосредном додиру нафталин изазива запалење коже. Дуже удисање пара нафталина изазива запалење очног нерва и оболење бубрега. Нафталин се користи као растварач у растопљеном стању. Добро раствара сумпор, селен, јод, индиго и разне друге органске супстанце; сам се добро раствара у бензену, алкохолима, естрима и халогенованим угљоводонцима.

Под **алкохолима** се подразумевају хидроксилни деривати угљоводоника. Много се користе као растварачи. То су растварачи природних смола. Са гледишта индустријске токсикологије стварају углавном мало проблема. Махом сви имају наркотичне особине, тј. имају дејство на централни нервни систем.

Метанол, CH_4O . Метанол је врло јак отров који када се унесе преко органа за варење и изазива слепило и смрт. Паре метанола имају много јаче токсично дејство од других алифатичних алкохола; изазивају надражај грла, главобољу, несвестицу, оштећење вида, а при дужем излагању субкутним дозама могу изазвати трајна оштећења организма и смрт. Метанол има јасно изражене особине поларног растварача.

Меша се са водом и многобројним органским растварачима, веома добро раствара поларне смоле, док су уља, масти, алкидне смоле и већина полимера у њему нерастворни. Изузетак представљају поливинилацетат, нижи поливинилетри и полиметакрилати који се растварају у метанолу. Са чистим угљоводонцима метанол се меша само у одсуству воде. Поред тога, у метанолу се раствара већи број неорганских једињења. Практичну примену метанола у извесној мери ограничавају његова биолошка дејства. Употребљава се као додатак другим растварачима у индустрији лакова, као екстракционо средство у индустрији нафте; као средство за везивање угљендиоксида, сумпорних једињења, амонијака, цијановодоничне киселине итд.; за пречишћавање синтетичког гаса.

Етанол, C_2H_6O . Дуже излагање вишим концентрацијама етанола може изазвати надражај органа за дисање, главобољу, деконцентрацију и наркозу. Технички етанол раствара поларне смоле (шелак, колофонијум, киселе модификоване смоле); фенол-формалдехидне, меламин-формалдехидне и карбамид-формалдехидне смоле; као и ниже полимере винилетра и винилацетата. Масти и уља се у етанолу боље растварају него у метанолу, али ова растворљивост нема већег значаја за индустријску примену. Етанол се меша у свим односима са водом и са многим органским растварачима. При мешању етанола са водом долази до слабог загревања смеше и до контракције запремине.

Пропанол, C_3H_8O . Пропанол спада међу најмање штетне раствараче. Његове паре имају нешто јаче наркотичко дејство од пара метанола, али пропанол се врло брзо елиминише путем процеса измене материја у организму. Пропанол се неограничено раствара у води, етанолу и етру. Растворљив је скоро у свим органским растварачима. Употребљава се као растварач за естре и етре целулозе, природне и синтетске смоле, биљна уља и воскове и као састојак мешовитих растварача.

п-Бутанол, $C_4H_{10}O$. Паре п-бутанола имају нешто јаче токсично дејство од нижих алкохола, али због малог напона паре оно не долази до изражаја. п-Бутанол се неограничено раствара у етанолу и етру. Растворљив је у већини органских растварача. Растворљивост

п-бутанола у води износи на $15^{\circ}C$ 9g/100ml, на $20^{\circ}C$ 7,9 g/100ml и на $25^{\circ}C$ 8,9 g/100ml.

п-Бутанол је добар растварач за етилцелулозу, већину смола, шелак и различита органска једињења. Употребљава се као растварач у разним гранама индустрије, као дехидратационо средство и као средство за снижење површинског напона.

Амилалкохол, $C_5H_{12}O$. О физиолошком дејству амилалкохола нема детаљних података. Амилалкохол се неограничено раствара у етанолу и етру и растворан је у ацетону, бензену, метанолу и етилацетату. Амилалкохол се употребљава у производњи лакова, фармацеутских производа и органској синтези.

Циклохексанол, $C_6H_{12}O$. Умерене концентрације пара циклохексанола изазивају благ надражај очију и благу наркозу. При дужем излагању умереним концентрацијама кумулативни ефекти могу изазвати дегенерацију неких органа. Апсорбује се и кроз кожу. Циклохексанол се раствара у етилалкохолу, етру, угљенбисулфиду, бензену и терпентину и меша се са већином органских растварача. Циклохексанол је добар растварач за естре и етре целулозе, уља, боје и лакове. Примењује се и у производњи инсектицида и дезинфекционих средстава.

Етиленгликол, $C_2H_6O_2$. При нормалним радним условима, због ниског напона паре, етиленгликол не делује штетно. Узет преко органа за варење изазива акутно тровање; дуже узимање малих количина може изазвати озбиљно оштећење појединих органа, па чак и смрт. Етиленгликол се меша у свим односима са водом, нижим алкохолима, глицерином, сирћетном киселином, ацетоном и пиридином. Тешко се раствара у етру, бензену, његовим хомологим дериватима, бензину, минералним уљима, халогеним дериватима угљоводоника и угљенбисулфиду. У етиленгликолу се растварају боје, воскови и смоле, али због мале испарљивости није погодан за производњу боја и лакова. Главну примену етиленгликол налази као антифриз. Поред тога употребљава се у мешовитим растварачима.

Бензилалкохол, C_7H_8O . Експерименти вршени на животињама индицирају да је токсично дејство бензилалкохола два до три пута јаче од дејства n-бутанола. Удисање паре бензилалкохола у непроветреној просторији изазива осећај слабости. Бензилалкохол се неограничено раствара у етанолу, етру, хлороформу, метанолу, ацетону. У бензилалкохолу се растварају смоле, воскови, гума, ацетат целулозе; употребљава се у органској синтези, у производњи боја, мириса, фармацеутских препарата и као средство за локалну анестезију.

Етри и ацетали поседују велике растварачке способности нарочито када се ради о мастима, воску и неким термопластичним смолама. Без обзира на ово, употреба им је ограничена и у индустрији се употребљавају само нека једињења, од којих су најчешћи тетрахидрофуран као растварач за лепкове, диоксан и метилал за чишћење и омекшавање коже и растварачи смола добијених из целулозе. Они се нарочито

апсорбују преко плућа, имају јаче или слабије наркотичко дејство, а и делују надражујуће на кожу и слузокожу (посебно диоксан).

Етилетар, $C_4H_{10}O$. Диетилетар је врло јак наркотик. При дужем удисању мањих концентрација, до 1%, долази до стања опијености; више концентрације изазивају губитак свести и успоравање основних функција у организму. Удисање ваздуха који садржи 3-5% етра доводи до дубоке наркозе, а концентрација 7 - 10% етра могу услед слабљења дисања и крвотока изазвати смрт. Најчешће примесе у потпуно чистом етру су пероксиди, који се граде у додиру са кисеоником из ваздуха и изванредно су експлозивни. У диетилетру се врло добро растварају уља, масти, смоле и боје. Вулканизиран каучук се не раствара у диетилетру. Смеше диетилетра и нижих алкохола добро растварају нитроцелулозу и имају велику примену у производњи лакова који се брзо суше. Поред тога диетилетар се употребљава као средство за екстракцију и као наркотик, а веома је раширена и његова примена у лабораторијском раду, за извођење реакција.

п-Пропилетар, $C_6H_{14}O$. Пропилетар има нешто јаче токсично дејство од етилетра. На кожи изазива сушење и могућност секундарних инфекција. Пропилетар се неограничено раствара у етанолу и етру. Добро раствара уља, масти, смоле и боје.

п-Бутилетар, $C_8H_{18}O$. п-Бутилетар има физиолошко дејство карактеристично за алифатичне етре. п-Бутилетар се неограничено раствара у етанолу и етру, растворан је у ацетону и у бензену, и меша се са већином органских растварача. п-Бутилетар се употребљава као растварач за естре, угљоводонике, алкалоиде, смоле, уља и органске киселине и као растварач за пречишћавање, екстракцију и таложње.

Амилетар, $C_{10}H_{22}O$. Комерцијални амилетар је најчешће смеша нормалног и изо-амилетра, са тачком кључања између 165 °C и 210 °C и тачком топљења нижом од - 75 °C. Раствара се у метанолу, етру, ацетону, бензену и етилацетату, а не раствара се у води. Амилетар се употребљава као растварач етилцелулозе.

Диоксан, $C_4H_8O_2$. Дуже удисање релативно малих концентрација пара диоксана може изазвати главобољу, вртоглавицу и стомачне поремећаје. р-Диоксан се неограничено раствара у води и веома је растворан у етанолу и етру и меша се са већином органских растварача. Диоксан је добар растварач за етилцелулозу, бензилцелулозу, ацетатцелулозе, смоле, биљна и минерална уља, масти. Употребљава се у индустрији боја, лакова и пластичних маса.

Алдехиди и кетони су оксидациони производи алкохола. Како су **алдехиди** растварачи естара целулозе, воскова и смола употребљавају се у индустрији боја и лакова, фармацеутских и козметичких препарата итд. Сви алдехиди обично имају наркотично дејство, као и надражујуће дејство на слузокожу дисајних путева. Ако као течности дођу у додир са кожом онда долази до слабих упала коже које одмах нестају са прекидом дејства. Врло важну и велику класу растварача представљају **кетони**. Они врло ефикасно растварају целулозне, епоксидне и природне смоле. Температуре кључања кетона се крећу од 56,2 °C (ацетон) до 215 °C (изофуран). Они су посебно значајни због тога што њихова употреба не намеће велике проблеме у области индустријске токсикологије. Наиме, токсичност кетона обухвата надражујуће дејство и наркотична стања, која се повећавају са порастом молекулске масе и броја двогубих веза, мада су циклични кетони изузеци. Знаци тровања, при малим концентрацијама су главобоља и поспаност, који могу да буду узрок разних повреда. Алифатични кетони се лако одстрањују из организма, мада се за неке сумња да доводе до полинеуритиса (метилетилкетон, метилбутилкетон).

Ацеталдехид, C_2H_4O . Ацеталдехид при дужем излагању надражује кожу и слузокожу и делује као благ хипнотик. У већим концентрацијама може изазвати катар органа за дисање и срчане сметње. Ацеталдехид се неограничено раствара у води, етанолу, етру, бензену и ацетону и врло добро се раствара у већини органских растварача. Ацетилдехид се употребљава у производњи хемикалија, фармацеутских и козметичких препарата, пластичних маса и смола и у фотографији.

Акролеин, C_3H_4O . Акролеин, као нижи незасићени алифатични алдехид делује као слаб хипнотик и надражује кожу и слузокожу. Акролеин се раствара у етанолу и етру. Растворљивост акролеина у води износи 40g/100ml. Акролеин се употребљава у органској синтези, производњи вештачких смола, мириса, пластичних маса, дезинфекционих средстава, сапуна, линолеума итд.

Фурфурал, $C_5H_4O_2$. Фурфурал јако надражује слузокожу; већ при концентрацијама нижим од 0,1% долази до лучења слузи. Веће концентрације изазивају запалења слузокоже органа за дисање. Ово дејство при дужем излагању може бити тешко. Узет кроз уста фурфурал делује као сразмерно јак отров. Штетно дејство пара фурфурала практично је знатно умањено његовом малом испарљивошћу. Фурфурал се неограничено раствара у етанолу, етру, ацетону, бензену, бутилацетату и меша се са већином органских растварача, изузев угљоводоника у дериватима нафте и глицерина.

Фурфурал је врло добар селективан растварач за велики број органских једињења. Као добар растварач естара целулозе примењује се у индустрији експлозива и синтетичких материјала, а као растварач воскова и смола у индустрији лакова и пасте за обућу. Поред тога примењује се као селективни растварач за пречишћавање минералних, биљних и животињских уља итд.

Ацетон, C_3H_6O . Чист ацетон, који не садржи примесе, спада међу најмање штетне органске раствараче. Акутна тровања ацетоном су у индустрији врло ретко забележена, а хронична тровања нису позната. Ацетон се неограничено раствара у води, етанолу, етру и газолину; растворан је у хлороформу и већини органских растварача. Ацетон се употребљава као растварач ацетилена, камфора, целулоида, вештачких мириса, смола, вештачке коже итд.; у производњи боја, мастила, лакова, смола, експлозива, фармацеутских препарата, средстава за дезинфекцију, фотографских филмова, средстава за екстракцију, пречишћавање итд.

У раствараче спадају и **карбонске киселине**, које растварају етерична уља, смоле, биљна влакна и деривате целулозе. При удисању пара карбонских киселина долази до надражаја горњих дисајних путева и појаве коњуктивитиса. При додиру са кожом стварају црвенило и гнојаве пликове. Значајнији растварачи ове класе, који имају примену у индустрији боја и лакова, је сирћетна киселина, а од осталих монокарбонских киселина, мравља киселина.

Сирћетна киселина, $C_2H_4O_2$. Концентровани водени раствор сирћетне киселине јако нагриза кожу и слузокожу. Ово дејство сирћетне киселине је, због веће испарљивости и способности растварања липоида, неповољније од јачих минералних киселина. Сирћетна киселина се неограничено раствара у води, алкохолу, етру и бензену, а нерастворна је у угљенбисулфиду. У сирћетној киселини растварају се етерична уља, смоле, биљна влакна, већи број органских једињења и извесан број неорганских једињења. Употребљава се у производњи фармацеутских препарата, боја, лакова, лепкова, дезинфекционих средстава итд.

Мравља киселина, $HCOOH$. Мравља киселина има врло надражујуће деловање на очи и дисајне органе. На кожи ствара опекотине. Лако се пали у близини отвореног пламена. Паре мравље киселине стварају експлозивну смешу са ваздухом која се пали и експлозивно сагорева у близини отвореног пламена. Употребљава се као растварач у индустрији боја и лакова, козметици, текстилној и прехранбеној индустрији.

Естри су најраспрострањенији индустријски растварачи. Естри су растварачи за полиизоцијанат, хлорни каучук, поливинилацетат. Без обзира на ово, у употреби је доста ограничен број естара, као што су етилацетат, изопропилацетат, бутилацетат. Како ова једињења не поседују кумулативну токсичност њихова индустријска примена намеће мало проблема у области заштите радне и животне средине. Они имају само надражујуће дејство као последицу хидролизе у организму, при чему се ослобађа одговарајући алкохол. Ова надражујућа и наркотична средства су израженија код виших естара (бутилацетат, амилацетат), при истој концентрацији. Поред наведених, постоје још неки значајнији растварачи ове класе, као што су метилформијат, етилформијат, пропилформијат, бензилацетат, етилгликолацетат итд.

Метилформијат, $C_2H_4O_2$. У односу на друге алифатичне естре метилформијат има нешто јаче токсично дејство. Максимална дозвољена концентрација у радној просторији износи 100 ppm. Метилформијат се употребљава у органским синтезама и као растварач за ацетат целулозе. Употребљава се у индустрији боја и лакова.

Етилформијат, $C_3H_6O_2$. Као и сви нижи алифатични естри етилформијат нема осетније токсично дејство. Етилформијат је веома растворан у етанолу и етру и раствара се у бензену. Етилформијат се употребљава као растварач за ацетат и нитрат целулозе, и у производњи вештачких мириса, смола, боја и лакова.

Бутилформијат, $C_5H_{10}O_2$. Бутилформијат се неограничено раствара у етанолу и у етру, и меша се алкохолима, етрима, уљима и угљоводонцима. Бутилформијат се употребљава као растварач ацетата целулозе, етара целулозе, мириса и смола.

Метилацетат, $C_3H_6O_2$. Метилацетат веома добро раствара естре, естре-целулозе, карбид-меламин и фенолформалдехидне смоле. По растворљивости уља и масти сличан је ацетону. Употребљава се у индустрији лакова, лепкова, мириса и као екстракционо средство за масти и уља, као средство за пречишћавање пеницилина, итд. Меша се са уобичајеним растварачима и неограничено се раствара у алкохолу и етру.

Етилацетат, $C_4H_8O_2$. Као и сви нижи алифатични естри, етилацетат спада међу најмање штетне раствараче. При изузетно високим концентрацијама пара може изазвати наркозу и коњујктивитис. Етилацетат се меша са свим познатијим органским растварачима, неограничено се раствара у алкохолу, етру, ацетону и хлороформу и показује врло ограничену растворљивост у води. Етилацетат има највећи значај међу брзо испарљивим растварачима за нитроцелулозу. Растворљивост уља, масти, мање поларних смола, различитих полимера поливинилацетата, полиметакрилата,

полистирола, хлоркаучука и др., боља је у етилацетату него у метилацетату. Деривати целулозе, изузев ацетилцелулозе, такође се врло добро растварају у етилацетату. Да би се постигла боља растворљивост ацетилцелулозе, додају се мање количине алкохола. Етилацетат се употребљава у производњи лакова, лепкова, вештачке коже, текстила итд.

Хлорирани угљоводоници су добри растварачи масти и полимера слабе поларности, као што су природне смоле, поливинилацетат, алкидне смоле, неопрен, хлорни каучук, поливинилетри итд. Већина поседује велику наркотичну моћ, а хлорни бензени (монохлорбензен, о-дихлорбензен) представљају јаке наркотице. Поред овога то су и средства штетна за кожу, због способности да растварају масти.

Хлороформ, CHCl_3 . Паре хлороформа већ при умереним концентрацијама изазивају главобољу и замор. При већим концентрацијама јако наркотично дејство изазива анестезију. Продужено дејство нижих концентрација изазива обољење јетре и бубрега и других органа, док дуже дејство виших концентрација може да буде фатално. Хлороформ се неограничено раствара у етанолу, растворан је у уљима, угљентетрахлориду, угљенбисулфиду, бензену и ацетону и меша се са већином органских растварача. Употребљава се као растварач за естре целулозе, метилцелулозе, масти, уља, смоле и друга органска једињења.

Угљентетрахлорид, CCl_4 . Угљентетрахлорид има нешто слабије наркотично дејство од хлороформа али је много јачи отров за јетру и бубреге. Већ 2 - 4 cm^3 течности могу изазвати фатална акутна тровања. Удисање пара угљентетрахлорида такође је опасно; концентрације 50-100 ppm су врло штетне, а 100 до 200 ppm изазивају оштећења јетре опасна по живот. По физиолошком дејству угљентетрахлорид је један од најопаснијих растварача. Угљентетрахлорид се неограничено раствара у етанолу, етру, хлороформу и бензену, мало је растворан у глицерину и меша се са већином органских растварача. Угљентетрахлорид одликује се знатном растворљивошћу уља, масти, мало поларних смола и полимера, са изузетком поливинилацетата. Нитроцелулоза се раствара у смеши угљентетрахлорида и алкохола. Највећу техничку примену угљентетрахлорид има у хемијском чишћењу, одмашћивању вуне, метала итд; у процесима екстракције масти, воскова и мириса, у производњи инсектицида, лекова, боја итд.

Етилхлорид, $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$. Етилхлорид је мање опасан од осталих растварача ове групе. Удисање пара етилхлорида изазива анестезију; дуже излагање концентрацијама

које имају анестетичко дејство може да изазове теже последице. Етилхлорид се употребљава за локалну анестезију и као растварач за уља, масти, смоле, воскове, боје, фармацеутске препарате и различита једињења.

Дихлоретан, $C_2H_4Cl_2$. Физиолошко дејство дихлоретана слично је дејству хлороформа, са нешто јаче израженим локалним надражајима коже и слузокоже. Етилендихлорид се неограничено раствара у етру, хлороформу и угљентетрахлориду, веома је растворан у етанолу и раствара се у уобичајеним органским растварачима. Етилендихлорид се употребљава као растварач за масти, уља, смоле, воскове и гуму.

Трихлоретан, $C_2H_3Cl_3$. Физиолошко дејство трихлоретана је слабије од дејства тетрахлоретана, али он још увек спада међу најопасније раствараче. Паре имају наркотично дејство и изазивају надражај очију, носа и грла. Дуже излагање субнаркотичним концентрацијама изазива хронична стомачна оболења. Трихлоретан се неограничено раствара у етанолу, етру и бензену, растворан је у већини органских растварача и показује малу растворљивост у води. Трихлоретан се употребљава као растварач за масти, уља, смоле, воскове, природну и вештачку гуму и ацетат целулозе.

Тетрахлоретан, $C_2H_2Cl_4$. Тетрахлоретан је најотровнији растварач из групе хлорних деривата угљоводоника. Већ при концентрацијама мањим од 10 ppm долази до оштећења нервног система, јетре, бубрега, крви итд. У многим земљама индустријска примена тетрахлоретана је забрањена због његове токсичности. Тетрахлоретан се меша са већином органских растварача. Одличан је растварач за масти и уља; поред тога раствара гуму, пластичне масе, камфор, шелак, а на повишеној температури сумпор, фосфор и халогене. Примену тетрахлоретана у многome ограничава његово физиолошко дејство.

Дихлоретилен, $C_2H_4Cl_2$. Оба облика 1,2-дихлоретилена, цис и транс, мање су штетни по здравље од хлороформа, а опаснији су од винилхлорида. Растварају се у етанолу и етру, а нерастворни су у води. Цис-облик употребљава се као растварач за ацетатцелулозу, гуму, уља, смоле, воскове, мирисе и разна органска једињења.

Трихлоретилен, $C_2H_3Cl_3$. Трихлоретилен има тренутно наркотично дејство, али мање од хлороформа. Секундарна токсична дејства потичу од примеса; чист трихлоретилен није отрован. Трихлоретилен се раствара неограничено у етанолу и етру и меша се са већином органских растварача. Трихлоретилен се употребљава као растварач битумена, уља, масти, воскова, смола, боја, гуме, хлорованих угљоводоника итд.

Тетрахлоретилен, C_2Cl_2 . Тетрахлоретилен има слично дејство као трихлоретилен, али не изазива секундарна оштећења бубрега и јетре. Тетрахлоретилен се неограничено раствара у етанолу, етру, хлороформу, бензену и угљентетрахлориду. Меша се са већином органских растварача. Тетрахлоретилен је по растварању уља, масти, смола, воскова, асфалта итд. сличан осталим хлорованим угљоводоницима. Употребљава се у хемијском чишћењу за уклањање мрља, као средство за прање у текстилној индустрији, за одмашћивање метала и коже, екстракцију костију итд.

Хлорбензен, C_6H_5Cl . По физиолошком дејству хлорбензен је сличнији осталим растварачима из групе хлорних деривата. Одликује се наркотичним дејством које при концентрацијама изнад 3700 ppm може да буде фатално. Хлорбензен се неограничено раствара у етанолу, етру, бензену, угљентетрахлориду, растворан је у хлороформу и угљенбисулфиду и меша се са већином органских растварача. Хлорбензен се одликује изванредном растворљивошћу масти, уља, мало поларних смола, полимера, каучука и хлокаучука. Употребљава се као растварач за етилцелулозу, у производњи фармацеутских и козметичких производа, експлозива, боја и лакова.

Органска једињења азота су растварачи за каучук, биљна уља, алкалоиде, етре и естре целулозе. Токсичност ове групе растварача је различита. Код неких растварача тежа тровања у индустријској примени нису евидентирана (етиламин, диетиламин, триетиламин, о-толуидин, ацетонитрил, формамид, ацетамид). Остали растварачи, ове групе, су врло јаки отрови, који штетно делују на нервни систем, крв, јетру, бубреге, кости (анилин, пиридин, бензонитрил, нитробензен).

Анилин, C_6H_7N . Анилин је врло јак отров, који делује на нерве и на крв. Хронично тровање анилином изазива анемију услед губитка хемоглобина у крви. Дејство на нервни систем огледа се у губитку енергије и неуралгичним боловима. Концентрације анилина 0,03 до 1 mg/dm³ ваздуха могу се удисати до једног часа без последица; вишечасовно удисање концентрације 0,5 mg/dm³ изазива лакша тровања. Анилин је слаба база, која са јачим киселинама гради стабилне соли. На ваздуху се оксидише, услед чега је комерцијални производ увек обојен. Анилин се неограничено раствара у етанолу, етру, хлороформу, угљентетрахлориду, бензену и ацетону. Растворан је у разблаженим киселинама. Због врло јаког токсичног дејства анилина, његова примена као растварача је ограничена. Користи се у индустрији боја, и као растварач и као полазна материја за разне синтезе, као и у производњи фармацеутских препарата, и у процесима вулканизације итд.

о-Толуидин, C_7H_9N . о-Толуидин се неограничено раствара у етанолу, етру и растворан је у разблаженим киселинама. о-Толуидин се употребљава у производњи фармацеутских препарата, боја, флотационих агенаса и органских једињења.

Пиридин, C_5H_5N . Пиридин не изазива акутна тровања, али поновљено удисање нижих концентрација може изазвати оштећење јетре, бубрега и костију. Дуготрајно дејство пиридина може изазвати и нервне поремећаје. Пиридин је хемијски активан растварач, који се неограничено раствара у води, етанолу и етилетру, а растворан је у већини уобичајених органских растварача: бензину, бензену, алкохолима, естрима, етрима, кетонима, алифатичним и ароматичним угљоводоникима. Пиридин се употребљава у производњи антикорозивних и других боја, фармацеутских препарата, инсектицида, за денатурисање алкохола и синтезу органских једињења.

Ацетонитрил, C_2H_3N . Ацетонитрил је добар растварач за алкалоиде, естре целулозе, масне киселине и друга органска једињења. Неограничено се раствара у води, етилетру и етанолу. Меша се са метанолом, угљентетрахлоридом, ацетамидом, метил и етилацетатом, етиленхлоридом, ацетоном и већином незасићених угљоводоника.

Нитробензен, $C_6H_5O_2N$. Нитробензен је врло токсичан растварач; при руковању са њим потребна је велика опрезност. Нитробензен је веома растворан у етанолу, бензену и уљима. Нитробензен се употребљава као растварач за етре целулозе и у производњи различитих органских једињења, козметичких препарата, боја, експлозива, цемента, лепкова итд. Због пријатног мириса бадема користи се у производњи јефтиних сапуна.

Органска једињења сумпора добро растварају масти, уља, воскове, смоле и каучук. Нападају нервни систем; изазивају раздражљивост, замор, несаницу, главобољу, а при дужем хроничном дејству и менталне поремећаје.

Угљенбисулфид, CS_2 . Угљенбисулфид има јако токсично дејство било да доспева у организам путем удисања пара, при дужем контакту коже са течном фазом или кроз уста. Напада нервни систем; изазива раздражљивост, замор, несаницу, главобољу, а при дужем хроничном дејству и менталне поремећаје. Најважнија примена угљенбисулфида је у производњи вискозе, раствора каучука и раствора поливинилхлорида. У индустрији лакова као и у процесима екстракције масти, угљенбисулфид се више не примењује, пошто је веома запаљив и експлозиван.

Једињења са више функционалних група употребљавају се за растварање ацетилцелулозе, нитроцелулозе, различитих смола; у производњи боја и лакова, емајла,

као састојци мешовитих растварача итд. У токсичном погледу то су надражујућа (очи, слузокожа органа за дисање) и наркотична средства. Паре растварача при мањим концентрацијама изазивају анемију, поспаност, бледило или оток лица односно опште слабо стање. При дужем дејству могу изазвати хронично обољење јетре, бубрега и других органа. Поред наведених растварача у ову групу спадају етилцелосолв, диетиленгликол, епихлорхидрин итд.

Метилгликол, $C_2H_6O_2$. Метилгликол је најштетнији по здравље од свих гликолетара. Паре метилгликола имају слабо токсично дејство; дуже излагање мањим концентрацијама изазива анемију и опште слабо стање. Умерене концентрације при дужем дејству могу изазвати хронично обољење јетре, бубрега и других органа; вишечасовно дејство виших концентрација може имати катастрофалне последице. Метилгликол се неограничено раствара у води и у бензену, веома је растворан у етанолу и етру и меша се алкохолима, гликолима и угљоводонцима. Употребљава се као растварач: за боје растворне у алкохолу, ацетат целулозе, нитроцелулозу и различите смоле, у производњи лакова, емајла, мириса и као састојак мешовитих растварача.

Етилгликол, $C_4H_{10}O_2$. Паре етилгликола изазивају умерен надражај очију и слузокоже органа за дисање. Дуже излагање умереним концентрацијама може изазвати хронично обољење различитих органа, нарочито бубрега. По растворљивости у води и у органским растварачима етилгликол је сличан метилгликолу, а разликује се мањом испарљивошћу и бољом способношћу растварања поларних смола. Етилгликол се додаје у малим количинама растворима смола у циљу снижења вискозитета и корекције мириса.

Диетиленгликол, $C_4H_{10}O_3$. Диетиленгликол је јачи отров од етилгликола. Основни симптоми тровања диетиленгликолом су поспаност, бледило, лак оток лица, повећана осетљивост бубрега; веће количине диетиленгликола узете преко органа за варење могу имати катастрофалне последице. Диетиленгликол се неограничено раствара у води и хлороформу, растворан је у етанолу, етру, етиленгликолу и ацетону; а нерастворан у бензену, толуену и угљентетрахлориду. Диетиленгликол се употребљава као растварач за нитроцелулозу, гуму, уља, смоле и органска једињења, као антифриз и као средство за обраду текстилних влакана.

о-Хлоранилин, C_6H_6ClN . о-Хлоранилин је отрован растварач и треба избегавати удисање његових пара и додир са течностима. о-Хлоранилин је нерастворан у

води, а растворан у већини органских растварача. Нарочито се добро раствара у етанолу. Употребљава се у производњи боја.

Сложени растварачи не припадају предходним хемијским групама. Користе се у индустрији и другим гранама привреде због својих посебних особина.

Бензин. Различити састав бензина условљава и извесне разлике у погледу растворљивости разних једињења у бензину и мешљивости бензина са другим растварачима; али ове разлике нису толико значајне, да се не би могло говорити о општим особинама бензина. Уопште посматрано, бензини су добри растварачи минералних и биљних уља, изузев рицинусовог уља. Њихова растворљивост зависи од садржаја цикличних угљоводоника у бензину, од степена оксидације самих једињења, итд. Због тога се налазе контрадикторни подаци о растворљивости смола у бензину; растварају природни каучук, бутадиен и алкаидне смоле. Друге синтетске смоле се углавном не растварају у бензину. Зависно од састава, бензин испољава различита физиолошка дејства. То је пре свега нервни отров, чије дејство је потенцирано великом растворљивошћу липоида у бензину. Удисање мањих концентрација изазива главобољу, несвестицу, поремећаје органа за дисање и срчане сметње. Тежа тровања бензином могу довести до грчења мускулатуре; а нарочито јача тровања се могу фатално завршити. На кожи бензин изазива јака локална запаљења, при продуженом деловању опекотине другог степена. При хроничном деловању бензина на кожу стварају се екцеми. Оштећења крви при хроничном деловању бензина нису са сигурношћу утврђена.

Терпентин. Физиолошко дејство свеже дестилисаног терпентинског уља слабије је од дејства бензина. Продукти оксидације у терпентинском уљу и нечистоће у боровом уљу појачавају токсично дејство. Старије терпентинско уље и недовољно пречишћено борово уље изазивају у додиру са кожом лакше екцеме који се претварају у болне чиреве, ако се одмах не предузму мере лечења. Удисање пара терпентина може, зависно од концентрације, изазвати главобољу, сметње срца, бронхитис и запаљење плућа. За физиолошко дејство терпентина карактеристично је нарочито дејство на бубреге. Оштећења бубрега могу наступити већ од једног удисања терпентинских пара, као и услед продирања терпентина кроз кожу. Терпентинско уље се примењује нарочито у производњи лакова и премаза на бази сушивих уља, пошто убрзава оксидацију и доприноси приањању премаза на дрвене површине. Поред тога

употребљава се у производњи масних боја, за растварање уља и смола, у производњи средстава за чишћење и за синтезу других једињења.

2.5. КЛАСИФИКАЦИЈЕ СРЕДСТАВА ЗА БОЈЕЊЕ

Најважнија је она класификација средстава за бојење која узима у обзир хемијски састав филма. Средства за бојење по овој класификацији можемо груписати у четири основне групе:

- лакови,
- лак-боје,
- уљане боје,
- дисперзиони лакови и боје.

2.5.1. Лакови и лак-боје

Лакови су средства за бојење у којима је основна компонента нека природна или вештачка смола, растворена у неком лако испарљивом органском растварачу, терпентинском уљу или фирнајзу. Природне смоле су данас доста потиснуте синтетичким смолама. Лаковима се постиже заштита и естетски изглед. Смола даје лаку високи сјај. Лакови су безбојни, а ако су обојени боја им потиче од смоле или од боја које се растварају у лаку. Овим обојеним лаковима се постижу велики естетски ефекти. Лакови се употребљавају да се материјал заштити провидним филмом кроз који се види материјал, или се употребљавају као горњи премази преко непрозирних филмова.

Мешавине лакова и пигментских боја називају се лак-боје или емајли. Количина пигмената у лак-боји зависи од особина пигмената и од особина лака. Лак-боје дају обојене филмове високог сјаја с мањом или већом моћи покривања. Поред наведених добрих особина, филм који формира емајл је тврд, отпоран према води и агресивним хемијским средствима.

Лакови и лак-боје могу се класификовати на различитим основама, али свакако најважније класификације су оне које се базирају на брзини сушења и на основној компоненти.

Лакови и лак-боје према брзини сушења могу се сврстати у две групе, и то брзосушиви и споросушиви. Брзосушиви лакови и лак-боје формирају филм сушењем на ваздуху, тј. након испаравања растварача и разређивача. Код споросушивих лакова и лак-боја филм се формира загревањем, јер тек тада долази до хемијске реакције са ваздушним кисеоником. Уколико је сушење филма толико споро онда се поред загревања додају и посебни катализатори ради убрзавања процеса формирања филма.

Према основној компоненти лакови и лак-боје деле се на уљане лакове и лак-боје, лакове и лак-боје вештачких смола, лакове и лак-боје целулозних деривата.

Уљни лакови и лак-боје су мешавине природних или вештачких смола, угушћених сушивих уља, сикатива, органских растварача (бензен) и разређивача (терпентинско уље). Уљани лакови суше се физички (испаравају растварачи) и хемијски (оксидација и полимеризација угушћеног уља). Разликујемо три врсте уљаних лакова и лак-боја према односу уља и смоле: масни (1,5:1), полумасни (1:1), мршави (1:1,5). Уколико је већа количина смоле средство за бојење брже се суши, а филм има већи сјај и мање је еластичан. Овој групи лакова и лак-боја припадају копални лакови, колофонијски лакови, лакови с модификованим фенолним смолама, лакови с алкидним смолама и други.

Растварањем вештачких смола у органским растварачима добијају се лакови и лак-боје вештачких смола. Од органских растварача који улазе у састав ових лакова најважнији су толуен, алкохол, бензин, терпентинско уље итд. Значајнији лакови и лак-боје вештачких смола су лакови с резолним смолама и лакови с алкидним смолама.

Лакови и лак-боје на бази целулозних деривата обухватају нитроцелулозне и ацетилцелулозне лакове и лак-боје. Од органских растварача у састав нитроцелулозних лакова улазе етилацетат, амилацетат, бутанол, алкохол, бензен и други. Омекшивачи и природне смоле дају филму еластичност. Употребљавају се за бојење намештаја. Ацетилцелулозни лакови и лак-боје употребљавају се за бојење папира и за електроизолацију.

2.5.2. Уљане боје

Мешавина фирнајза и пигментних боја представљају уљане боје. Ове боје се користе као основни премаз, а преко њих се наноси покривни премаз од лака или лак-боје. Како основни премаз има функцију заштите он мора добро приањати на површину и мора да има велику адхезију према покривном премазу. Уколико ове захтеве не

задовољи основни премаз, долази до љуштења филма. Поред заштите материјала овим бојама се постиже и високи естетски изглед што доказује њихова употреба и у сликарству. Према материјалу разликујемо уљане боје за дрво и уљане боје за гвожђе и челик.

2.5.3. Дисперзиона средства за бојење

На бази водених дисперзија синтетичких смола појавила су се ова средства у другом светском рату због недостатка основних сировина. После рата њихова производња се је стално повећавала тако да данас сачињава око 27% укупне светске производње боја.

Дисперзиона средства за бојење производе се снажним мешањем основних компонената, пигментних боја, средства за квашење и воде. Као средства за квашење користе се различити емулгатори, стабилизатори, средства против пене. Према томе чврсте материје се налазе у суспензији, а течне у емулзији.

Ова средства имају пуно позитивних особина: уједначен квалитет, брзо се суше, једноставно употребљавају, филм је отпоран према атмосферским утицајима, потпуно одсуство мириса, могућност примене на влажним површинама итд. Поред наведених особина, најзначајнија је предност дисперзионих средстава за бојење што су скупни органски растварачи и разређивачи замењени водом, а већина њих је и токсична.

Дисперзиона средства за бојење имају широку примену у грађевинарству јер добро приањају на дрво, бетон, све врсте зидова, камен, стакло, керамику, лесонит, иверицу итд. Поред овога због високог сјаја и еластичности филма употребљавају се и за бојење и лакирање коже, за инпрегнирање и лакирање папира и у друге сврхе.

2.5.4. Остале класификације средстава за бојење

Средства за бојење могу се класификовати и према материјалу који се боји, према намени и на основу постојаности према атмосферским утицајима.

Према материјалу који се боји средства за бојење могу се класификовати на средства за текстил, кожу, папир, гуму, пластичне масе, стакло, животне намирнице, уља, масти и воскове, уљане боје и лакове и боје за специјалне сврхе. Боје за текстил могу се поделити на боје за биљна, животињска, синтетичка и мешана влакна. Боје за специјалне сврхе обухватају боје за микрокопирање, за хемијске анализе и боје за друге специјалне намене.

Средства за бојење су најуниверзалнији производи, јер је тешко наћи артикал широке потрошње и друге намене, у коме нема боје било које врсте, Према намени је немогуће набројати све врсте боја, али навешћемо најважније. Ту спадају боје за подове и кровне конструкције, боје за путеве, боје за подземне водове, боје и лакови за заштиту од корозије, ватросталне боје, боје за аутомобиле, боје за пољопривредну опрему и извођење јавних радова, боје и лакови за бродове, боје за хемијску средину, боје отпорне на раствараче, боје за играчке, боје за амбалажу за намирнице, боје за прехранбене производе, штампарске боје, фотолуминисцентне и радиолуминисцентне боје; боје за козметичке, фармацеутске и медицинске препарате; лакови за намештај, лакови за паркетe, лакови за метал, лакови за електричну изолацију итд.

На основу постојаности према атмосферилијама средства за бојење се деле на: за спољне и за унутрашње радове. Филмови средства за бојење за спољне радове морају бити постојани на падавине, сунцу и температурама; и морају се потпуно осушити за 72 сата. Средства за бојење која се користе за унутрашње радове морају се потпуно осушити за 24 сата.

3. ОПАСНЕ МАТЕРИЈЕ У ИНДУСТРИЈИ БОЈА И ЛАКОВА

Активности људи у процесу рада доводе до одређених опасности које негативно утичу на човека, живи свет, неживу природу и материјална добра. Колики ће негативни утицаји бити на човека, живи свет, неживу природу и материјална добра зависи од карактеристика насталих стресора који се у индустрији боја и лакова примарно посматрају са аспекта опасних материја (супстанци, зрачења), а које су у експозицији. Дејство стресора, који угрожавају човека и животну средину могу се посматрати са аспекта поремећаја у неком систему, који је последица настанка опасности, њеног развоја и временско-просторне расподеле.

Поред непосредне употребне вредности, опасних материја у индустрији, неопходно је поменути да опасне материје могу поседовати виши или нижи степен токсичности и представљати опасност по здравље човека при експозицији. Такође, опасне материје могу поседовати и особине, као што су запаљивост, експлозивност, корозивност, реактивност итд, тако да могу имати и деструктивно дејство на животну средину. Стога је потребно да се својства опасних материја изучавају и анализирају са циљем утврђивања мера превенције и заштите од нежељеног штетног дејства. Због велике и стално растуће опасности при примени и коришћењу опасних материја, неопходно је поштовање Међународног програм за хемијску безбедност (IPCS). Основни циљ Међународног програм за хемијску безбедност, је дефинисање процедура којима се обезбеђује заштита радне и животне средине, са приоритетом очувања здравља људи који су експонирани опасним материјама. Најважнији задаци IPCS-а су:

- процена ризика од опасних материја, упознавање и обавештавање о општим и специфичним карактеристикама деловања опасних материја при краткотрајној и дуготрајној експозицији;
- формирање међународног система информисања о општим и специфичним карактеристикама опасних материја, као што су: хемијски

састав производа, токсичност, здравствени ризици условљени њиховим деловањем, безбедно руковање, максимално дозвољене концентрације у радној и животној средини и нова научна сазнања;

- измене и унапређење прописа о опасним материјама на међународном нивоу;
- усаглашавање система обележавања опасних материја и њихова свеобухватна међународна примена;
- примена и поштовање свих прописаних међународних стандарда заштите од стране земаља које извозе опасне материје, итд.

Опасне материје, због могућности угрожавања здравља људи, угрожавања имовине и деградације животне средине, у хемијској индустрији се разматрају у оквиру:

- континуираног негативног утицаја на медијуме животне средине ваздух, воду, земљиште, при неконтролисаној емисији,
- акциденталних догађаја и
- поступања са отпадом који има својства опасних материја.

3.1. ОСОБИНЕ ОПАСНИХ МАТЕРИЈА

Опасне супстанце које се користе у савременим технолошким процесима, подлежу променама и могу имати штетно дејство по човека и животну средину.

Измена опасних супстанци у штетне, може се извршити и при нормалним условима примене технолошког процеса, као и при одређеним акциденталним догађајима, као што су пожари, хаварије, експлозије, неконтролисана истицања итд.

Особине појединих штетних супстанци, при одређеним условима, још увек нису утрђене са високим степеном релевантности.

Да би се елиминисала или минимизирала нежељена дејства при коришћењу и манипулацији са опасним материјама, као и при хазардном догађају, неопходно је познавање основних карактеристика опасних супстанци које су у експозицији. Неопходне информације које су потребне да се познају приликом коришћења и рада са опасним материјама су следеће:

- Хемијски назив и трговачки назив;
- Опште особине (хемијске, физичко-хемијске, физичке);

- Молекулска формула и структурна формула;
- Моларна маса (M-g/mol);
- CAS број;
- ADR број;
- UN број;
- Особине у погледу запаљивости-експлозивности;
- Особине у погледу токсичности;
- Особине у погледу корозивности;
- Особине у погледу радиоактивности.

3.1.1. Опште особине опасних материја

Основне особине опасних материја, посматрају се на основу хемијске формуле, агрегатног стања, боје, мириса, температуре кључања, испарљивости, напона паре, растворљивости и вискозитета. Познавање основних физичко-хемијских карактеристика опасних супстанци омогућује разумевање њених фазних трансформација и растварљивост, што је од важности за анализу дејства опасних супстанци на радну и животну средину.

Молекулска формула. На основу молекулске формуле и на основу структурне формуле опасне супстанце, добијају се информације о врсти и броју атома који учествују у формирању њихове структуре што може имати значај приликом закључивања о њиховим основним особинама и њиховом штетном дејству.

Агрегатно стање. Опасне супстанце које се примењују у технолошком поступку производње боје и лакова се налазе у чврстом, течном и гасовитом агрегатном стању. У атмосфери радне и животне средине опасне супстанце могу бити у облику гаса, паре или аеросола.

Боја. Боја опасне материје је органолептичка карактеристика према којом се могу супстанце распознати и приближно идентификовати.

Мирис. Опасне супстанце су супстанце које поседују специфични мирис који може бити пријатан или непријатан. Познато је да супстанце са високим напоном паре имају изражајније мирисе и ова особина се може искористити за оријентациону идентификацију супстанци. Истраживања су показала, да опасне супстанце могу бити и

без мириса, а да њихове примесе могу бити одговорне за појаву специфичних врсте мириса.

Температура кључања. Постојаност неке супстанце у одређеним условима карактерише тачка кључања. Уколико је тачка кључања нижа, испарљивост супстанце је већа и време задржавања супстанци у одређеном медијуму животне средине је краће као и у технолошком поступку. Супстанце које имају нижу тачку кључања, испаравају за краће време, што омогућава повећање њихове концентрације у атмосфери радне и животне средине.

Испарљивост. Испарљивост супстанце зависи од низа фактора. Уколико се посматра са аспекта динамичких услова радне средине као и животне средине, фаворизујући фактори степена испарљивости су: особина супстанце, притисак средине, температура средине, притисак паре, тачка кључања, површина, површински напон, брзина струјања ваздуха, дифузија, влажност итд.

Напон паре. Притисак паре изнад течности представља напон паре, а пара која је у равнотежи са течношћу је засићена пара. Са снижењем температуре кључања, напон паре се повећава при спољашњој температури ваздуха. На основу овога се може закључити да напон паре је у функцији температуре и природе течности.

Растворљивост. Растворљивост је мера способности супстанце да се раствара у растварачу при датим условима. Мера растворљивости зависи од већег броја различитих фактора као што су: природа растворне супстанце и природа растварача, температура, поларитет, јонски ефекат, притисак итд. При избору растварача полази се од тога да мора постојати извесна подударност у структурама растварача и растворене супстанце, „слично се раствара у сличном“.

Вискозитет. Вискозитет материје је мера унутрашњег трења које се јавља при струјању суседних слојева течности и може се представити као отпор слојева течности којим се супротстављају при кретању једног слоја у односу на други слој. Вискозитет опасне супстанце је важна особина која се разматра при анализи појаве статичког електрицитета који се јавља при протоку материје кроз цевоводе и при процесу пуњења односно пражњења транспортних средстава као и за сам процес транспорта.

3.1.2. Пожарно-експлозивне особине опасних материја

Код запаљивих и експлозивних материја треба познавати одређене особине које омогућују предузимање превентивних и заштитних мера код пожарно-експлозивних процеса. Основне карактеристике пожарно-експлозивних материја се сагледавају кроз следеће особине:

- температуре запаљивости, паљења, самопаљења, спонтаног загревања, тињања и експлозије,
- групе запаљивости,
- минимални експлозивно опасни садржај кисеоника, минимална енергија паљења и минимална гасива концентрација,
- температурне границе запаљивости пара у ваздуху,
- брзине сагоревања, горења и пораста притиска при експлозији,
- топлоте експлозије,
- притисак експлозије,
- параметри за детонациони талас,
- време трајања буктиње,
- дозе топлоте и
- масени удео испуштене материје експлозијом.

Према позитивној Законској регулативи Републике Србије, дефинисана је класификација материјала по понашању у пожару према стандарду SRPS EN 13501-1:2019, који има за циљ да дефинише усклађени приступ класификацији реакције на пожар грађевинских производа.

Класификација је дата у табели 3.1.

Табела 3.1. – Класификација материјала по понашању у пожару

Класа	Горивост материјала	Класа	Горивост материјала	Класа	Запаљивост супстанце
A1	Негориви материјали	Б	Тешко гориви	Д	Нормално гориви
A2	Негориви материјали	Ц	Тешко гориви	Е	Нормално гориви
				Ф	Некласификовани (лако гориви) материјали

Према реакцији на пожар грађевински материјали се класификују као негориви или гориви. Приликом класификације материјала узима се у обзир њихов допринос

развоју пожара пре појаве флеш-овера и повећању пожарног оптерећења у просторији у потпуно развијеном пожару.

„Негориви” грађевински материјали су они који, под прописаним условима испитивања, не могу да горе или да допринесу развоју пожара. То су материјали класе А1 и А2 у складу са класификацијом према ЕН 13501-1.

Треба напоменути да је материјал класе А2, иако дословно није „негорив”, сврстан у исту „макрокласу” као А1 јер је његов допринос развоју пожара и ослобађању топлотне енергије изузетно ограничен.

„Гориви” грађевински материјали су они који се запале под прописаним условима испитивања. У зависности од свог доприноса развоју пожара, деле се на тешко гориве (класе Б и Ц), нормално гориве (класе Д и Е) и лако гориве (класа Ф).

Класа Ф - Производи без утврђених пожарних перформанси или производи који не испуњавају критеријуме за класу Е. Уградња ових материјала није дозвољена уколико нису потпуно покривени другим грађевинским материјалима, тако да је цео производ сврстан у класу Е реакције на пожар. Примери: експандирани полистирен, полиуретан, и један и други без ретарданата пламена.

Класа Е - Производи који краткотрајно одолевају паљењу малим пламеном и не производе велико ширење пламена. Примери: мекане влакнасте плоче, експандирани полистирен, полиуретан, оба са ретардантима пламена.

Класа Д - Производи који испуњавају критеријуме за класу Е. Дуго одолевају паљењу малим пламеном и немају за последицу значајно ширење пламена. Чак и код испитивања са једним горућим извором (СБИ), ослобађање топлоте је успорено и ограничено. Примери: различите врсте дрвета, производи од дрвета.

Класа Ц - Иста као и класа Д, само што испуњава више захтеве и нема ширења пламена при СБИ испитивању. Примери: фенолна пена, сендвич панели са полиуретанском пеном.

Класа Б - Исто као и класа Ц, само што испуњава више критеријуме. Примери: дрвено-цементне плоче, дрвене плоче третиране ретардантима пламена, сендвич панели са полиизоцијануратном пеном.

Класа А2 - Испуњава исте критеријуме као класа Б и мање захтевне критеријуме од класе А1. У потпуно развијеном пожару не повећава пожарно оптерећење нити убрзава ширење пожара. Примери: сендвич панели од камене вуне, гипс-картонске плоче.

Класа А1 - Ни у једној фази пожара, чак ни у потпуно развијеном пожару, не доприноси ширењу пожара и не повећава пожарно оптерећење. Примери: камен, цигла, метали, неоргански материјали са мање од једног процента органске материје, изолациони производи од минералних влакана.

Пожарно-експлозивне особине супстанци које се користе у индустрији боја и лакова се посебно разматрају при доношењу одлука о начину и условима складиштења као и при руковању. У процесу управљања ризицима који могу настати коришћењем испарљивих растварача, посебно се води рачуна о условима који могу да доведу до експлозија услед статичког пражњења и другим изворима паљења. Параметри који се разматрају за анализу запаљивости и експлозивности супстанци су: тачка кључања, тачка паљења, температура самопаљења, електрична проводљивост као и притисак паре.

На пример, растварачи са ниском тачком кључања, и високом испарљивошћу формирају испарљиве смеше у ваздуху при притисцима који су присутни у току испаравања и уколико поседују ниску електричну проводљивост, представљају много већи ризик од паљења електростатичким пражњењем у поређењу са другим растварачима.

Избор растварача који се користе у процесу производње боје и лакова, дакле се базира, поред осталог, и на карактеристикама које су везане за њихову запаљивост и експлозивност. Особине запаљивости и експлозивности растварача, могу бити од значајног утицаја на безбедност и здравље људи и животну средину при акциденталним догађајима и то посебно ако се има у виду да је употреба растварача присутна у великим количинама у току производње. Постоје различите методологије које се примењују за избор еколошки безбеднијих растварача по животну средину и здравље људи. Једна од применљивих методологија, у овом делу, је методологија коју је предложило Британско национално удружење за заштиту од пожара (NFPA). У зависности од запаљивости и експлозивности, растварачи се сврставају у десет различитих категорија, при чему се запаљивост и експлозивност посматра са аспекта електростатичког набоја. При томе се електрична отпорност посматра у зависности од извора и чистоће примењених растварача као и других супстанци које се растварају у растварачу. Према оваквој класификацији растварача, растварачи који су сврстани у категорију 1 имају мањи ризик запаљивости и експлозивности, а највећи ризик од запаљивости и експлозивности имају растварачи у категорији 10 и њихова примена

изазива велику забринутост у процесу. Класификација је додатно поједностављена и коришћењем боја којим се кодиране групе пребојавају и то од 1 до 3, групе се пребојавају зеленом бојом, од 4 до 7 жутом и од 8 до 10 црвеном бојом. Овакву класификацију примењује и Америчко хемијско друштво (ACS).

3.1.3. Токсичне особине опасних материја

Токсично дејство, у ужем смислу, је процес у коме учествују две компоненте: токсична супстанца (токсикант), као делујући фактор и живи организам (делови ћелије, ћелија, ткиво, организам), као реагујућа структура биосистема.

Слабо токсичне супстанце изазивају наддражај појединих органа, а промене до којих долази под њиховим дејством су реверзибилног и пролазног карактера. Умерено токсичне супстанце изазивају осим реверзибилних и иреверзибилне промене на појединим органима. Веома токсичне супстанце при краткотрајном или дужем узастопном деловању изазивају само иреверзибилне промене, опасне по живот. Екстремно токсичне супстанце изазивају неповратне последице на органима човековог организма, укључујући и смртни исход. Супер токсичне супстанце доводе до смртног исхода једног или више лица и после најкраћег контакта.

Супстанце непознате токсичности су група супстанци чија токсичност није још увек проучена, односно у литератури не постоје подаци, или у колико подаци и постоје, нису довољно поуздани.

Токсичне супстанце се деле у следеће основне групе на основу токсичног ефекта: системске токсичне супстанце, наркотици, анестетици, супстанце које изазивају аноксију и иритирајуће супстанце.

Локалне ефекте изазивају супстанце које лако реагују са супстанцама ткива и доводе до разарања ткива. Настају на местима примарног контакта: кожи, оку, слузницама респираторног и дигестивног тракта. Интензитет дејства је пропорционалан концентрацији токсичне супстанце и варира од благих запаљенских реакција до изумирања ткива (хемијске опекотине). Системски ефекти се испољавају тек после ресорпције и расподеле токсичне супстанце у организму, на појединим органима и системима органа. Неке токсичне супстанце узрокују истовремено и локалне и системске токсичне ефекте.

Постоји више различитих методологија које се користе за класификацију токсичних супстанци. Једна од могућности класификације базира се на познавању

класе токсичности супстанце и класе испарљивости супстанце како је дато методологијом REHRA. Класа токсичности супстанце се одређује на основу експериментално одређених вредности средњелеталних концентрација (LC_{50}) при четворочасовној експозицији (табела 3.2), док се класа испарљивости утврђује на основу познавања физичко-хемијских параметара као што су притисак паре (P_p) при температури од $20^{\circ}C$, нормалне температуре кључања (T_k) и на основу радног притиска (P) (табела 3.3.)[44,45].

Табела 3.2. – Класе токсичности супстанци заснована на LC_{50}

$LC_{50\text{пацов}} - (4h) (PPM)$	КЛАСА ТОКСИЧНОСТИ (TOX)
0.01 - 0.1	8
0.1 - 1	7
1 - 10	6
10 - 100	5
100 - 1000	4
1000 - 10000	3
10000 - 100000	2

Табела 3.3. – Класе испарљивости за токсичне супстанце

ПАРАМЕТАР	КЛАСА ИСПАРЉИВОСТИ (VL)
Токсичне течности	
$P_p \leq 0.05 \text{ bar}$	1
$0.05 \text{ bar} < P_p \leq 0.3 \text{ bar}$	2
$P_p > 0.3 \text{ bar}$	3
Токсични гасови претворени у течност под притиском	
$T_k > 265^{\circ}K$	3
$T_k \leq 265^{\circ}K$	4
Токсични гасови претворени у течност смрзавањем	
$T_k > 245^{\circ}K$	3
$T_k \leq 245^{\circ}K$	4
Токсични гасови под притиском	
$P < 3 \text{ bar}$	2
$3 \text{ bar} \leq P < 25 \text{ bar}$	3
$P \geq 25 \text{ bar}$	4

На основу утврђених вредности из табела 3.2 и 3.3 може се извршити класификација супстанци према табели 3.4.

Табела 3.4.– Класификација токсичности супстанци

TOX + VL	КЛАСА
< 6	Ниска
7	Средња
8	Висока
9	Веома висока
10 - 12	Екстремна

Класификацију супстанце у односу на њену токсичност дала је и Европска агенција за хемикалије (ЕСНА). Супстанце се сврставају у десет категорија и класификација је додатно поједностављена и коришћењем боја којим се кодиране групе пребојавају и то од 1 до 3, групе се пребојавају зеленом бојом, од 4 до 7 жутом и од 8 до 10 црвеном бојом.

Основни критеријум по коме се врши оваква класификација растварача, као токсичних супстанци је изложеност људи засићеним концентрацијама на 20°C у односу на максимално допуштене концентрације у радној средини. Утицај растварача на животну средину и људску популацију је такође анализиран од стране ЕСНА, као критеријум за класификацију растварача. Класификација је извршена по истој, претходно наведеној, методологији с тим што се утицај растварача посматра у корелацији узрочно-последичне везе рањивости изложеног објекта и/или субјекта и отпорност/способност опоравка система, заједнице или друштва да се прилагоде или врате у претходни ниво функционисања.

Као основни токсични параметри сматрају се: доза (D), концентрација (C), максимално допуштена концентрација за радне просторије (MDK_{RP}).

Количина супстанце која се унесе у организам и која у одређеном временском периоду доводи до биокинетичких и/или биодинамичких процеса који резултују реверзибилним или иреверзибилним реакцијама у организму, представљају дозу.

У зависности од унете дозе у организам постиже се одговарајућа концентрације супстанце на месту деловања, а у зависности од оствареног ефекта деловања разликују се: неефективна, терапијска, токсична и летална доза.

Токсичност неке супстанце квантитативно се означава токсичним дозама. Највећа нетоксична доза (NNTD) или максимално толерантна доза (MTD) је највећа количина неке супстанце која не изазива токсични ефекат и која се не сме прекорачити. Вредност NNTD-е се налази између вредности максимално терапијске и минималне токсичне дозе. Дозе одређене супстанце које проузрокују токсични ефекат, али не доводе до смрти називају се токсичне дозе. Најмања токсична доза (TD₁) је она количина која код 1% третираних организама изазива токсичне ефекте. Средња токсична доза (TD₅₀) код 50% организама изазива тровање. Највећа токсична доза (TD₁₀₀) је најмања количина која сигурно изазива токсични ефекат код свих третираних организама. Количина токсичне супстанце већа од токсичне дозе, која може да доведе не само до токсичног ефекта, већ и до смрти, назива се смртна или летална

доза. Најмања летална доза је она количина неке супстанце која убија 1% експерименталних животиња. Средња летална доза доводи до смрти 50% животиња. Најмања количина супстанце која сигурно изазива смрт код свих животиња (100%) назива се највећа летална доза. Најзначајнију квантитативну карактеристику токсичности представља средње летална доза, LD_{50} .

При доношењу оцене квалитета радне средине, са аспекта безбедности при раду са токсичним супстанцама користе се и законски прописане, максимално дозвољене концентрације (MDK).

3.2. НАЈВАЖНИЈЕ ОПАСНЕ МАТЕРИЈЕ У ИНДУСТРИЈИ БОЈА И ЛАКОВА

При производњи боја и лакова користи се велики број супстанци које се међусобно разликују по својим особинама и карактеристикама. Међу супстанцама које се користе присутне су и супстанце које се могу сврстати у групу опасних супстанци, а чија примена је оправдана са аспекта постизања захтева добијања финалног производа у смислу визуелних и функционалних карактеристика.

Најважније опасне материје су оне са максималним једновременим количинама, које се у већини индустрија боја и лакова користе, у односу на остале, наведене опасне материје ове индустрије. То су материје на основу чл.58. став 2. Закона о заштити животне средине („Сл.гласник РС“, 135/04, 36/09, 36/2009-др. закон, 72/2009-др. закон, 43/2011-одлука УС, 14/2016, 76/2018, 95/2018-др. закон и 95/2018-др. закон), а и према Правилнику о Листи опасних материја и њиховим количинама и критеријумима за одређивање врсте документа које израђује оператер севесо постројења, односно комплекса, („Службени гласник РС“, бр. 41 од 15. јуна 2010, 51. од 12. јуна 2015, 50 од 29. јуна 2018.) које је донело Министарство животне средине и просторног планирања и другој важећој законској регулативи.

Упоређујући супстанце из групе опасних супстанци, може се закључити да најзначајнији ризици по радну и животну средину и здравље људи су условљени применом лако испарљивих растварача. У редовном режиму рада емисија испарљивих органских једињења јавља се при производном процесу и при процесу чишћења коришћених уређаја и опреме. Вредности ових емисионих концентрација се углавном утврђују на основу потрошње коришћене количине растварача, а не на основу

тренутних или континуираних мерења. Уопште, мало је доступних информација о емисијама испарљивих органских растварача које се јављају при редовном режиму рада. Пошто емисије нису квантификоване, нису дати ни подаци о факторима емисије који се могу користити у циљу процене еколошког ризика. Емисије која се јављају при акцидентним догађајима, могу имати значајан утицај на деградацију животне средине и здравље експонираног околног становништва. Колики ће ризик бити при оваквим емисијама зависи од основних карактеристика растварача и количине која је учествовала у акциденталном догађају.

У табели 3.3 дат је преглед најзаступљенијих растварача који се користе у процесу производње боја и лакова, са њиховим утицајем на здравље људи, животну средину и њихову опасност са аспекта запаљивости и експлозивности која се посебно разматра при процени акциденталних догађаја. Америчко хемијско друштво (ACS) је полазећи од чињенице да је избор органских растварача који се користе у хемијској индустрији значајан у процесу управљања еколошким ризиком, предложило класификацију опасности супстанци рангирајући их у скали од 1 до 10. При рангирању опасности, дефинисани су кључни параметри и критеријуми при којима су супстанце сврстане у категорију 1-3 и то су супстанце које немају већег негативног утицаја на животну средину при коришћењу у индустрији. Квалитативно њихов ризик по животну средину се представља зеленом бојом. Супстанце које су сврстане у категорију од 4-7, су супстанце са средње негативним утицајем на животну средину и означавају се жутом бојом. Највећи негативни допринос на животну средину имају супстанце које су сврстане у категорију од 8 до 10, обележавају се црвеном бојом и за њих је дата препорука о некоришћењу у индустрији и замена другим супстанцама. [11,12]

Табела 3.5. - Категорије опасности органских раствараача чија је примена најзаступљенија у индустрији боја и лакова

Супстанца CAS бр.	ОПАСНОСТИ		
	Запаљивост и експлозивност	Утицај на здравље експонираних	Утицај на животну средину
Ароматични угљоводоници			
Бензен C_6H_6 71-43-2	3	1	3
Толуен C_7H_8 108-88-3	4	4	3
Ксилен C_8H_{10} 1330-20-7	7	2	7
Нафталин $C_{10}H_8$ 91-20-3*			-
Метанол CH_4O 67-56-1	5	5	9
Етанол C_2H_6O 64-17-5	6	8	8
Пропанол C_3H_8O 71-23-8	7	5	7
н-бутанол $C_4H_{10}O$ 71-36-3	8	5	7
Амил алкохол $C_5H_{12}O$ 123-51-3	9	7	6
Циклохексанол $C_6H_{12}O$ 108-93-0	9	7	6
Етилен гликол $C_2H_6O_2$ 107-21-1	10	7	8
Бензил алкохол C_7H_6O 100-51-76*			-
Етил етар $C_4H_{10}O$ 60-29-7	2	5	4
н-Пропил етар, $C_6H_{14}O$ 108-20-3	1	8	3
Диоксан $C_4H_8O_2$ 123-91-1	4	4	4
Алдехиди и кетони			
Ацеталдехид C_2H_4O 75-07-0*			-
Акролеин C_3H_4O 107-02-8*			-
Фурфурал $C_5H_4O_2$ 98-01-1*			-
Ацетон C_3H_6O 67-64-1	4	8	9
Сирћетна киселина $C_2H_4O_2$ 64-19-7	8	6	8
Мравља киселина $CCOOH$ 64-18-6	3	10	4
Метилформијат $C_2H_4O_2$ 107-31-3*			

Етилформијат $C_3H_6O_2$ 109-94-4	4	5	6
Метил ацетат $C_3H_6O_2$ 79-20-9	4	7	9
Етил ацетат $C_4H_8O_2$ 141-78-6	4	8	8
Хлороформ $CHCl_3$ 67-66-3	6	3	6
Угљениктетрахлорид CCl_4 56-23-5	4	3	5
Етил хлорид C_2H_5Cl 75-09-2	6	4	6
Dihloretan $C_2H_4Cl_2$ 107-06-2	6	2	4
Трихлоретилен C_2HCl_3 79-01-6*			-
Тетрахлоретилен C_2HCl_3 127-18-4*			-
Хлорбензен C_6H_5Cl 108-90-7	8	4	6
Анилин C_6H_7N 62-53-3*			-
Пиридин C_5H_5N 110-86-1	7	4	4
Ацетонитрил C_2H_3N 75-05-8	6	6	6
Нитробензен $C_6H_5O_2N$ 98-95-3*			-
Угљеник дисулфиде CS_2 75-15-0	1	2	6
Метилгликол $C_3H_8O_2$ 109-86-4	7	2	8
Етилгликол $C_4H_{10}O_2$ 107-21-1	10	7	8
Диетиленгликол $C_4H_{10}O_3$ 111-46-6	9	7	8
о-Хлоранилин C_6H_6ClN 95-51-2*			-

*У литератури нису евидентирани подаци за класификацију

На основу свега реченог примат, при анализи употребе и коришћења опасних супстанци у индустрију боја и лакова даје се лако испарљивим органским растварачима.

Остале опасне материје у индустрији боја и лакова; које се налазе у сировинама, међупроизводима и финалним производима исто тако, заслужују пуну пажњу приликом рада са њима, јер и оне представљају еколошки ризик.

Списак опасних материја са максималним једновременим количинама, које се у већини индустрија боја и лакова користе, је сачињен на основу чл. 58 став 2. Закона о заштити животне средине („Сл.гласник РС“, 135/04, 36/09, 36/2009-др. закон, 72/2009-др. закон, 43/2011-одлука УС, 14/2016, 76/2018, 95/2018-др. закон и 95/2018-др. закон), а и према Правилнику о Листи опасних материја и њиховим количинама и критеријумима за одређивање врсте документа које израђује оператер севесо постројења, односно комплекса, („Службени гласник РС“, бр. 41 од 15. јуна 2010, 51. од 12. јуна 2015, 50 од 29. јуна 2018.) које је донело надлежно Министарство животне средине и просторног планирања.

4. ОТПАД У ИНДУСТРИЈИ БОЈА И ЛАКОВА

На садашњем степену развоја, при реализацији различитих технолошких процеса, сем основних жељених производа, због којих се и организује производња, редовно се поред основних сусрећу и споредни производи, који представљају баласт о коме се, исто тако, мора водити рачуна. Отуда и налажење решења за коришћење споредних продуката представља један од веома значајних проблема, коме се посвећује све већа пажња и од чега веома често зависи и успешност реализације производње основног производа.

Отпад који се формира у току производње боје и лакова се јавља у виду празних паковања сировина, прашине из опреме за складиштење и производњу, боје ван спецификације као и изливање течности у поступку чишћења постројења и система. Тај отпад се може посматрати као:

- отпад који је настао као отпадна вода из испирања и чишћења опреме уз употребу воде и/или каустичних раствора,
- део сировина који се расипа у току истовара у резервоаре за мешање,
- растварач који се користи у поступку чишћења опреме,
- материјал који се користи за чишћење опреме у виду одговарајућих тканина,
- пигментна прашина из ваздуха, током истовара пигмента,
- емисија испарљивих органских једињења из отворене опреме за производњу, итд.

У индустрији боја и лакова, у току производње долази до формирања отпада који се може сврстати у основне три групе према својој природи и то као чврсти, течни и гасовити отпад. Готово сав отпад у индустрији боја и лакова се може сврстати у групу опасног отпада.

4.1. ЧВРСТ ОТПАД

Чврсти отпад који настаје у индустрији боја и лакова је производ који није у складу са спецификацијама и који се не може поново користити, узорци производа који се не користе поново, отпад који је настао током третмана отпадних вода и амбалажни отпад (картонске кутије, бурад, бачве, контејнери итд). Узорци производа који се добијају приликом припреме боја или лакова и узорци који се користе за контролу квалитета, се стављају ван употребе и постају део отпада у индустрији. Складиште се у одговарајућим посудама или резервоарима и шаљу на локацију за одлагање. Исти је поступак и са бојама које су ван спецификације а које се не могу поновно користити или увести у процес производње.

Индустрија боја и лакова код које се отпадне воде пречишћавају у оквиру комплекса, у резервоарима или у постројењима за прераду отпадних вода, стварају муљ. Муљ настаје чишћењем постројења, опреме на лицу места или прање резервоара као и при физичким и/или хемијским третманима који се користе у сврху прања (муљ који настаје прањем подова). Настали муљ може бити, према својим карактеристикама, хемијски или биолошки. Хемијски муљ је производ уклањања уља и масти у сифону за уље и маст. Биолошки муљ је органски муљ који настаје биолошким третманом који се органска материја, која се не таложи претвара у биомасу. Муљ је сврстан у групу чврстог отпада из разлога што се врши процес његовог сушења, чиме се он преводи у чврсту, компактну масу.

Чврсти отпад у индустрији боја и лакова се посебно разврстава у групу металног и неметалног отпада. Чврсти метални отпад као што су бурад, бачве, контејнери, конзерве итд се складиште и одлажу према прописима који су дати у оквиру процедура управљања отпадом.

Прахови и друге сировине у чврстом агрегатном стању често се у току процеса производње могу расипати по поду, при чему је потребно њихово суво сакупљање и одлагање у складу са процедурама у вези управљања отпадом.

4.2. ТЕЧНИ ОТПАД

Основни течни отпад који настаје у процесима производње боје и лакова је резултат чишћења опреме која се користи у производњи.

У индустрији боја и лакова, течни отпад се јавља искључиво у виду отпадних вода насталих у процесима прања и чишћења простора и опреме за производњу. Највећи део отпадних вода се генерише при поступку чишћења и њихов квалитет зависи од особина супстанци које су коришћене у производном процесу. Отпадне воде у индустрији боја и лакова су обично алкалног карактера, са малом процентуалном заступљеношћу уља и масти и окарактерисане су са ниским вредностима БТК (Биолошка потрошња кисеоника). Отпадне воде могу да буду окарактерисане са високим вредностима хемијске потрошње кисеоника због присуства органских супстанци које се користе као што су растварачи, конзерванси, стирен, ацетон, бензен, фенол и др. Поред тога течни отпад може да садржи и остатке тешких метала који потичу из коришћених пигмената. Директно доспевање опасних супстанци, које се користе као сировина у индустрији боја и лакова, у инфлуентни ток је мало вероватан. Опасне супстанце као што су хром, бакар, олово, цинк, титан и други не могу се у изворном облику наћи у инфлуенту јер током производног процеса се мешају са разним другим супстанцама и растварачима. Токови опасних супстанци у производном процесу у индустрији боја и лакова су под строгим контролом.

Отпадне воде могу да потичу и из процеса каустичног чишћења резервоара и секундарних цевовода.

4.3. ГАСОВИТИ ОТПАД

Гасовити отпад се посматра као емисија у ваздуху. Два главна типа емисије у ваздуху су емисије које се јављају у процесу производње боја као испарљива органска једињења и пигментне прашине.

Многе боје су добијене на бази растварача, тако да у поступцима складиштења, мешања, сушења и одлагања растварачи испаравају и доспевају у ваздух радних просторија и у спољашњи атмосферски ваздух. Количина емитованих растварача, варира у зависности од њихове врсте, брзине мешања, температуре материјала и типа поклопца. Пигментна прашина настаје у технолошком поступку додавања и мешања и

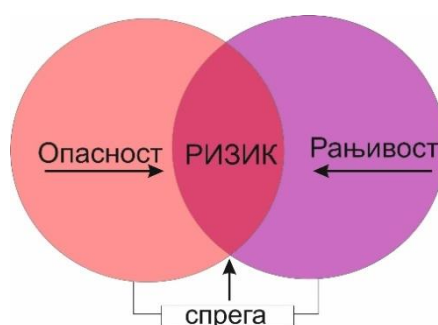
веома је малих димензија и јавља се као фини прах који садржи смоле и пигменте који се додају шаржи.

У оквиру индустрије боје и лакова могу бити инсталирана индустријска енергетска постројења која својим радом доприносе укупној емисији у ваздуху. Присуство супстанци у саставу емитованог отпадног гас зависи од врсте употребљеног горива за рад енергетског постројења. Емисија загађујућих супстанци која се налази у саставу емитованог отпадног гаса биће најмања при употреби течног нафтног гаса и природног гаса. Веће количине загађујућих супстанци се емитују са отпадним гасом при употреби и сагоревању биомасе, мазута, лож уља и угља. Које ће се супстанце емитовати у највећој количини, при сагоревању горива које користе енергетска постројења зависи од више фактора, као што су саме карактеристике употребљеног горива, услови сагоревања у котловима енергетских постројења, количина употребљеног горива и режиму рада енергетског постројења. Као основне супстанце које се јављају у саставу отпадног гаса сагоревањем фосилних горива као енергената су: сумпор диоксид, угљен моноксид, угљен диоксид, азотни оксиди и суспендоване честице.

5. ПРОЦЕНА ЕКОЛОШКОГ РИЗИКА

Термин „ризик“ у науци и пракси има различита значења. У основи то је потенцијална опасност на човека, материјална добра и све сфере животне средине. Теорија ризика даје податке за контролу ризика, елиминисање и смањења последица ризичног догађаја. Ризик је вероватноћа појаве оштећења због континуиране емисије или хазарда у делу неке сфере животне средине, у одређеном временском периоду. При томе се јављају и одговарајуће последице (губици).

Према томе, присуство опасности представља нужан али не и једини услов за формирање ризика (слика 5.1.).



Слика 5.1. - Вредновање ризика као функције опасности и штете

Ризик (R) може бити дефинисан као производ вероватноће опасности посматраног догађаја или процеса (P) и величине очекиване штете (W) [45]:

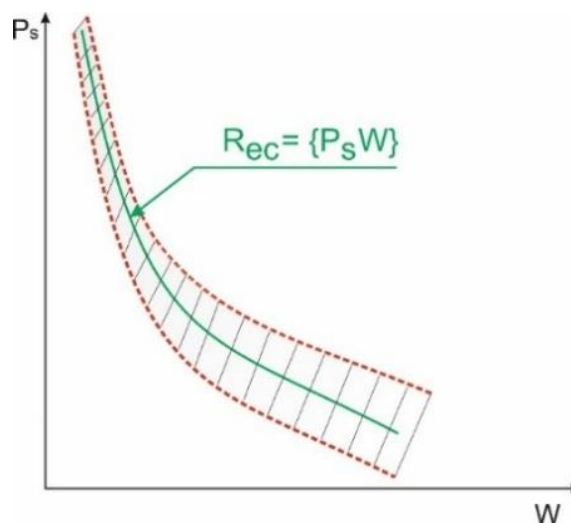
$$R = P \cdot W \quad (5.1)$$

Ризик (R_{ec})-статистички оцењива категорија, која представља векторску величину састављену из више компоненти се може представити као [45]:

$$R_{ec} = \{S, P_s, W\} \quad (5.2)$$

где су: S -опис сценарија; P_s -вероватноћа реализације опасности; W -штета (губици).

На слици 5.2. представљен је ризик у функцији вероватноће догађаја и штете [45].

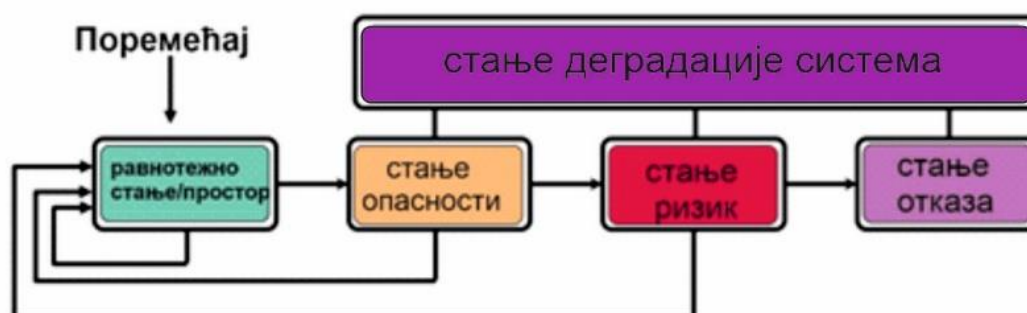


Слика 5.2.- Графички приказ величине ризика

5.1. СИСТЕМСКО СХВАТАЊЕ РИЗИКА И ЊЕГОВА ПРИХВАТЉИВОСТ

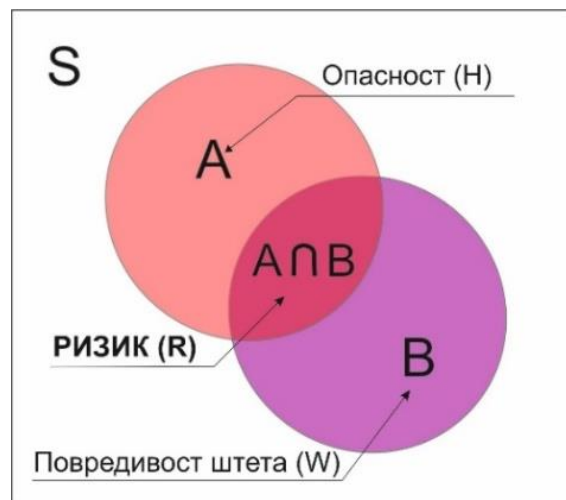
Системско схватање ризика објашњава да је губитак система последица узрочног ланца ризичних догађаја, односно појава опасности на неочекиваном месту и времену због отказа појединих елемената система, неисправних или непостојећих заштитних средстава, оруђа, опреме, као и људског фактора, итд.

Графички приказ ланца догађаја дат је на слици 5.3.



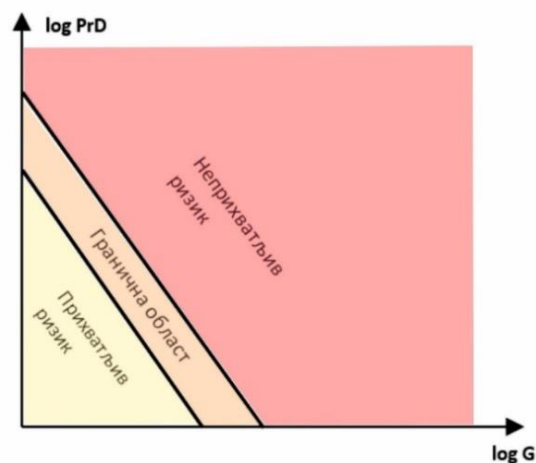
Слика 5.3.- Графички приказ ланца догађаја

На слици 5.4. дат је приказ формирања ризика. За формирање ризика нужно је постојање опасности која је у експозицији и која доводи до повредивости (рањивости) објекта и/или субјекта што резултира појавом штете која је директно имплементирана у ниво ризика.



Слика 5.4. - Илустрација ризика

На слици 5.5. дат је приказ Фармеровог дијаграма. Фармеров дијаграм дефинише границе прихватљивог и неприхватљивог ризика.



Слика 5.5.- Фармеров дијаграм

Разлика између прихватљивог и неприхватљивог ризика је у томе што се прихватљивим ризиком може управљати под одређеним условима.

Такође је важно знати, како изразити ризик на јасан и објективан начин. Правилан избор методе којима се ризик представља омогућава да се на објективан, благовремени и једноставан начин, на нивоу државе или на нивоу фирме, одреди толеранција ризика као и ниво недопустивости ризика (као великог ризика).

Према прихваћеној дефиницији ризика он се не може измерити помоћу инструменталних метода. Квалитативно, еколошки ризик, условљен коришћењем хемијских материја карактерише се преко природе неповољних последица, а квантитативно преко вероватноће њиховог настанка. Треба истаћи да је у савременим условима немогуће искључити у потпуности еколошки ризик који је повезан са коришћењем хемијских материја. Одатле и потреба да се дефинишу нивои прихватљивог, повећаног и неприхватљивог ризика. Квантитативна процена еколошког ризика за конкретан екосистем није увек могућа будући да је често веома сложено утврдити везу између неповољних фактора и еколошких последица које оне изазивају. Међутим, боље је располагати квалитативним закључцима, макар и отежаним недефинисаношћу, него их игнорисати због тешкоћа у разумевању и процени.

Анализа ризика подразумева две фазе:

- процена еколошког ризика и
- управљање еколошким ризиком.

Процена еколошког ризика је сложени процес који резултира квантификацијом ризика при коме оцена може бити квалитативна или квантитативна. Оцена еколошког ризика се посматра као вероватноћа дејства стресора у чијој су функцији еколошки ефекти посматрани са аспекта настале штете. Процес процене еколошког ризика се користи за процену и систематско организовање података, информација и претпоставки, при чему могу бити узети у обзир један или више стресора. Процена еколошког ризика развијена је у контексту управљања ризиком за процену људских понашања која се сматрају нежељеним. Као резултат тога, неопходно је фокусирати се на груписање стресора и негативних ефеката насталих под утицајем људских активности. Дефинисање је зато важно јер стресор може изазвати нежељена дејства на једну компоненту екосистема, али истовремено може да буде неутралан или чак и користан за остале компоненте. Промене које се често сматрају непожељним су оне које мењају важне структуре или функционалне карактеристике или компоненте екосистема. Процена ризичног догађаја може укључити разматрање интензитета и степена утицаја, као и потенцијал за опоравак. Процена еколошког ризика је процес

који се може применити и за предвиђање корисних промена или ризика појаве природних догађаја.

Опис вероватноће штетних ефеката креће се од квалитативне до квантитативне оцене. Иако процена ризика може укључити квантитативне процене ризика, квантификација ризика није увек могућа.

Процена еколошког ризика је усмерена на утврђивању вероватноће дејства стресора и појава нежељених еколошких ефеката. То је комплексни процес који обухвата све појаве и факторе који угрожавају животну средину.

5.2. БАЗИЧНА ПРОЦЕНА ЕКОЛОШКОГ РИЗИКА

У процесу процене еколошког ризика примењује се принцип PDCA (PLAN-DO-CHECK-ACT; планирај-уради-контролиши-документуј) који подразумева спровођење следећих поступака:

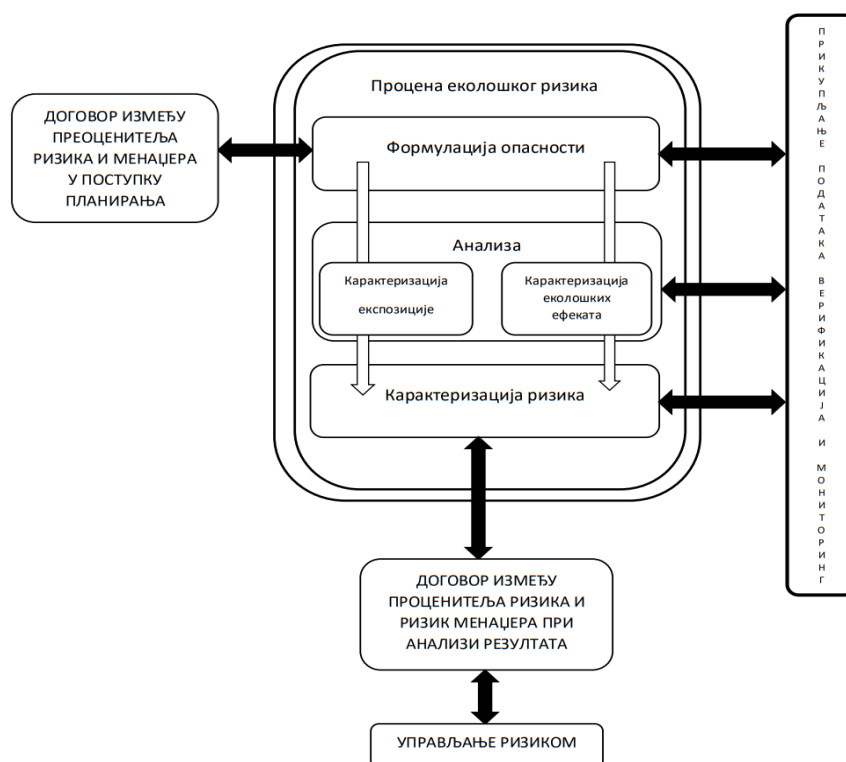
- дефинисати методологију процене еколошког ризика;
- процену еколошког ризика треба радити за све врсте услова;
- процену ризика технолошких система;
- дефинисати критеријуме на основу којих ће се вршити упоређење стања система;
- дефинисати поступке за контролу еколошког ризика ако елиминисање истог није могуће;
- дефинисати активности провере ефикасности корективних мера;
- процену еколошког ризика треба примењивати као превентивну меру;
- потребно је јасно дефинисати захтеве за обуку кадрова који се баве еколошким ризиком;
- треба узети у обзир и људски фактор;
- треба водити евиденцију о смањењу еколошког ризика после корективних мера, пошто је то подлога за утврђивање напредовања у развоју процеса;
- документовати све процесе итд.

Управљање процењеним ризиком врши се стандардима: ASNSZ 4360:1999; CANCSAQ85097.

Процена еколошког ризика према моделу који је предложила Америчка агенција за заштиту животне средине (US Environmental Protection Agency-EPA), спроводи се у три фазе:

- формулација проблема (идентификација опасности),
- анализа дејства стресора,
- карактеризација ризика.

Процес процене еколошког ризика приказан је на слици 5.6.



Слика 5.6.- Шематски приказ фаза процене еколошког ризика (US EPA,1992)

5.2.1. Формулација проблема

Формулација проблема је први и можда најважнији део, јер дефинише област и фокус како ће се оцена спроводити. Из ове претпоставке, формулација проблема представља основу целокупног процеса. Одређени број корака мора да се поштују како би се комплетирао формулација проблема укључујући и интеграцију доступних информација, карактеризацију места, карактеризацију рецептора и припремање концептуалног модела.

Формулација опасности је прва фаза у процени еколошког ризика у свом садржају дефинише циљ, обим и предмет процене еколошког ризика [45]. Ради остваривања постављених циљева, обима и предмета процене еколошког ризика формулација опасности полази од идентификације потенцијалног ризика по екосистем и еколошких ефеката који представљају потенцијални или реални еколошки ризик. У зависности од присуства или могућности појаве неповољних еколошких ефеката под утицајем стресора, приступа се мерењу или процени величина које карактеришу еколошке ефекте. Прикупљање информација о мерним или процењеним величинама се користе за избор еколошких одлука у функцији заштите животне средине. Крајњи резултат формулација опасности је постављање свеобухватног модела који даје везу између дејства стресора и појаве нежељене еколошке ефекте. Свеобухватни модел такође даје однос између процењених и измерених вредности величина које карактеришу еколошке ефекте и даје могућност правилног одабира методологије која ће се користити у процесу даље анализе.

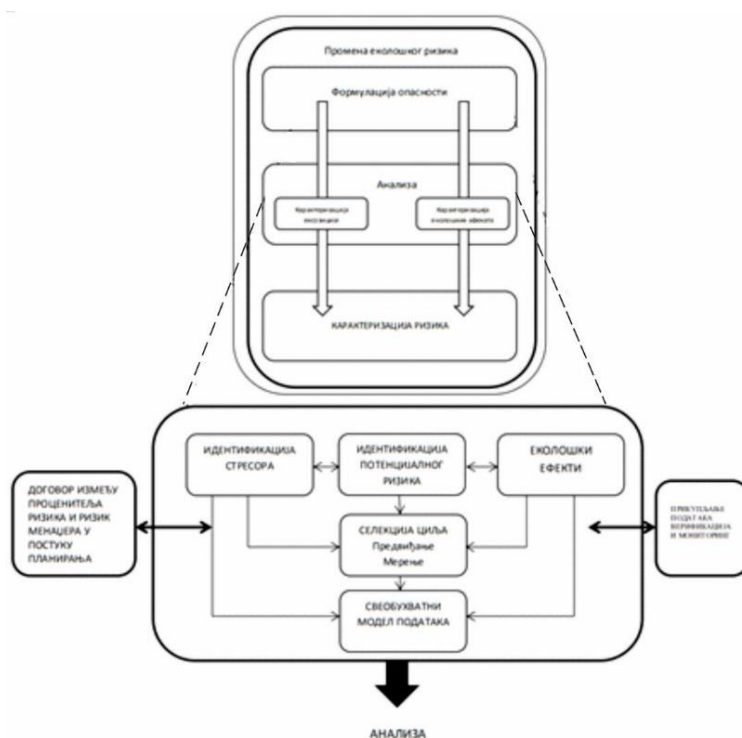
Информације. Основа формулације проблема је заснована на томе колико су поуздане доступне информације о изворима загађења, карактеристикама и карактеризацији потенцијалног ризика екосистема. Почетна оцена постојећих информација често даје основу за стварање прелиминарног концептуалног модела или за идентификовање крајњих тачака. Уколико постоји мало постојећих информација менаџери животне средине могу инсистирати на продуженом мониторингу који је битан за утврђивање процене ризика.

Карактеризација места. Ово је важна компонента формулације проблема и пружа могућност људима који се баве проценом ризика да сазнају више о том месту. Ова компонента може да садржи и различите студије које могу помоћи у дефинисању области.

Идентификација стресора. Идентификација загађења је следећа компонента формулације проблема. Загађења су физички екстреми природних услова или хемијски или биолошки ентитет који може да има штетан утицај на еколошку компоненту. Идентификовање загађења је документовање њихових карактеристика што помаже да се утврди која компонента екосистема је изложена ризику и могући еколошки ефекат.

Класификација стресора се може вршити на више начина у зависности од усвојених критеријума класификације. Најједноставнија подела стресора је према типу и то на физичке и хемијске. Хемијски стресори се могу даље делити, у зависности од

своје хемијске природе, на органске и неорганске. Физички стресори су они који условљавају промену вредности величина које карактеришу природне услове неке средине. Физички стресори доводе до измене величина у смислу појава њихових екстрема (нпр. појава екстремно ниских или високих температура ваздуха услед његовог загађења; појава хидролошких промена у смислу промене нивоа водених ресурса неке средине). На слици 5.7. дата је фаза формулације опасности у процени еколошког ризика.



Слика 5.7. - Фаза формулације у процени еколошког ризика

У зависности од начина деловања могу се разликовати примарни и секундарни стресори. Примарни стресори директно доводе до нежељеног еколошког дејства, док секундарни стресори индиректно доводе до нежељених еколошких дејства.

Као критеријум за поделу стресора може се узети у обзир и интензитет дејства стресора, концентрација или величина стресора, време дејства стресора (краткотрајни и дуготрајни стресори) учесталост дејства стресора (тренутни, епизодни, континуирани), цикличност стресора (територијално хомоген, територијално нехомоген).

Рецептори. Рецептор је еколошка компонента на коју може да утиче загађење. То су популације биљака и животиња. Рецептори се бирају на основу:

- потенцијалне осетљивости на загађења,
- статуса (угрожене или врсте које су у опасности),
- миграција птица и риба,
- еколошког значаја,
- културних вредности у локалној заједници,
- рекреативног или комерцијалног значаја,
- вредности станишта.

Крајње тачке процене. Када су рецептори одабрани могуће је одабрати крајње тачке процене и величине. Крајње тачке процене могу се идентификовати на било ком нивоу организације. Крајње тачке величине су критична веза између постојећих услова на место и циљева менаџмента заснованих на основу крајњих тачки процене. Крајње тачке величине се могу одмах проучити на том месту или у лабораторији са адекватним ефектним мерама. Концептуални модел је писани опис и визуелна репрезентација између еколошких компоненти и загађења. Модел обухвата опис потенцијалног ризика екосистема и однос између крајњих тачака процене и величине.

Идентификација потенцијалног ризика на екосистем. Након идентификације стресора приступа се идентификацији простора дејства стресора и времена његовог деловања како би се извршила даља идентификација еколошког система за који постоји реални ризик у односу на идентификовани стресор. Идентификовани ефекат стресора даје могућност процене ризика у еколошком систему директно у односу на индикаторе или еколошке компоненте које се разматрају у процесу процене ризика. Уколико су границе екосистема, у коме се врши процена ризика, веома широке, повећава се комплексност у процесу процене ризика. Тада се у обзир узимају абиотичке компоненте животне средине (климатске карактеристике, карактеристике земљишта итд.) и биотичке компоненте животне средине (у погледу дејства стресора на различите и сродне врсте).

Еколошки ефекти. Настале промене у еколошком смислу услед дејстава стресора могу се идентификовати на више начина. Релевантне информације о насталим променама у еколошком систему могу се добити непосредним посматрањем и опажањем, испитивањем насталих промена у реалном амбијенту и испитивањем промена у лабораторијским условима. Информације о еколошким ефектима се могу такође добити из различитих извора. Све расположиве информације о еколошким

ефектима омогућују усмеравање процене ризика у односу на специфичне стресоре и у односу на еколошке компоненте које су предмет посматрања.

Селектирање циља у процени опасности. Селекција циљева у процесу формулације опасности врши се на основу расположивих и прикупљених информација о стресору, потенцијалном еколошком ризику и еколошким ефектима. Остваривање постављеног циља је у функцији заштите животне средине, а може се вршити на основу измерених или предвиђених величина које карактеришу еколошке ефекте. Процењени циљ у процесу формулације опасности је основа за карактеризацију ризика. Као пример постављених крајњих циљева може се навести оцена здравственог ризика од аерозагађења.

Свеобухватни модел података. Свеобухватни модел података полази од селекције радних хипотеза, заснованих на ефектима одређених стресора на еколошке компоненте у реалној испитиваној средини. Модел такође, укључује опис потенцијалног ризика екосистема на основу измерених и/или процењених вредности величина које карактеришу еколошке ефекте, а који су у складу са постављеним крајњим циљевима процене еколошког ризика. Свеобухватни модел података мора да садржи и претходну анализу еколошког стања, карактеристике стресора, могући изглед сценарија еколошког ефекта и развој еколошког система. Могући изглед сценарија еколошког ефекта је најсложенији део модела. Састоји се у детаљном опису могућих варијанти ситуација насталих дејством стресора на одређене еколошке компоненте. Сваки сценарио дефинише категорије стресора, типове биолошких система и делова еколошких компоненти које ће бити под утицајем стресора. На пример, при дејству хемијских стресора предвиђени сценарио узима у обзир изворе стресора, њихов транспорт, расподелу, хемијску и физичкохемијску трансформацију, распрострањавање у различите медије екосистема, манипулацију, идентификацију путева експозиције итд. При дејству нехемијских стресора, изложени сценарио обухвата нпр. ниво воде, температурне промене, физичке промене и све промене по моделу дејства стресора.

5.2.2. Анализа дејства стресора

Процена изложености је други корак и то је критична компонента. Процена изложености описује карактеристике загађења, проверава факторе као што су извор, величина, фреквенција, време и начин изложености. Кључни елементи процене изложености садрже:

- карактеристике извора контаминације,
- путеве изложености,
- количину изложености (количину изложености рецептора).

Процена еколошког ризика у фази анализе се састоји од стручне процене потенцијалних ефеката на основу података о експозицији стресору. Фаза анализе је заснована на свеобухватним подацима до којих се дошло у фази формулације, а који су у вези са узроком опасности. Ова фаза се састоји од карактеризације експозиције и од карактеризације еколошких ефеката. Међусобно повезивање ове две подфазе које су у оквиру фазе анализе омогућава комплетност анализе [45].

Карактеризација експозиције и еколошких ефеката се врши коришћењем статистичких метода. Нарочито је значајан правилан одговарајући избор специфичних статистичких метода, који треба да обухвати све претпоставке и карактеристични скуп података (нпр. дистрибуција, присуство супстанци које нису карактеристичне за посматрану територију, остали подаци од значаја). Треба напоменути да применом статистичких модела се не може увек доћи до поставке биолошких закона и утврдити комплексне биолошке промене. Најчешће се у фази анализе однос између прикупљених статистичких података и биолошких закона врши на основу професионалне процене стручњака.

Процена еколошког ризика обухвата:

- идентификацију, расподелу и кретање загађујућих супстанци;
- оцену утицаја загађујућих супстанци на животну средину, тј. оцену утицаја загађујућих супстанци на карактеристичне еколошке рецепторе;
- процењивање негативног утицаја појединих загађујућих супстанци на дату средину.

5.2.2.1. Карактеризација експозиције

Прва подфаза унутар фазе анализе која се користи код процене еколошког ризика је карактеризација експозиције. Карактеризација експозиције се врши проценом интеракције између стресора и еколошких компоненти. Експозиција се може изразити као могућност догађаја или контакта стресора и обухваћених еколошких компоненти. Утицај дејстава експозиције се утврђује на основу карактеристика експозиције и то у односу на квантификовану величину, простор, време трајања и временску дистрибуцију

према развијеном сценарију који је дат у фази формулације проблема, а који представља полазну компоненту при карактеризацији ризика.

Карактеризација стресора. Карактеризација стресора обухвата дефинисање расподеле (дистрибуцију) стресора или настале промене. Различите технике могу бити примењене у процесу карактеризације стресора. За хемијске стресоре се врло често користи комбинација моделирања и података из мониторинга. Расположиви подаци из мониторинга могу укључивати мерења емисија у животној средини и средње концентрације у простору и времену. Модел удеса често се користи са ослањањем на физичке, хемијске и физичкохемијске карактеристике супстанци у вези са карактеристикама екосистема. За неке хемијске стресоре као што су физичке промене, анализе узрока који се користе за карактеризацију стресора морају се добити применом разних техника, укључујући претходни преглед подручја, снимака из ваздуха, или сателитских фотографија.

У току карактеризације стресора потребно је посматрати не само примарне већ у исто време и секундарне стресоре који могу бити резултат различитих процеса или догађаја. Време узајамног дејства стресора и биолошких система је такође важно размотрити у фази анализе. Ако је стресор у природи, по учесталости деловања, епизодног карактера, нежељени ефекти се могу јавити код различитих врста или различитих старосних група.

Карактеризација екосистема. При карактеризацији еколошких компоненти битно је размотрити просторну и временску расподелу стресора, природу стресора и својства екосистема при дејству стресора. Такође потребно је размотрити просторну и временску расподелу еколошких компоненти.

Карактеристике екосистема могу битно одредити природу и дистрибуцију стресора. Хемијски стресори могу бити модификовани: биотрансформацијом (од стране микроорганизама), фотохемијским, хемијским и физичким процесима трансформације у животној средини. Под утицајем појединих еколошких компоненти може доћи до формирања одређених хемијских стресора у животној средини. Физички стресори могу бити такође модификовани у знатној мери у екосистему.

Просторна и временска расподела еколошких компоненти такође је битан део карактеризације екосистема. Карактеристике еколошких компоненти и утицај стресора треба проценити пре свега у средини, првенствено храну, репродуктивне циклусе, сезонске активности као што су миграције и ограниченост у коришћењу ресурса.

Промене у просторној и временској расподели еколошких компоненти може отежати процену експозиције стресору. Када су подаци о временској и просторној расподели еколошких компоненти расположиви, поступак процене је увелико олакшан.

Анализа експозиције. Анализа експозиције представља комбинацију анализе просторне и временске расподеле еколошких компоненти и анализу стресора. У случајевима физичких измена у заједници и екосистему, експозиција се може представити у потпуности као заједнички догађај. Анализа експозиције у појединачним случајевима се фокусира на појединачни контакт са стресором, зато што организми не могу ступити у контакт са свим присутним облицима стресора који се јављају у једној области. Анализе хемијских стресора се могу фокусирати и на концентрацију стресора која се јављају у експозицији. Анализе експозиције се могу базирати на идентификацији стресора као и на идентификацију мерљивих и процењених величина дејства стресора. Најопштији приступ анализи експозиције је одређивање величине концентрације или количине стресора и њихова комбинација са претпостављеним догађајима, контактима или уносом. У појединим ситуацијама, величина стресора се може одредити у стварном тренутку догађаја када је дошло до експозиције. Мада је до оваквих података тешко доћи, они смањују потребу за претпоставкама о учесталости и опсегу контакта.

Профил експозиције. Процена ефекта описује однос између загађења и рецептора и користи се како би се повезала контаминација са биолошком реакцијом. Ова веза се углавном ствара кроз претрагу литературе о токсичним подацима или спровођењем специфичних тестова токсичности, али су могући и други начини. Крајњи резултат процене ефекта је највиша концентрација изложености или дистрибуција највише концентрације изложености за сваку контаминацију која има неприхватљив ефекат на рецепторе. Информације до којих се дошло при анализи експозиције се представљају као квантификоване величине просторне и временске експозиције које доводе до нежељених еколошких ефеката и представљају профил експозиције. Профил експозиције се користи и као улазни елемент при карактеризацији ризика. Квантификована величина експозиције се може представити коришћењем различитих јединица (mg/kg (телесне тежине)/дан); За цео екосистем се јединице могу представити као концентрација/јединица подручја/време.

5.2.2.2. Карактеризација еколошког ефекта

Карактеризација ризика је последња фаза и омогућава људима који се баве проценом ризика да утврде однос између загађења, ефекта и еколошких ентитета. Карактеризација ризика комбинује резултате процене изложености и процене ефекта како би утврдила вероватноћу штетних ефеката који су резултат изложености загађењима. Карактеризација ризика обухвата: утврђивање калкулације ризика, анализу непоузданости ризика и интерпретацију еколошке важности.

Карактеризација еколошких ефеката базира се на утврђеном односу између стресора и нежељених ефеката који су идентификовани у фази формулације опасности. Она обухвата процену релевантних података о еколошким ефектима, анализу насталих еколошких реакција и квантификовану величину односа стресор-реакција. Релевантност података о насталим еколошким ефектима се утврђује на основу природе стресора и еколошких компоненти у оквиру процене. Ефекти изазвани стресором могу се рангирати као ефекти који доводе до нежељених последица код експониране популације и до деградације у заједници и у функционисању екосистема.

За анализу еколошке реакције у систему стресор-реакција користе се статистичке методе и математички модели. Она обухвата анализу стресор-реакција, анализу односа квантитативне величине дејстава стресора и реакције као циља процене као и процену каузалности дејства стресора и насталих реакција. Анализа стресор-реакција представља однос између величине (магнитуде), учесталости, трајања дејства стресора у посматраним реалним или експерименталним условима и величине насталих еколошких промена. Анализа односа стресор-реакција може се базирати на различитим аспектима односа стресор-реакција, у зависности од различитих гледишта, свеобухватних модела података и врста података који се користе у анализи. Идеално је када постоји могућност квантифицирања величине дејства стресора и реакције као циља процене. Када је настала реакција дејства стресора посматрана као циљ процене ризика, анализа је валидна и резултује мерном величином. Када се циљ процене не може изразити као мерна величина, однос између стресора и одређеног циља се заснива пре свега на накнадној екстраполацији заснованој на анализи и претпоставкама које су коришћене у предвиђању и утврђивању законитости између реакција насталих дејством стресора, а које су узете као циљ процене ризика.

Такође је значајан фактор – тренутак, анализе ефеката насталих дејством стресора, при карактеризацији ризика. У неким случајевима, процена дуготрајних

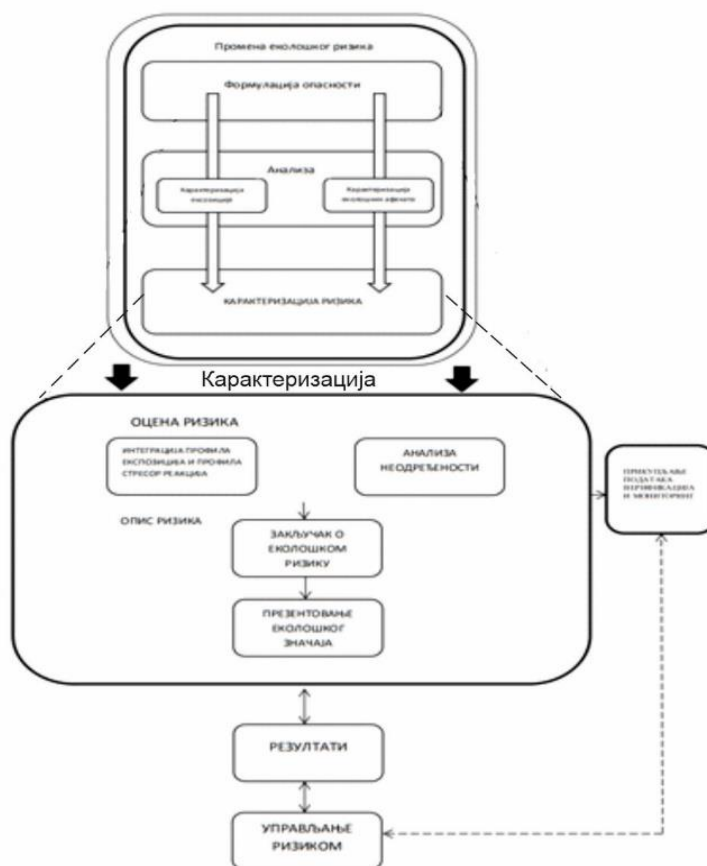
утицаја дејства стресора захтева и анализу еколошке регенерације од које ће зависити карактеризација ризика и њена крајња оцена. Оцена ризика може бити неизвесна у условима када је условљена еколошком регенерацијом која је тешко предвидљива ако зависи од великог броја фактора (од близине дејства стресора, начина дисперзије еколошких компоненти и физичко-хемијском квалитету животне средине под утицајем стресора).

Битни аспект анализе еколошког ризика је и утврђивање каузалности између дејства стресора и величине насталих реакција у смислу еколошких промена. Иако доказ о узрочности није обично постављени услов у процени ризика, процена каузалности доприноси процени ризика.

Резултат карактеризације еколошких ефеката је сумарни приказ квантификованих величина: величина односа стресор-реакција, екстраполираних величина, величина које су резултат каузалних и других одговарајућих анализа. Често се сума квантификованих величина представља као једна референтна величина.

5.2.3. Карактеризација ризика

Карактеризација ризика је последња фаза процене ризика. У току ове фазе, се врши приказ процене вероватноће појаве нежељених ефеката као резултат експозиције стресору. Карактеризација ризика обухвата две подфазе: процену ризика и опис ризика (слика 5.8.). Профил експозиције и профил односа стресор-реакција који се налазе у оквиру фазе анализе се користе као улазни елементи за процену ризика. Идентификовање непознатих у току свих фаза процене ризика се анализирају и сумирају. Процењени ризици се анализирају уз узимање у обзир свих типова величина предвиђених ефеката, просторних и временских величина као и могући степен регенерације екосистема. Резултат процене ризика, садржи доказе о постојању еколошког ризика који је одређен као циљ процене [45].



Слика 5.8. - Фаза карактеризације у процени еколошког ризика

Оцена ризика. Оцена ризика обухвата интеграцију профила експозиције и профила односа стресор-реакција као сумиране променљиве. Три основна начела интеграције профила стресор-реакција и профила експозиције су: унапређивање појединих ефеката и величине експозиције; упоређивање ширења, дистрибуције ефеката и експозиције; оцене ризика и расположивих података.

Многе процене ризика пореде поједине ефекте са предвиђеним или измереним нивоом дејства стресора. Вредности ефеката приказаних профилом стресор-реакција могу се користити као уочени, или као неодређени уз помоћ фактора неодређености као кориговане вредности. Количник вредности експозиције и нивоа дејства стресора представља вероватноћу ризика. Уколико поменути количник има вредност један или више, онда постоји ризик. Овај приступ, познат као Метод коефицијента, се доста користи за процену ризика од хемијских стресора.

Упоређивање ефеката дистрибуције и експозиције. Дистрибуције и експозиције се користе у оцени ризика и његовом лакшем праћењу. Ризик се

квантификује по степенима између две дистрибуције; што је више преклапање дејства стресора то је ризик већи.

За правилно праћење дистрибуције, важно је поседовати довољно приступачних података за статистичку обраду.

Примена симулационих модела. Симулациони модели се могу интегрисати у профилима стресор-реакција и у профилу експозиције за повећање вероватноће оцене ризика. Две категорије симулационих модела се користе при оцени еколошког ризика: модел одређене групе популације, који користи претпостављене ефекте на одређену групу популације као циљне групе на индивидуалном нивоу; док модел вишеструког дејства обухвата целокупан живи свет, и користан је за оцену директних и индиректних ефеката стресора. Када се изврши избор модела, важно је одредити целисходност модела за различите примене приликом оцене директних и индиректних ефеката експозиције.

Неодређеност. Анализа идентификације неодређености, може дати квантификовану величину неодређености за одређену категорију ризика. Неодређеност сваке фазе у процесу процене ризика чини део укупне неодређености у оцени ризика. Величина која се узима као величина неодређености је добијена у односу на аналогну познату величину која је умањена за процењену неодређеност дејства стресора. Свеобухватни модел података је производ фазе формулисања опасности, који обезбеђује фазу анализе и развој приказа односа експозиције и стресор-реакција. Ако су нетачно утврђене претпоставке у свеобухватном моделу података потенцијални ефекти стресора, еколошки утицај или бројност популације; тада ће крајња процена ризика бити погрешна. Ове типове неодређености је најчешће тешко идентификовати, квантификовати и смањити. Други значајан фактор неодређености је непоузданост података или информација на којима је процена ризика заснована. У неким случајевима, процена ризика ће бити привремено заустављена све до добијања допунских информација. Одређене основне информације као што су подаци о условима живота могу бити тешко доступни у поступку процене ризика. У неким другим случајевима, основна сазнања о природним процесима у екосистемима могу бити доступна. У ситуацијама где основне информације нису доступне, стручна процена и коришћење релевантних информација су одлучујуће за валидност оцене.

Од природних варијабила у основи зависе карактеристике утицаја стресора на еколошке компоненте и битан су фактор утицаја на њихову дистрибуцију (нпр.

временски услови и њихове законитости). Променљивост природних варијабила у знатној мери утиче на квантитативну анализу.

Грешка може бити претпостављена у експерименталним условима или у правилном избору при мерењу или одабиру узорка. Неке грешке могу бити смањене употребом тачно утврђених експерименталних правила. Грешка такође може бити уведена при формирању симулационог модела. Неодређеност при увођењу и коришћењу модела може бити смањена коришћењем осетљивих анализа и упоређивањем са сличним моделима.

Опис ризика. Опис ризика има два основна елемента. Први је закључак о еколошком ризику, који сумира резултате процене ризика и анализу неодређености као и процену поузданости оцене ризика на основу разматрања добијених резултата. Други елемент је представљање еколошког значаја, при чему се описује величина могућег еколошког ризика који је узет као циљ процене [45].

Закључак о еколошком ризику сумира резултате до којих се дошло у појединим фазама процене ризика: у фази формулације опасности, анализи и карактеризацији ризика. Закључак о еколошком ризику може укључивати идентификацију, допунске анализе и податке који могу смањити неодређеност дејства стресора при оцени ризика. Закључак о оцени ризика је описно-квантификовани извештај. У већини случајева, вероватноћа догађаја се изражава као квалитативни извештај (на пример, постоји висока вероватноћа смртог исхода). Утврђене неодређености дејства стресора који се примењује у току оцене ризика су сумирана и то тако да је свака неодређеност дејства стресора дефинисана као квалитативна и квантитативна величина.

Идентификација допунских анализа. Потребно је спровести анализе последица које се могу идентификовати након поступка при процени ризика.

Презентовање еколошког значаја. Презентовање еколошког значаја дејства стресора и оцене ризика за одређено подручје или област деловања стресора обухвата настале ефекте различитих типова и јачина.

Релативни значај различитих ефеката може се интерпретирати нарочито при одвојеним проценама или мерљивим циљевима који су уочени или предвиђени. Од величине дејства зависи и еколошки контекст. Популацијски зависни и независни фактори у екосистему такође имају утицај на представљање ефеката при процени ризика.

На крају, од значаја је посматрати ефекте у контексту величине и вероватноће могућег дејства. У неким случајевима, величина експозиције стресору може бити ниска, али ефекти таквој експозицији могу бити катастрофални.

Просторна и временска дистрибуција ефеката представља други битан аспект за представљање еколошког значаја. Величина пространства у коме ће се испољити дејство стресора је од пресудног значаја при процени могућих ефеката. Значи, стресор који је распршен изнад веће области, потенцијално има ефекат на више различитих организама, него онај који је ограничен на мањем простору. Међутим, стресор чији су ефекти на малој територији може имати несагледиво штетан утицај уколико је одређена популација животно везана за тај простор.

5.3. МЕТОДЕ ПРОЦЕНЕ РИЗИКА

Уопште, сваким ризиком се управља на основу анализе и процене ризика. Методе за процену и управљање еколошким ризиком омогућавају одређивање вероватноће за различите делове технолошког процеса, складиштење, паковање, руковање и промета опасних материја; који су међусобни повезани и условљени. Опис вероватноће негативних ефеката, по систем, врши се квалитативним и/или квантитативним методама. У недостатку квантитативних података користе се квалитативне методе, које не треба избегавати, јер се као резултат процене добија квалитативни опис који обухвата примену и поштовање критеријума који дефинишу стандарди, закони, прописи, норме за технолошке системе итд.

Процена еколошког ризика може да буде потенцијална и ретроспективна. Код потенцијалне процене се врши предвиђање вероватноће будућих нежељених ефеката, а ретроспективном се процењују ефекти на основу сазнања која су се стекла анализом хазардних догађаја из прошлости. Ако систем има обе врсте ефеката врши се комбинација ових процена.

Исто тако, врши се комбинација процене и управљања економског и здравственог ризика. Комбинација процене и управљања ова два ризика има за циљ побољшање здравља људи, а и сама структура процене еколошког ризика је уз одређене корекције прилагођена да обухвати и здравствени ризик.

Ниво здравственог ризика се одређује директно и индиректно. Директно одређивање степена здравственог ризика врши се на основу фреквенције појављивања

нежељених здравствених ефеката у одређеној групи људи, услед дејства нежељеног догађаја, а теоријска процена нивоа експозиције, за исту групу људи, представља индиректно одређивање. Због ниског степена излагања опасности у животној средини, који се дешавају свакодневно, у већини случајева здравствени ризик се одређује индиректним методом. Према томе, ова метода се чешће користи, јер квантитативни подаци нежељених ефеката по здравље људи за ниске нивое опасности нису довољно поуздани. Ризик од настанка нежељених здравствених ефеката или смрти је стално присутан, што процесу процене и управљања еколошким ризиком даје посебну комплексност.

Постоји велики број различитих методологија које се примењују у процени еколошког ризика. Методологије, које су, због своје применљивости и/или једноставности, највише коришћене, као и поступци који се најчешће примењују при процени ризика, су:

- EIA (Environmental Impact Assessment) и Закон о националној политици заштите животне средине – NEPA (САД, 1970);
- US EPA (United States Environmental Protection Agency). Ова методологија садржи обухвата различита софтверска решења;
- CAMEO (Computer Aided Management of Emergency Operation) је програм који управља акциденталним ситуацијама. Садржи попис и базу хемијских супстанци, разматра акциденталне ситуације, локације итд;
- ALOHA (Area Location of Hazardous Atmospheres) је програм моделовања дисперзије опасних гасова;
- MARPLOT (Mapping Applications for Response, Planning and Operational Task) је програм за електронски приказ одређене локације;
- Управљање ризиком према стандарду ISO 31000, 2009. обухвата пет фаза комуникација и консултовање, успостављање контроле, процена ризика, третман ризика, мониторинг и извештавање.
- Конвенција о прекограничним ефектима индустријских загађења (UNIECE, Хелсинки 1992.) којом се регулишу поступци и процедуре у случајевима међународних нежељених ефеката на свим нивоима (локални, регионални, национални и међународним).
- SEVESO III којим се врши достављање информација о удесима становништву локалних заједница од стране компанија које обављају

производњу, складиштење, транспорт и руковање опасним материјама.

- Директива о интегрисаној превенцији и контроли загађивања животне средине (96/61/EC-IPPC) којом се регулише функционисање интегралне превенције и контроле загађивања животне средине.
- APELL - „Свест и приправност за опасности на локалном нивоу“ (UNEP IE/PAC.APELL). Основни методолошки приступ креирања координације приправности на техничко-технолошки удес између индустријског комплекса, грађана и локалне управе.
- TRANS APEL – „Савети за планове локалне заједнице у поступању са транспортом опасних материја“ (UNEP IE/PAC). Додатак APEL ризицима који произилазе од утовара, претовара, дистрибуције и транспорта опасних материја.
- Програм „Водећи принципи у превенцији, приправности и одговору на хемијски удес“ (ОЕСО 2003). Програм активности индустрије, локалних власти и становништва у циљу дефинисања процедура за превенцију хемијских удеса, минимизирања последица по животну средину, људе и материјална добра за удесе који су се десили као и систематизацију проучених параметара за евентуалне будуће акциденте.
- Директива 94/55/EC 1994. којом се регулише друмски транспорт опасних материја (ADR).
- Директива 96/49/EC 1996. којом се регулише транспорт опасних материја железницом.
- REACH (Registration, Evaluation, Autorization and Restriction of Chemicals). Законодавство у ЕУ обавезује компаније које производе, складиште, пакују, рукују, транспортују и увозе опасне материје на финансирање процене ризика.

Нормативно регулисање процене и управљања еколошким ризиком у Србији је обухваћено следећим законима, правилницима и уредбама:

- Закон о заштити животне средине („Сл. гласник РС“ бр. 135 од 21. децембра 2004, 36 од 15. маја 2009, 36 од 15. маја 2009 - др. закон, 72 од 3. септембра 2009 - др. закон, 43 од 14. јуна 2011 - УС, 14 од 22. фебруара 2016, 76 од 12. октобра 2018, 95 од 8. децембра 2018 - др. закон.

- Правилник о методологији за процену опасности од хемијског удеса и/или загађивања животне средине, мерама припреме и мерама отклањања последица („Сл. гласник РС“ бр. 60/94).
- Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађења животне средине („Сл. гласник РС“ бр.135/2004, 25/2015 и 109/2021).
- Закон о процени утицаја на животну средину („Сл. гласник РС“ бр.135/2004 и 36/2009).
- Закон о превозу опасних материја („Сл. лист СФРЈ, бр.27/90 и 45/90-испр., „Сл. лист СРЈ“, бр.24/94, 28/96 - др. закон и 68/2002 и Сл. гласник РС“ бр. 36/2009 - др. закон).
- Правилник о садржини политике превенције удеса и садржини и методологији израде Извештаја о безбедности и Плана заштите од удеса („Службени гласник РС”, број 41 од 15. јуна 2010).
- Упутство о методологији израде и садржају процене ризика од катастрофа и плана заштите и спасавања („Сл. гласник РС“ бр. 80/2019).

Методе процене и управљања еколошким ризиком су специјалне методе, које често могу бити међусобно сличне, јер се базирају на темељима истих полазних параметара. У пракси се бележе примери имплементације истих метода у различитим методологијама за процену ризика. Ако се пође од опште једначине процене ризика (једначина 5.1), у којој фигурише величина вероватноће догађаја, разумљиво је да се велики број метода базира на нумеричком рангирању вероватноће која се комбинује са рангирањем повредивости рецептора у циљу једноставног приказа ризика. На овој комбинацији, као полуквалитативној методи процене ризика, заснивају се три могућности за приказ ризика, и то као матрична метода, табеларна метода и графичка метода.

5.3.1. Матричне методе у процени ризика

Најзаступљеније матричне методе које се примењују за процену ризика, који може настати у производној делатности, су метода Аустријског произвођача целулозе и папира (AUYA) и метода немачких инжењера (BG). Обе методе полазе од анализе процене утицаја хазарда и безбедности формирајући фазе. Прва фаза је процена вероватноће настанка акцидента, чије се квантитативне вредности уносе у колони матрице. Друга фаза је фаза анализе могућих нежељених ефеката насталих

експозицијом акцидента над незаштићеним или делимично заштићеним објектом (рецептор) и приказује се по редовима матрице. Степен потенцијалне угрожености производног процеса, техничког система или неког другог рецептора у производном процесу који је изложен акциденту се одређује на бази статистичких података. Уколико се не поседује адекватна база статистичких података или она не постоји онда се процена врши на основу искуства и знања експерата. Како коначна вредност ризика зависи од степена угрожености рецептора, потребно је узети у обзир и безбедност разматраних рецептора у предметном процесу. Одређивање нивоа хазарда и безбедности, чији је однос обрнуто пропорционалан, као и њихов квалитативни приказ у зависности од процента њиховог утицаја на рецепторе дат је у табели 5.1. [38]

Табела 5.1.- Ниво хазарда и безбедности са квалитативним описом

Проценат утицаја хазарда и безбедности [%]	Квалитативан опис нивоа		Ранг - ниво	
	Хазард	Безбедност	Хазард	Безбедност
0-20	Врло ретко	Критична	1	5
21-40	Повремено	Недовољна	2	4
41-60	Често	Велика	3	3
61-80	Претежно	Прихватљива	4	2
81-100	Стално	Задовољавајућа	5	1

Трећа фаза је дефинисање ризика у квалитативном смислу комбинацијом података датих у колони и редовима матрице. На слици 5.9. дат је приказ матрице ризика вероватноће акцидента и безбедоносних услова који су у функцији заштите објеката-рецептора.

Последице			Степен изложености безбедносним условима					Вероватноћа		
			1	2	3	4	5	Опис	Опсег	Ранг
Степен изложености хазарду (Н)	Врло	1	1	2	3	4	5	Врло маја	1 - 2	1
	Повреме	2	2	4	6	20	10	Мала	3 - 5	2
	Често	3	3	6	9	12	15	Средња	6 - 9	3
	Претежн	4	4	8	12	16	20	Велика	10 - 16	4
	Стално	5	5	10	15	20	25	Врловелика	20 - 25	5

Последице	Опис	1	2	3	4	5
Боја						
Ранг	Врло мале	Мали	Умерене	Тешке	Смртоносне	

Слика 5.9. – Матрица вероватноће хазарда и последица изложености хазарду

Такође, на слици 5.10. дат је приказ матрице ризика вероватноће акцидента и потенцијалних последица (штета) насталих дејством акцидента. [38]

Квантификација ризика			W	Потенцијалне последице акцидента				
			Опис	Врло мале	Мале	Умерене	Тешке	Смртоносне
			Боја					
P	Опис		Ранг	1	2	3	4	5
Вероватноћа акцидента	Врло мале		1	1	2	3	4	5
	Мале		2	2	4	6	8	10
	Средње		3	3	6	9	12	15
	Велике		4	4	8	12	16	20
	Врло велике		5	5	10	15	20	25

Ранг ризика	1	Ранг	1	2	3	4	5
дефинисан матрицом	2	Опсег	1 - 2	3 - 5	6 - 9	10 - 16	20 - 25
5x5 са квалитативним описом	3	Опис	Безначајан	Мали	Средњи	Висок	Екстремни

Слика 5.10.- Ризик у функцији вероватноће акцидента и последица

У Републици Србији оцена ризика од нежељених догађаја, спроводи се применом методе матрица, а према Упутство о методологији израде и садржају процене ризика од катастрофа и плана заштите и спасавања („Сл. гласник РС“ бр. 80/2019).

Приликом доношења оцене ризика врши се дефинисање спољашњих и унутрашњих фактора који се разматрају као функција ризика и то при симулацији сценарија који представља потенцијални, али и највероватнији фактор чије дејство доводи до нежељених последица. Последице се разматрају у односу на штићене вредности и процењују се према одређеним критеријумима који су табеларно дати. Такође за доношење оцене се разматра нежељени догађај и вероватноћа појављивања тог догађаја који је у функцији интензитета времена и деловања. Три су различита приступа која се разматрају приликом процене вероватноће догађаја и то су квалитативни, квантитативни и искуствени на бази података о нежељеним догађајима из прошлости. На основу овога, формирана је табела категорије вероватноће појаве опасног догађаја (Табела 5.2.). [91]

Табела 5.2. – Категоризација вероватноће појаве опасног догађаја

Категорија	Вероватноћа или учесталост			
	(а) Квалитативна	(б) Квантитативна	(в) Искуствена (Учесталост)	Одабрано
1	Занемарљива	< 1 %	1 догађај у 100 година и ређе	
2	Мала	1 - 5 %	1 догађај у 20 до 100 година	
3	Средња	6 - 50 %	1 догађај у 2 до 20 година	
4	Велика	51- 98 %	1 догађај у 1 до 2 године	
5	Изразито велика	> 98 %	1 догађај годишње или чешће	

Ниво последица нежељеног догађаја, по елементима угрожености сходно категоријама приказује се квалитативно према унапред утврђеним критеријумима угрожености разматраног елемента као величина штете. У табели 5.3. дате су категорије последица по живот и здравље људи условљене величином штете, а у табели 5.4. по економију и екологију. [91]

Табела 5.3. – Категоризација последица по живот и здравље људи условљене величином штете

Последице по живот и здравље људи			
Категорија	Величина последица	Критеријум*	Одабрано
1	Минимална	<50	
2	Мала	50-200	
3	Умерена	201-500	
4	Озбиљна	501-1500	
5	Катастрофална	>1500	

*Укупан број људи захваћених неком опасношћу (мртви, повређени, оболели, евакуисани, расељени – остали без стана/куће, збринути и склоњени).

Табела 5.4.- Категоризација последица по економију/екологију условљене величином штете

Последице по економију/екологију			
Категорија	Величина последица	Критеријум**	Одабрано
1	Минимална	чији износ прелази 1% буџета	
2	Мала	чији износ прелази 3% буџета	
3	Умерена	чији износ прелази 5% буџета	
4	Озбиљна	чији износ прелази 10% буџета	
5	Катастрофална	чији износ прелази 15% буџета	

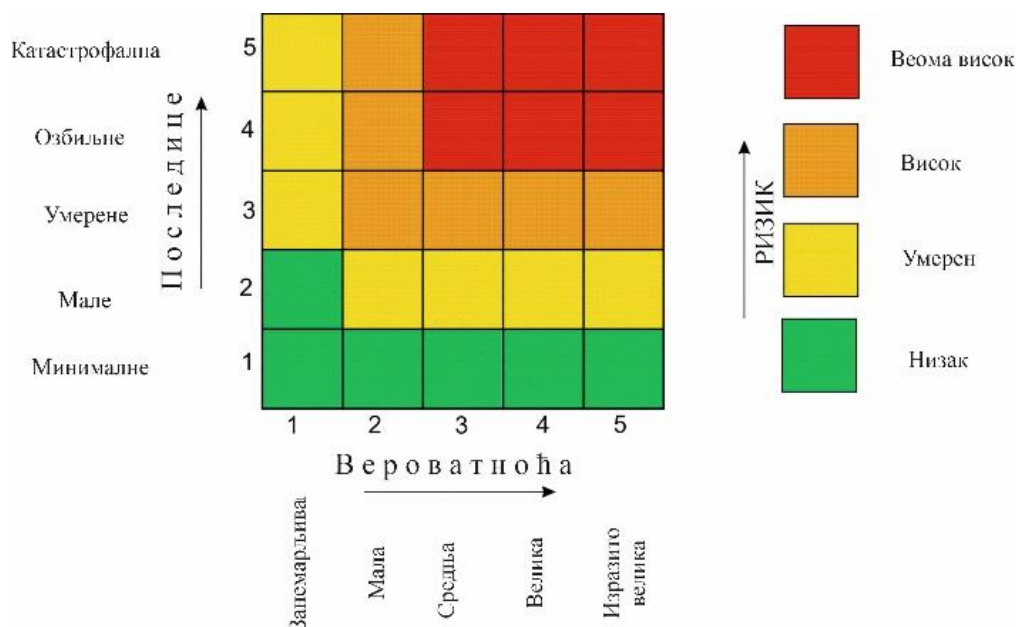
**Укупни трошкови представљају: трошкове лечења или здравственог збрињавања, непосредних или дугорочних хитних мера, трошкове обнове зграда, јавног превоза и инфраструктуре, материјалних добара, културне баштине, трошкове еколошке обнове, трошкове прекида привредних активности, вредности исплаћених премија осигурања.

– На националном нивоу последице по економију/екологију, одређују се у односу на буџет Републике Србије.

– На нивоу аутономних покрајина и локалних самоуправа, последице по економију/екологију, одређују се у односу на буџет аутономних покрајина и јединица локалних самоуправа.

– Последице за привредна друштва и друга правна лица се изражавају збиром вредности основних средстава и обртног капитала и израчунавају се процентуално у складу са горе наведеним категоријама.

На основу одређене вероватноће и последица насталих дејством нежељеног догађаја, применом табела 5.3 и 5.4., формира се матрица за оцену ризика. Ризик се представља квалитативно и приказује одређеним нивоом. Матрицу ризика чине колоне у којима се приказује вероватноћа и редови у којима се приказују последице (слика 5.11.). [91]



Слика 5.11.- Матрица процене ризика према методологији Републике Србије

Након одређивања нивоа ризика, доноси се одлука о предузимању процедура управљања ризиком у зависности од прихватљивости или неприхватљивости процењеног нивоа ризика (табела 5.5.) [91].

Табела 5.5.- Нивои и прихватљивост ризика

Ниво ризика	Прихватљивост ризика	Третман ризика
Веома висок	Неприхватљив	Веома висок и висок ниво ризика, захтевају третман ризика како би се ризик смањило на ниво прихватљивости
Висок	Неприхватљив	
Умерени	Прихватљив	Умерени ризик може да значи потребу предузимања неких радњи ради смањења последица дејства опасног догађаја
Низак	Прихватљив	Низак ризик, може значити да се не предузимају никакве радње

5.3.2. Табеларне методе у процени ризика

Табеларне методе у процени ризика се користе при доношењу квалитативно-квантитативне оцене ризика. Развој табеларне методе је проистекао из потребе што објективнијег доношења оцене ризика с обзиром да се при матричној методи јавља субјективност процене ризика од стране експерата укључених у процени. Код табеларне методе врши се примена одређених параметара који су добијени директним мерењима или су утврђени научно оправданим и прихваћеним методама. Ови параметри, као функција фактора ризика, могу се квалитативно описивати и квантитативно нумерички приказивати. Ризици који се посматрају у односу на акциденте који су могући у индустрији често представљају основу за разумевање и даље праћење еколошког ризика-ризика у животној средини. Нежељени догађаји у индустрији проузрокују промене у животној средини тако да постоји узајамна спрега између техногеног ризика и еколошког ризика.

У пракси се често примењује KINNEY метода. Код KINNEY методе се процена ризика посматра у функцији вероватноће појаве нежељеног догађаја, учесталости и времена експозиције опасности и последица насталих над разматраним рецепторима услед дејства акцидента (једначина 5.3.). На основу изнетог може се закључити да је KINNEY метода кубна функција. [14]

$$R = P \cdot F \cdot W \quad (5.3.)$$

где је R – ризик, P – вероватноћа појаве нежељеног догађаја, F – временска учесталост (фреквенција) излагања опасности и W – последице насталог акцидента (штета).

Ова метода је у групи полуквалитативних метода која се реализује кроз три фазе. Прва фаза подразумева дефинисање квалитативно-квантитативног односа фактора који су у функцији ризика, кроз примену одговарајућег табеларног приказа, у циљу нумеричког дефинисања нивоа ризика. У табели 5.6. дат је приказ фактора који се разматрају у функцији ризика.

Табела 5.6. - Зависност фактора који су у функцији ризика према KINNEY методи.

Фактор ризика	Ранг	Вредност	Квалитативни опис вероватноће
Вероватноћа настанка опасности Р	1	0,1	Скоро да не постоји могућност (само у домену теорије)
	2	0,2	Практично невероватно
	3	0,5	Прихватљиво (уверљиво), али мало вероватно
	4	1	Мала вероватноћа – могуће у одређеним случајевима
	5	3	Неуобичајено, али могуће
	6	6	Могуће
	7	10	Предвидљиво
Учесталост излагања хазарду F	1	1,0	Ретко (годишње)
	2	2,0	Месечно
	3	3,0	Недељно
	4	6,0	Дневно
	5	10,0	Стално (континуирано)
Последице инцидента W	1	1,0	Безначајне повреде (не захтевају никакав већи третман)
	2	2,0	Лаке телесне повреде са тренутном онеспособљеношћу
	3	3,0	Умерене повреде са привременом онеспособљеношћу
	4	6,0	Тешке телесне повреде са трајним инвалидитетом
	5	10,0	Смртни исход

Друга фаза, треба да омогући квантификацију нивоа ризика применом одговарајућих математичких операција док трећа фаза има за циљ да, на основу утврђеног квантитативног нивоа ризика, да квалитативни опис ризика. Најчешће се рангирање ризика, у односу на претходно рангиране факторе ризика, дефинише кроз пет нивоа. На основу утврђених нивоа ризика врши се даља класификација ризика, узимајући као основни критеријум за класификацију, потребу реаговања и предузимања одређених процедура управљања ризиком. Овај однос квалитативно-квантитативног описа ризика и његово даље рангирање, у зависности од потребе предузимања одређених процедура управљања ризиком дат је у табели 5.7.

Табела 5.7. - Рангирање ризика према KINNEY методи

Ризик од настанка акцидента R				Стање процеса који је предмет процене ризика
Ранг	Вредност	Квалитативни опис	Реаговање	
1	0,1 – 20	Занемарљив	Нема реаговања	Прихватљив ризик
2	21 – 70	Мали	Захтева мониторинг	
3	71 – 200	Умерен	Треба предузети мере	Повећан ризик
4	201 – 400	Високи	Хитно отклањање узрока	Неприхватљив ризик
5	> 400	Неприхватљив	Заустављање процеса	

На основу података који су дати у табели, може се закључити да се KINNEY метода базира на скали рангирања ризика која је нелинеарна и за сваки подеок у скали је дефинисан одређени опсег нивоа ризика.

Уколико се оцена ризика доноси у односу на изложености одређеног броја индивидуа дејству акцидента, може се применити PILZ метода. Према овој методи ризик се разматра у функцији вероватноће појаве нежељеног догађаја, учесталости времена излагања опасности последицама насталог акцидента и броја особа које су истовремено изложене последицама опасности (једначина 5.4).

$$R = P \cdot F \cdot W \cdot N \quad (5.4.)$$

где је R – ризик, P – вероватноћа појаве нежељеног догађаја, F – временска учесталост (фреквенција) излагања опасности, W – последице насталог акцидента (штета) и N – број особа које су изложене опасности.

Међусобна квалитативно-квантитативна условљеност величина фактора који су у функцији ризика дата је у табели 5.8. Квалитативно-квантитативна условљеност се код методе PILZ разматра по истом методолошком приступу као и код KINNEY методе. У табели 5.8. дата је квалитативно-квантитативна условљеност фактора који се разматрају у функцији ризика према PILZ методи, а у табели 5.9. дат је приказ класификације нивоа ризика узимајући као основни критеријум за класификацију, потребу реаговања и предузимања одређених процедура управљања ризиком. [14]

Табела 5.8.- Зависност фактора који су у функцији ризика према PILZ методи

Фактор ризика	Ранг	Вредност	Квалитативни опис вероватноће
Вероватноћа настанка акцидента	1	0,033	Скоро немогуће (само у екстремним случајевима)
	2	1,0	Изразито мала вероватноћа, али је остварљиво
	3	1,5	Невероватно, али се може десити
	4	2,0	Могуће, али није уобичајено
	5	5,0	Постоји шанса да се деси
	6	8,0	Вероватно, није изненађење ако се деси
	7	10,0	Велика вероватноћа да ће се десити (треба очекивати)
	8	15,0	Извесно да ће се десити (нема сумње)
Учесталост излагању опасностима	1	0,5	Годишње
	2	1,0	Месечно
	3	1,5	Недељно
	4	2,5	Дневно
	5	4,0	Часовно
	6	5,0	Константно
Последице настанка акцидента	1	0,1	Безначајне повреде особа
	2	0,5	Изразито лаке телесне повреде (огреботине и сл.)
	3	2,0	Средње тешке телесне повреде (тренутна онеспособљеност)
	4	4,0	Лакше телесне повреде (привремена онеспособљеност)
	5	6,0	Тешке телесне повреде (трајна онеспособљеност)
	6	10,0	Изразито тешке телесне повреде (тешка инвалидност)
	7	15,0	Фатални исход - смрт
Број лица изложених утицају хазада	1	1,0	1 – 2 особе
	2	2,0	3 – 7 особа
	3	4,0	8 – 15 особа
	4	8,0	16 – 50 особа
	5	12,0	Више од 50 особа

Табела 5.9.- Рангирање ризика према PILZ методи

Ризик у односу на настали акцидент				Ризик у односу на стање изложеног процеса
Ранг	Вредност	Квалитативни опис	Реаговање	
1	< 5	Занемарљив	Нема реаговања	Прихватљив ризик
2	6 - 50	Мали	Захтева мониторинг	
3	51 - 250	Умерен	Треба предузети мере	Повећан ризик
4	251 - 500	Висок	Хитно отклањање узрока	Неприхватљив ризик
5	> 500	Неприхватљив	Заустављање процеса	

За разлику од KINNEY и PILZ методе, код којих се оцена ризика доноси множењем фактора ризика, GUARDMASTER метода се базира на сумирању фактора који се разматрају у функцији ризика и то према једначини 5.5.

$$R = P + F + W + N \quad (5.5.)$$

где је R – ризик, P – вероватноћа појаве нежељеног догађаја, F – временска учесталост (фреквенција) излагања опасности, W – последице насталог акцидента (штета) и N – број особа које су изложене опасности.

Методологија којом се повезује квалитативно-квантитативни однос фактора који су у функцији ризика и рангирање ризика код методе GUARDMASTER, је иста као и код KINNEY и PILZ методе. У табели 5.10. дата је квалитативно-квантитативна условљеност фактора који се разматрају у функцији ризика према GUARDMASTER методи, а у табели 5.11. дат је приказ класификације нивоа ризика узимајући као основни критеријум за класификацију, потребу реаговања и предузимања одређених процедура управљања ризиком. [14]

Табела 5.10. - Зависност фактора који су у функцији ризика према GUARDMASTER методи

Фактор ризика	Ранг	Вредност	Квалитативни опис вероватноће	Корективни фактори	
				Услови процеса	Вредност
Вероватноћа акцидента P	1	1,0	Мала	Неискусан и необучен персонал	На ниво ризика $R = P + F + W$ додати 2, па је $R = P + F + W + 2$
	2	2,0	Могућа		
	3	4,0	Вероватна		
	4	6,0	Извесна		
Излагање хазарду E	1	1,0	Ретко (једном недељно)	Дугачак интервал излагања Рад у опасној зони (>15 мин)	Тада се узима: $F = 4$ На F се додаје 1, (F+1)
	2	2,0	Повремено (дневно)		
	3	4,0	Често (више пута у току дана)		
Последице акцидента W	1	1,0	Лакше повреде (безначајне повреде)	Опасностима је изложено више (N) особа	Уместо вредности за W узети: $W \times N$
	2	3,0	Умерене повреде (без трајних последица)		
	3	6,0	Тешке повреде (са трајним последицама)		
	4	10,0	Фаталан исход (смрт)		

Табела 5.11. - Рангирање ризика према GUARDMASTER методи

Ризик у односу на настали акцидент				Ризик у односу на стање изложеног процеса
Ранг	Вредност	Квалитативни опис	Реаговање	
1	1 – 2	Занемарљив	Нема реаговања	Прихватљив ризик
2	3 – 6	Мали	Захтева мониторинг	
3	7 – 15	Умерен	Хитно спровођење мера	Повећан ризик
4	>15	Високи	Заустављање процеса	Неприхватљив ризик

5.3.3. Брза процена ризика

Ризици условљени формирањем и развојем хазардних догађаја који настају у техносфери, услед емисија опасних супстанци у радној и животној средини применом технолошких поступака, пожара, контаминацијом радиоактивним супстанцама, контаминацијом токсичним супстанцама, транспортом и њиховим складиштењем, а које се користе у индустрији могу се утврдити применом методологије REHRA.

Методологија REHRA се користи у циљу брзе процене ризика при редовним условима рада али и при акциденталним догађајима. Примена ове методологије се базира на квалитативно-квантитативној процени техногеног ризика, са циљем увођења адекватних управљачких мера при употреби, руковању, транспорту и складиштењу опасних супстанци. Брза процена ризика се примењује уколико постоји оправдана забринутост да ће на одређеној локацији доћи до експозиције одређених еколошких елемената опасним супстанцама које доводе до деградације животне средине и које угрожавају безбедност људи. У методологији, акцидентални догађаји се посматрају са аспекта формирања експозиције опасних супстанци и њиховог дифундовања кроз одређене медијуме животне средине при чему постају, при одређеним условима, штетни по компоненте екосистема, биосферу, антропосферу и људску популацију.

Методологија брзе процене еколошког ризика који је последица стања и примењених и насталих процеса у индустрији обухвата анализу постројења, технолошких процеса и опасних и штетних супстанци.

5.3.3.1. Процена ризика постројења

Једно постројење се, по правилу састоји од већег броја истих и/или различитих апаратура са применом одговарајућих технолошких поступака што условљава појаву различитих могућих удеса.

Са циљем да се одреде најрепрезентативнији удеси, прва фаза у процени ризика јесте одређивање свих критичних апаратура присутних у датом постројењу, у складу са дефиницијом критичне апаратуре. Критична апаратура је апаратура која садржи неку опасну супстанцу у количини једнакој или већој од 5% граничне количине предвиђене за дату супстанцу. У случају да се ради о смеши различитих супстанци, претпоставља се да се читава количина састоји од супстанци којима одговарају ниже доње граничне вредности по Директиви 96/82/СЕ.

У другој фази при процени ризика сваког појединачног постројења, врши се анализа утицаја на развој хазардног догађаја и његових последица и то као вероватноћа настанка хаварије постројења у односу на организационе, технолошко-процесне карактеристике процеса као и карактеристика и количина коришћених опасних супстанци.

Да би се утврдила опасност постројења (IHI) у односу, на издвојену критичну апаратуру, најпре се разматра вероватноћа настанка хаварија унутар постројења (једначина 5.6) [44,45]. У ту сврху се користи индекс IGI, као вероватноћа настанка хаварије унутар постројења која иницира акцидент. Индекс IGI је у функцији фактора који условљава формирање хазардног догађаја. Хазардни догађај се разматра на нивоу примењеног технолошког поступка и његових карактеристика (ITF) као и последица људског фактора (EOF) и одређује се применом једначине 5.7. Вредности индекса постројења IGI према методологији REHRA креће су у интервалу од 0,84 до 10.

$$IHI = \sqrt{\left[\frac{(IGI + NHI) \cdot MF}{\sum_{\max} IGI + NHI} \right] \cdot IDSI} \quad (5.6)$$

$$IGI = \sqrt{EOF \cdot ITF} \quad (5.7)$$

Људски фактор се одређује применом једначине 5.8, а технолошки фактор ITF се одређује применом једначине 5.9.

$$EOF = \frac{\sum_i O_i}{\sum_i \max(O_i)} \cdot MF \quad (5.8)$$

Људски фактор се посматра у смислу организације унутар објекта и спровођења мера заштите радне и животне средине и безбедоносних мера. Ове мере се посматрају кроз сет података као што су: обука у сектору безбедности, израда плана деловањима у ванредним ситуацијама, одржавање, израда плана контроле критичних апаратура и успостављеност управљачких мера безбедности људи и животне средине. У зависности од степена примењивости података у оквиру датих сетова, врши се њихово вредновање оценом 1, 5 и 10 (O_i – ита оцена сета елемента). У једначини 5.8, која се користи за утврђивање људског фактора на општу опасност постројења, имплементирана је и вредност MF, као фактор модификације, уведен у циљу нормализације и има вредност. Његова вредност је 10.

Како би се утврдила вредност технолошког фактора ITF , користи се једначина:

$$ITF = ITPF \cdot ISCF \quad (5.9)$$

где је: $ITPF$ – технолошки и процесни фактор постројења који има вредност од 1 до 10, а $ISCF$ – фактор безбедности система и његове вредности је од 0,7 до 1.

Да би се утврдила вредност $ITPF$ примењује се следећа једначина:

$$ITPF = \frac{\sum_i E_i}{\sum_i \max(E_i)} \cdot MF \quad (5.10)$$

Технолошки или процесни елементи који су дати у једначини 5.10 као E_i се квантификују помоћу сета табеларних података које је прописала REHRA. У оквиру технолошких и процесних елемената разматра се старост постројења, степен модернизације постројења, спроведена контрола постројења, врсте операција које се спроводе унутар постројења, услови рада са аспекта присутних физичких параметара (температура, притисак), постојање хемијских реакција и постојање операција утовара или истовара. У оквиру сваког сета података, везаних за елемент E врши се оцењивање овог елемента, као и у претходном случају, са 1, 5 и 10.

У оквиру прве фазе, такође се врши утврђивање опасности које су условљене природним факторима деловања, као што су поплаве, земљотреси, одрони, клизишта, неповољни метеоролошки услови (ветрови, киша, снег...) и пожари.

Утицај природних фактора на појаву опасности (хазардни догађаји), може имати вредности од 0 до 10 и одређује се применом једначине:

$$NHI = \sum_{i=1}^5 N_i \quad (5.11)$$

Природни фактори као фаворизујући у настанку хазардног догађаја, се овде, применом методологије REHRA одређују као N_i елементи којима се додељује вредност 0, 0,25 и 0,5.

У оквиру друге фазе разматра се степен и интензитет дејства насталих хазарда условљен количином опасних супстанци које се примењују у технолошком поступку у оквиру разматраног постројења. Ова узрочна условљеност интензитета хазарда и количине делујуће опасне супстанце утврђује се применом параметра IDS_i , који је у функцији односа количине опасне супстанце која се налази у постројењу и максималне граничне количине опасне супстанце која се описује као индекс $IDSF$:

$$IDSF = \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{Q_i} \quad (5.12)$$

где је: q_i - количина опасне супстанце, а Q_i - предвиђена гранична количина за опасну супстанцу која је прописана за SEVESO постројења.

У зависности од вредности IDSF већи или мањи од 1000, утврђује се вредност IDSI и то $IDSF > 1000 \Rightarrow IDSI = 10$; $IDSF \leq 1000 \Rightarrow IDSI = (IDSF)^{1/3}$.

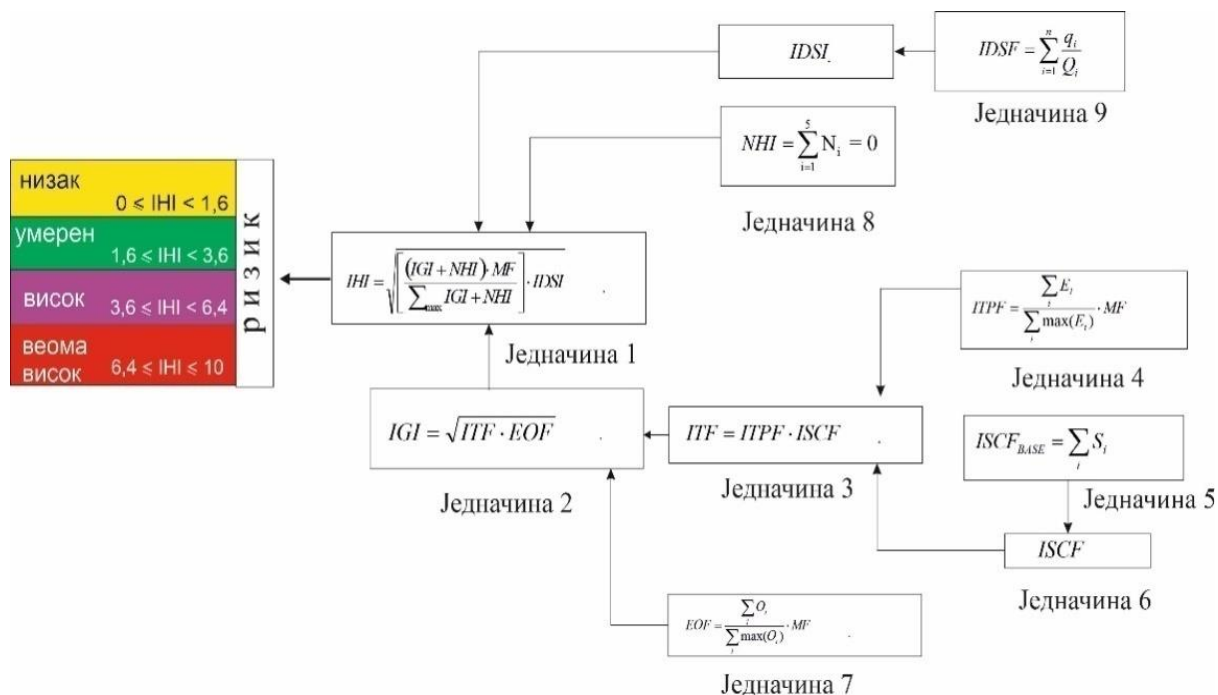
Укупан број опасних супстанци се узима као n супстанци које се могу наћи у оквиру постројења и примењеном технолошком поступку.

У оквиру треће фазе, врши се оцена ризика. Квалитативна оцена се врши на основу добијених вредности IHI које су груписане у 4 категорија дате у табели 5.12. Квалитативна оцена је условљена квантитативном и ризик се сврстава у четири категорија као низак, умерен, висок и веома висок.

Табела 5.12. – Корелација индекса опасности и степена опасности постројења

ВРЕДНОСТ IHI	СТЕПЕН ОПАСНОСТИ ПОСТРОЈЕЊА
$0 \leq IHI < 1,6$	НИЗАК
$1,6 \leq IHI < 3,6$	УМЕРЕН
$3,6 \leq IHI < 6,4$	ВИСОК
$6,4 \leq IHI \leq 10$	ВЕОМА ВИСОК

На слици 5.12 дат је сумарни приказ процене ризика унутар постројења које се примењује у индустрији[44,45].



Слика 5.12. – Шематски приказ прорачуна индекса опасности постројења

Опасност постројења (ИИ) у односу на критичну апаратуру, може се посматрати као опасност која је условљена појавом директног нежељеног дејства хазарда. Поред директног нежељеног дејства хазарда на постројења у индустрији, могућа је појава секундарних нежељених последица које се јављају као накнадни акцидентни догађаји и често по свом интензитету и јачини могу премашити примарни хазард. Њихов ефекат деловања је познат као домино ефекат. Израчунавање индекса ризика при оваквим појавама се може вршити применом једначине [44,45]:

$$IRI = IDEF \cdot (ARI_i)_{\max} \quad (5.13)$$

где је: IRI – индекс ризика постројења $(ARI_i)_{\max}$ – максимална вредност индекса ризика који је повезан са разматраним акцидентом, а који је један међу осталим могућим акцидентима у датом постројењу, IDEF - фактор увећања у функцији домино ефекта, израчунат за дато постројење.

Вредности IRI су у интервалу између 0 и 10, док за IDEF вредности су између 1 и 1,2.

Израчунавање индекса ризика(ARI) који се односи на појединачни удес [44,45]:

$$ARI = \sqrt{IHI \cdot EPGI} \quad (5.14)$$

где је: IHI-индекс опасности сваког постројења; EPGI-индекс тежине последица по животну средину и популацију. Вредности ARI се крећу између 0 и 10.

EPGI се рачуна на основу анализе потенцијалних утицаја на екосистем, антропосферу, биосферу и посебно на антрополошке компоненте. При прорачуну значај и степен повредивости сваког рецептора се посебно квантификује. Израчунавање ризика по животну средину и људску популацију обухвата три фазе: одређивање зоне потенцијалног ризика, брза процена ширења акцидента у зони која је потенцијално изложена акциденталном догађају и брза процена важности и степена последица по екосистем и антрополошке компоненте.

Тежине последица по животну средину и популацију која настаје услед хазарда се одређује применом једначине [44,45]:

$$EPGI = \frac{5 \cdot C_P + 3 \cdot C_E + C_{EC} + C_C}{10} \quad (5.15)$$

где је: C_P - општи фактор тежине који се односи на антрополошку компоненту; C_E - општи фактор тежине који се односи на компоненту животне средине; C_{EC} - општи фактор тежине који се односи на економску компоненту и C_C - општи фактор тежине који се односи на културно-историјску компоненту, 10 је фактор нормализације.

Фактори С се рачунају према следећим једначинама:

$$C_P = \frac{C_{P_1} + C_{P_2}}{\max(C_{P_1} + C_{P_2})} \cdot 10 \quad (5.16)$$

где је: C_{P1} - вредност C_P одговара броју очекиваних смртних случајева међу лицима запосленим у датом објекту се одређују помоћу табела које су дате методологијом REHRA; C_{P2} : вредност C_P одговара броју очекиваних смртних случајева међу становницима ван објекта се одређују помоћу табела које су дате методологијом REHRA). Вредности за C_P се крећу у интервалу између 1 и 10.

$$C_E = \frac{\sum_i (C_{Ei} \cdot IFE_i)}{\sum_i C_{Ei(\max)}} \cdot 10 \quad (5.17)$$

где је: C_{Ei} - вредност одговара запремини, површини воде или заштићених зона или броју врста по IUCN локализованих у „потенцијално угроженој зони“ насталој дејством акцидента. Вредности за C_{Ei} се процењују на методологије REHRA и у опсегу су између 0 и 6; $C_{Ei(\max)}$ - максимална вредност на основу методологије REHRA за сваку поједину компоненту; IFE_i - фактори увећања за све компоненте животне средине чије вредности се израчунавају.

Уколико се испуштање опасних супстанци врши у слатке површинске воде фактор увећања IFE_1 је:

$$IFE_1 = 1 + K_{E1} \frac{W_{QiU}}{\max W_{QiU}} \quad (5.18)$$

где је: W_{QiU} - фактор квалитета и употребе воде који се одређује као збир вредности коефицијента за употребу воде W_Q , чије вредности су од 0 до 6 и вредности коефицијента за квалитет воде W_U чије вредности су од 0 до 2 и њихове вредности одређују се према критеријумима Hazard Ranking System и у Water Framework Directive (2000/60/EC).

При угрожавању подземних вода узима се фактор увећања IFE_2 :

$$IFE_2 = 1 + K_{E2} \frac{GW_U}{\max GW_U} \quad (5.19)$$

где су: GW_U - фактор употребе подземних вода је у интервалу од 0 до 4; $\max GW_U$ - максимална вредност додељена фактору „употребе подземних вода”; K_{E2} - 0.2 (тежински коефицијент). Вредност IFE_2 се креће између 1 и 1.

Вредности GW_U - одређују се према критеријумима Hazard Ranking System и у Water Framework Directive (2000/60/EC). (2000/60/EC).

При угрожавању морских вода узима се фактор увећања IFE_3 и одређује се једначином:

$$IFE_3 = 1 + K_{E3} \frac{SCF}{\max SCF} \quad (5.20)$$

где је: SCF - фактор који се односи на услове који карактеришу морску средину има вредности у интервалу од 0 до 2; max SCF - максимална вредност додељена „Фактору који се односи на услове типичне за морску средину“; K_{E3} - износи 0.2 (тежински коефицијент). Вредност IFE_3 је у опсегу од 1 до 1,2.

Фактор SCF представља збир елементарних карактеристика морске средине:

$$SCF = SCV + SEV \quad (5.21)$$

- SCV - односи се на затворена и полузатворена мора, када му се додељује вредност 1, или када се односи на карактеристике отвореног мора, додељује се вредност 0, и

- SEV – односи се на приобаље, када му се додељује вредност 1, или на пелегејске средине, када му се додељује вредност 0.

Фактор увећања заштићене зоне је и:

$$IFE_4 = 1 + K_{E4} \frac{P_L}{\max(P_L)} \quad (5.22)$$

где је: P_L - вредност додељена максималном степену заштите међу онима који су додељени заштићеним зонама погођеним одређеним акцидентом у складом са методологијом REHRA; $\max P_L$ - максимална вредност која може бити додељена неком степену заштите; K_{E4} - износи 0.2 (тежински фактор).

Величина максималног степена заштите P_L , има вредност 2 за подручја која се сврставају у заштићену светску баштину човечанства, националне паркове и подручја бара и мочвара од међународног значаја. Подручја која су проглашена заштићеном зоном, на основу државних и регионалних закона, има вредност 1 док она која нису подвргнута никаквом облику заштите имају вредност 0.

Емисија опасних материја може утицати негативно на флору и фауну због чега је уведен и фактор увећања IFE_5 :

$$IFE_5 = 1 + K_{E5} \frac{E_S}{\max(E_S)} \quad (5.23)$$

где је: E_S - вредност која се односи на степен заштите једне врсте, који је одређен највишим ризиком од изумирања међу оним ризицима који се односе на врсте присутне у потенцијално погођеној зони и има вредност од 1 до 5 у зависности од категорије ризика од изумирања које су дефинисане у „Црвена листа угрожених врста UNCN 2021“ а класификоване према методологији REHRA; $\max E_S$ - вредност додељена максималном могућем степену заштите; K_{E5} - износи 0.2 (тежински фактор).

Фактор C_{EC} се односи на теживу последица по економске последице које су настале акциденталним догађајем унутар потенцијално угрожене зоне. Одређује се применом једначине:

$$C_{EC} = \frac{\sum_i C_{ECi}}{\sum C_{ECi(\max)}} \cdot 10 \quad (5.24.)$$

где је: вредност C_{ECi} која одговара броју активности по m^2 које се налазе у потенцијално угроженој зони, а које су доведене у опасност услед датог акцидентног догађаја. Вредност C_{ECi} се може добити помоћу коришћењем табеле 5.13.

Табела 5.13. – Однос између последица по економске компоненте и фактора тежине C_{ECi} .

РЕФ.	КОМПОНЕНТА	ВРЕДНОСТ C_{ECi}						
		0	1	2	3	4	5	6
C_{CE1}	Терен за пољопривредну употребу (m^2)	0	$<10^4$	$10^4 - 10^5$	$10^5 - 10^6$	$10^6 - 5 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^6 - 5 \cdot 10^7$	$> 5 \cdot 10^7$
C_{CE2}	Фарме	0	-	-	1	-	-	више од једног
C_{CE3}	Гајење риба и шкољки	0	-	-	1	-	-	више од једног
C_{CE4}	Индустрија и сектор услужних делатности	0	-	-	1	-	-	више од једног

Добијене вредности фактора C_{ECi} се додају у једначину 5.24.

Такође је потребно одредити и вредности фактора C_C који се односи на тежину последица по објекте који су сврстану у групу објеката изражене уметничке вредности или историјске вредности. Одређује се једначином:

$$C_C = \frac{C_Z}{C_{Z(max)}} \cdot 10 \quad (5.25)$$

где је: C_Z вредност која је узета на основу класификације вредности према методологији RENRA

За израчунавање фактора Домино ефекта за дато постројење, потребно је одредити вредности IDEF које се имплементирају у једначини 5.13. Код домино ефекта иницијални удес (пожар, експлозија) узрокује значајна оштећења у непосредној ближој и/или широј околини.

Израчунавање IDEF се врши применом вредности IEF и IDF које су дате у табели 5.14.

Табела 5.14. - Вредности коефицијента IDEF у односу на вредности фактора IEF и IDF

Фактор могућности ескалације за дато постројење (IEF)	Фактор обима оштећења за дато постројење (IDF)		
	1	2	3
	IDF		
2	1,0	1,05	1,1
3 – 4	1,05	1,1	1,15
5 – 6	1,1	1,15	1,2

IDF има вредност 1 уколико је при акциденту формирана зона високе смртности која чини 10% или мање % површине у односу на акцидентом захваћено подручје. Ако је зона смртности 10% или 50% у односу на укупну површину која је захваћена акциденталним догађајем, онда вредност IDF је 2. Вредност IDF ће бити 3 ако је зона високе смртности већа од 50% у односу на укупну површину захваћену акциденталним догађајем. Вредност фактора ескалације акцидента за дато постројење IEF се одређује једначином [44,45]:

$$IEF = Ief_1 + Ief_2 \quad (5.26)$$

Где је: Ief_1 - суб-фактор повезан са простирањем из датог постројења; под претпоставком да што је неко постројење компактније и што му је теже прићи, утолико је већа могућност да дође до ескалације због потешкоћа при управљању датим сценаријом и интервенцијама у ванредним ситуацијама; Ief_2 - суб-фактор који се односи на количину опасних супстанци, под претпоставком да што је већа количина опасних супстанци у постројењу, то ће бити критичнија ескалација до које ће евентуално доћи.

Вредности суб фактора Ief_1 и Ief_2 су дате у табели 5.15 и 5.16.

Табела 5.15. – Додељене вредности Ief_1 у односу на постројење

РЕФЕРЕНТНИ БРОЈ	КАТЕГОРИЈА	ВРЕДНОСТ Ief_1 (1-3)
$Ief_{1.1}$	Постројење које није компактно и коме је лако прићи споља	1
$Ief_{1.2}$	Постројење је компактно или му је тешко прићи споља	2
$Ief_{1.3}$	Постројење је компактно и тешко му је прићи споља	3

Табела 5.16. – Однос између вредности Ief_2 и IDSI*

РЕФЕРЕНТНИ БРОЈ	КАТЕГОРИЈА	ВРЕДНОСТИ Ief_2 (1-3)
$Ief_{2.1}$	IDSI постројења < 3	1
$Ief_{2.2}$	3 < IDSI постројења < 6	2
$Ief_{2.3}$	IDSI постројења > 6	3

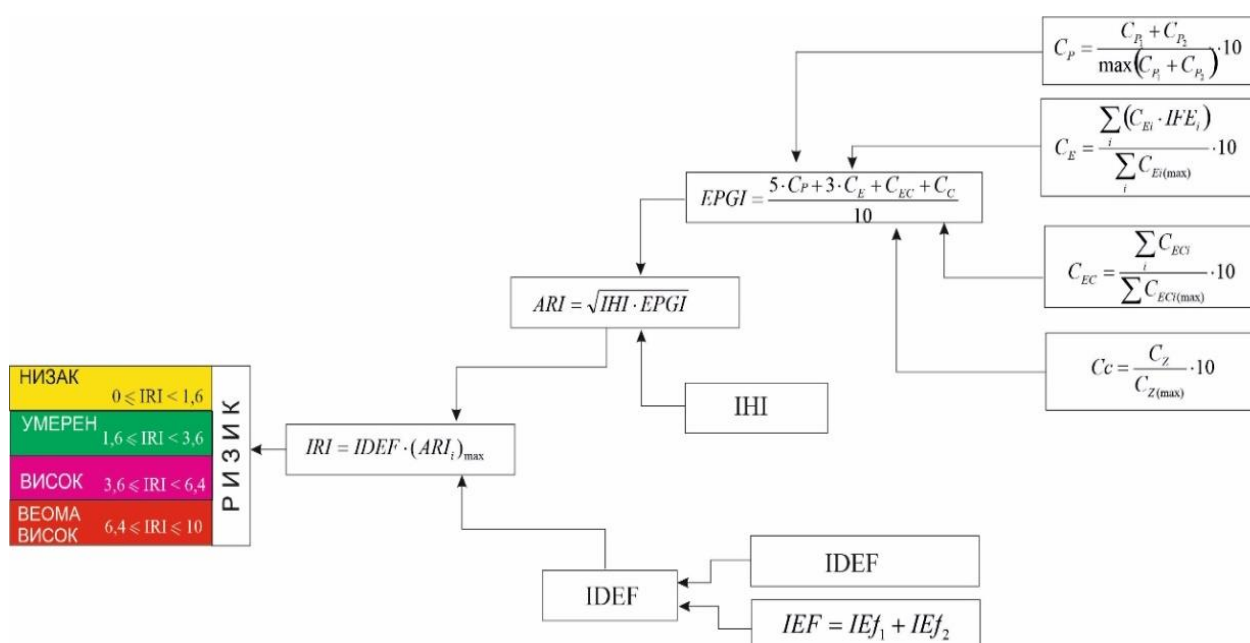
* вредности IDSI се добијају познавањем вредности IDSF применом једначине 5.12

Карактеризација ризика датог постројења врши се на исти начин као и код утврђивања ризика опасности и приказана је у табели 5.17. [44,45]

Табела 5.17. – Класификација индекса ризика датих постројења (IRI).

ВРЕДНОСТ IRI	СТЕПЕН РИЗИКА ПОСТРОЈЕЊА
$0 \leq IRI < 1.6$	НИЗАК
$1.6 \leq IRI < 3.6$	УМЕРЕН
$3.6 \leq IRI < 6.4$	ВИСОК
$6.4 \leq IRI \leq 10$	ВЕОМА ВИСОК

На слици 5.13. дат је шематски приказ прорачуна индекса ризика датих постројења на основу претходно приказаних једначина.



Слика 5.13. – Шематски приказ прорачуна индекса ризика датих постројења

5.3.3.2. Одређивање количина опасних супстанци које се при акциденту испуштају у медијуме животне средине

Процена стања система животне средине зависи од оцене елемената опасности система. Оцена елемената опасности система животне средине зависи од функције циља. Функција циља може се посматрати са аспекта:

- пројектовање оптималних услова,
- израде стратешке процене утицаја на животну средину одређених планова и програма и
- постпројектне процене утицаја изграђених техничко-технолошких система.

Према функцији циља процена стања система животне средине карактерише се:

- степеном утицаја елемената опасности на безбедност система животне средине којим се одређују показатељи ризика оштећења природних и радом створених вредности и
- степеном утицаја елемената опасности на живот и здравље људи.

Веома значајну улогу за предвиђање стања система животне средине у зависности од начина емитовања загађујуће супстанце и временских услова имају модели. Уз помоћ модела могу се пружити неопходне информације о распрострањању загађујућих супстанци и предузети одговарајуће мере заштите у циљу одржавања емисија загађујућих супстанци у оквиру прихватљивих (дозвољених) граница и/или критеријума.

Функција циља система животне средине може се посматрати са аспеката:

- остваривање оптималних услова живота, безбедности и заштите здравља људи,
- остваривање оптималне ефикасности радне делатности и
- очување природних и радом створених вредности и сл.

Критеријуми и одређивање појединих показатеља се заснивају на прогнози максимално дозвољених вредности излазних величина опасних елемената система животне средине.

За оцену елемената опасности посматраног система животне средине највећи значај представљају оне вредности за које је методама за идентификацију, анализу и оцену опасности утврђено да прекорачују дозвољене граничне вредности што еколошки ризик чини већим; па захтева посебно ангажовање на одстрањивању фактора опасности из система животне средине или пројектовање одговарајућег система заштите, и успостављање система управљања заштитом животне средине.

Процена ризика по животну средину и људску популацију, базира се на анализи потенцијалних утицаја удеса на екосистем, биосферу и посебно на антрополошке компоненте. Анализа утицаја потенцијалног акциденталног догађаја има за циљ да се његов степен конкретизује, што се може учинити применом претходно дате једначине 5.15. Одређивањем индекса EPGI (једначина 5.15), квантитативно се приказује ризик акутних, тренутних последица по екосистем и људску популацију у потенцијално

угроженој зони (РЕА). Како би се могао пратити ризик који настаје у индустрији при акциденталном догађају, потребно је, у односу на идентификовану опасност одредити:

- зону потенцијалног ризика (РТА);
- границе ширења удеса у зони која је потенцијално угрожена и
- степен важности и степен последица по екосистем и антрополошке компоненте које су условљене удесом.

Процена облика и простирања зоне погођене неким удесом базира се на моделу који омогућава да се утврде растојања и зоне унутар којих се очекују озбиљни, нежељени утицаји на екосистем, биосферу и антропосферу. Модел коришћен за анализу „Брзе процене потенцијално угрожене зоне у случају испуштања опасних супстанци у гасној или парној фази у атмосферу“ базира се на методологији IAEA „Manual for the classification and rioritisation of risk due to major accidents and related industries“ (IAEA, UNEP, UNIDO, WHO, 1996.)

У случају акциденталних догађаја, који проузрокују испуштање неке супстанце у површински водени ток, потребно је утврдити максималну количину која се испушта. Максимална количина опасних супстанци која се може испустити представља се као [45]:

$$Q_{wc} = Q \cdot f_1 \cdot f_2 \quad (5.27)$$

где је: Q_{wc} - максимална маса супстанце која може доћи до воде или тла након испуштања исте; Q - максимална количина дате супстанце која се може испустити из апаратуре [t]; f_1 - коефицијент редукције у зависности од физичких особина супстанце која се испушта; f_2 - коефицијент редукције повезан са техничким мерама заштите у смислу задржавања испуштених опасних супстанци из постројења.

Коефицијенти редукције се одређују према табелама имају вредности које се крећу у интервалу од 0 до 1.

Табела 5.18. – Критеријуми за избор вредности коефицијента редукције f_1

ВРЕДНОСТ f_1	ТУМАЧЕЊЕ
1	Уколико је температура кључања дате супстанце при атмосферском притиску виша од 55°C.
1 - 0,75	Уколико је температура кључања дате супстанце при атмосферском притиску између 21°C и 55°C.
0,75 - 0,5	Уколико је температура кључања дате супстанце при атмосферском притиску између 0°C и 21°C.
0,5 - 0,2	Уколико је температура кључања дате супстанце при атмосферском притиску између -35°C и 0°C.
0,2 - 0	Уколико је температура кључања дате супстанце при атмосферском притиску између -35°C.

Табела 5.19. – Критеријуми за избор вредности коефицијента f_2

ВРЕДНОСТ f_2	ТУМАЧЕЊЕ
1	Уколико је изливање директно у финални рецептор (земљиште или водени ток), без било какве заштитне баријере
1 - 0,8	Уколико изливање није директно у финални рецептор (земљиште или водени ток), али није могуће одвести садржај до издвојеног система за третман или до басена за задржавање.
0,8 - 0,4	Уколико се део садржаја који је истекао може одвести до система за прикупљање или се може задржати у басену за задржавање.
0,4 - 0,1	Уколико дође до изливања у басену за задржавање или уколико се већи део изливног садржаја може одвести, третирати, или на неки начин „извући“.

Добијена вредност из једначине 5.27, се узима као улазни параметар при анализи процеса дејства испуштених супстанци у водотокове на основу чега се врши коначна процена еколошког ризика. Да би се урадила релевантна процена ризика при испуштање опасних супстанци у површинске воде или тло разматра се могућност њиховог простирања (разливања) у одговарајући медијум животне средине. Колика ће површина водотокова или земљишта бити контаминирана, зависи пре свега, од физичких особина супстанци и од присуства одређених баријера ширења испуштених опасних супстанци.

За процену количине угрожене воде, опасне течне загађујуће супстанце су подељене на супстанце растворљиве у води и на супстанце нерастворљиве у води. Растворљиве опасне загађујуће супстанце показују тенденцију ка хомогеном ширењу по воденом току, а супстанце су нерастворљиве у води када је њихова растворљивост испод 10%.

Одређивање површине водотокова које су контаминирани испуштањем нерастворљивих течности у води врши се применом једначине [45] :

$$W_s = \frac{Qws}{\rho_s \cdot d_s} \quad (5.28)$$

где је: W_s - површина воде која је загађена испустом нерастворљивих течности у води (m^3); d_s - средња дебљина слоја супстанце на површини воденог тока (m); ρ_s - густина испуштене супстанце (kg/m^3).

Израчунавање запремине контаминираних воде, која је захваћена токсичним супстанцама испуштених из индустрије, израчунава се применом једначине [45]:

$$V = \frac{Q_{rws}}{LC_{50} \cdot P \cdot BCF} \quad (5.29)$$

где је: V - запремина загађене воде (m^3); Q_{rws} -максимална количина супстанце која доспева до воде (g); LC_{50} -летална концентрација(mg/dm^3); P -фактор релативне постојаности (бездимензионална величина), BCF -фактор биоконцентрације (бездимензионална величина).

Уколико се изливање опасних супстанци које се користе у индустрији испусте или излију на тло потребно је утврдити пропустљивост тла са дефинисаним границама.

Општа пропустљивост тла (TSP) израчунава се једначином [45]:

$$TSP = WSF \cdot P \quad (5.30)$$

где је: TSP - општа пропустљивост доњег дела тла (m/s); WSF -фактор сензибилитета воденог тока; P -кофицијент пропустљивости терена(m/s).

Временски период апсорбовања испуштене опасне супстанце од стране тла на које се испуштање вршило, одређује се применом једначина [45]:

$$TT = \frac{GW_D}{TSP} \quad (5.31)$$

где је: TT - временски период који је опасној супстанци потребан да доспе до подземног воденог тока са површине тла(s); GW_D - дубина горње границе подземног воденог тока (m); TSP - општа пропустљивост доњег дела тла за посматрану супстанцу (m/s).

У току продирања опасних супстанци кроз тло, контаминацији могу бити изложене и подземне воде. Израчунавање ефективне количине опасних супстанци које при продирању кроз тло контаминирају подземне водотокове израчунава се помоћу једначине [45]:

$$Q_{GW} = Q_{WS} GWF \quad (5.32)$$

где је: Q_{GW} - максимална количина опасне супстанце која може бити испуштена у подземни водени ток (kg); Q_{WS} - максимална количина опасне супстанце која може бити испуштена у воду или земљиште (1kg); GWF - помоћни фактор за подземне воде, чије вредности су у функцији TT (табела 5.20.).

Табела 5.20. – Функционална зависност помоћног фактора за подземне воде GWF од временског периода доспевања TT

ВРЕДНОСТ TT	ВРЕДНОСТ GWF
Дана	1
Недеља	0.75
Месеци	0.5
Година	0

Из наведених података се може закључити да што је веће време периода доспевања опасне супстанце са површине тла до подземних вода, то је мањи део опасне супстанце који ће моћи да допре до подземног воденог тока.

При акцидентним догађајима постоји реална могућност испуштања већих количина опасних супстанци у животну средину што има за последицу загађење и деградацију одређеног медијума животне средине. Најтеже тренутне последице по здравље људи има загађење спољашњег амбијенталног ваздуха, које може бити условљено простирањем токсичних дисперзионих облака формираних при истицању супстанци које се користе у хемијској индустрији, а које су последица одређених акцидентних догађаја. Једна од хемијских индустрија која у свом производном процесу користи велики број различитих опасних супстанци (токсичних, запаљивих и експлозивних), и која има широку примену у савременим условима живота је индустрија боја и лакова.

Модел REHRA омогућава да се на једноставан и прихватљив начин дефинишу границе потенцијалне зоне угрожености при истицању или цурењу испарљивих токсичних супстанци које се примењују у индустрији. Унутар потенцијално угрожене зоне, моделом се дефинишу границе две зоне и то зоне високе смртности и зоне са иреверзибилним ефектима.

Растојање од средишта настанка удеса па до спољне границе зоне високе смртности је представљено такозваном референтном удаљеношћу RD_d . [45]:

$$RD_d = RD_{\min} + \frac{(Q - Q_{i_{\min}})}{(Q_{i_{\max}} - Q_{i_{\min}})} \cdot (RD_{\max} - RD_{\min}) \quad (5.33)$$

Утврђивање референтне удаљености врши се комбинацијом карактеристика опасности супстанци (запаљивост, токсичност, експлозивност итд.) и њихових количина (Q) које могу бити испуштене као последица удеса. Ова комбинација је развијена помоћу серије табела које омогућавају дефинисање граница зоне високе смртности али и зоне иреверзибилних ефеката. Потреба дефинисања граница поменутих зона се огледа у спровођењу процедура превенције и управљања ризицима код атмосферских дисперзија токсичних супстанци.

Код зона иреверзибилних ефеката, код којих не долази до леталних исхода експонираних особа, већ се јављају нежељени ефекти различитог степена, врши се утврђивање коефицијента утицаја присутних токсичних супстанци у атмосферу. Једначина које се користи у те сврхе је следећа:

$$I = 0,35 + 0,65 \cdot \sqrt{\frac{LC_{5030min}}{IDLH}} \quad (5.34)$$

где је: IDLH-концентрација токсичне супстанце тренутно опасна по живот при удисању (NIOSH Chemical Listing and Documentation of Revised IDLV Values (as of 3/1/95)).

5.3.4. Примена методе ALOHA у функцији процене ризика

Приликом акциденталних догађаја, удеса, у индустрији може доћи до емитовања токсичних супстанци у атмосферу чије присуство узрокује ризик по компоненте екосистема, биосферу, антропосферу и људску популацију. Дисперзија токсичних супстанци у атмосфери уз формирање потенцијално угрожене зоне, може се утврдити, као што је речено, применом модела REHRA, али се у пракси врло често користи и софтверски пакет ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres). Софтверским пакетом ALOHA се врши моделовање атмосферске дисперзије контаминираних облака у правцу доминантног ветра. Резултат примене овог софтверског пакета, резултује приказ просторне расподеле концентрације токсичних супстанци према Гаусовом дисперзионом моделу. Извори испуштања токсичних супстанци се могу посматрати као тачкасти, линијски, површински и као запремински. Да би се утврдила граница простирања токсичних супстанци из одговарајућих извора, при моделовању се као улазни подаци користе физичкохемијске карактеристике токсичне супстанце и присутни метеоролошки услови. Софтверским пакетом је могуће дефинисати не само границе ширења емитованог токсичног облака при акциденталном догађају (зоне опасности) већ је могуће вршити предикцију концентрација супстанци у дисперзионом облаку као и предикцију зона пожара и експлозија. Утврђене зоне опасности представљају подручја где је ризик дејства штетних супстанци изнад граничног дефинисаног нивоа (Level Of Concern -LOC).

Поред дефинисања зоне опасности, софтверски пакет омогућава израчунавање стопе цурења опасних супстанци из одговарајућег извора и даје могућност праћења емисије токсичних супстанци у јединици времена. Софтвер ALOHA обједињује многе сценарије удесних догађаја и даје могућност графичког приказа зона угроженост.

ALOHA софтверски пакет се примењује у тренутку настанка ширења токсичног гаса услед акциденталног догађаја, што подразумева да се тренутни метеоролошки параметри узимају као улазна компонента. Међутим, уколико се софтверски пакет ALOHA жели применити у циљу предикције ризика онда се метеоролошки параметри могу узети као просечне вредности за разматрано подручје и разматрани догађај.

Метеоролошки параметри који се користе као просечне вредности температуре ваздуха, брзине ветра, релативне влажности ваздуха и доминантни смер ветра се посматрају кроз атмосферску стабилност која се приказује као Паскалова класа стабилности.

5.3.5. Друге примењиване методе у процени техногеног и еколошког ризика

Имајући у виду да не постоје усвојене стандардне методе за процену ризика, избор методе зависи од специфичности дејства реагујућег фактора и очекиваних последица тога дејства. Релевантни резултати процене ризика се добијају ако се одабрана метода правилно примени.

Метода стабло догађаја. Метода стабла догађаја се заснива на дедукцији (од општег ка посебном) и методи вероватноће. Анализа методом стабла догађаја, почиње с нежељеним догађајем, који се налази на врху „гране“ стабла. До нежељеног догађаја (удес и/или загађење животне средине) долази због отказа неких делова система [41].

Стабло отказа се формира од крајње нежељеног догађаја према свим парцијалним догађајима, који могу да узрокују главни догађај и завршава се основним или почетним догађајем чије се стање и узроци даље истражују. На тај начин, појава крајњег нежељеног догађаја могућа је у ситуацији постојања логичко узајамно зависних почетних или основних догађаја. Узајамна веза догађаја утврђује се помоћу логичке везе „и“ и „или“. Једном формирано стабло догађаја може се више пута примењивати у анализи посматраног система.

Поред квалитативне анализе методом стабла догађаја, чији је циљ откривање узајамно зависних догађаја у систему и успостављање међусобних веза, примењује се и квантитативна анализа ради утврђивања вероватноће појаве почетних догађаја.

Метода стабла последице. Метода стабла последице претпоставља последицу, односно иде обрнутим редом за разлику од методе стабла догађаја. Ова метода даје одговор на питање шта узрокује догађаје на било ком нивоу стабла. Сваки догађај има одговарајућу вероватноћу. И код ове методе нежељени догађај (удес и/или испуштање опасних материја у животну средину) је на врху стабла последица. Догађаји су узрочно-последично повезани од врха према почетном нивоу. Према томе, почиње се од нежељеног догађаја, а за тим на нижим нивоима следе догађаји: пукотина у технолошком систему, отказивање система за узбуњивање, отказивање система за праћење (мониторинг) итд [43].

Метода стабла отказа. Метода стабла отказа представља приказ логичких веза између отказа, опреме и удесних догађаја. Откази могу бити: примарни, секундарни и откази управљања. Примарни откази су откази опреме до којих долази у условима уобичајеног функционисања опреме. Секундарни откази су последица измене услова рада опреме и то најчешће услед одступања од процедура рада у технолошком поступку. До отказа управљања долази уколико опрема не реагује на управљачке наредбе што условљава проблеме у раду и неспровођење издатих команди уређају и опреми [46].

Формирано стабло отказа презентује узајамност деловања проблема при раду опреме који могу узроковати удес.

Приликом формирања стабла отказа које је у функцији сценарија развоја удеса морају се сагледати и грешке оператера опреме али и спољашњи утицаји. Спољашњи догађаји могу иницирати удес на опреми и објектима. Спољашњи догађаји се могу јавити у облику природних појава и појава које могу да проузрокују људи.

Метода IAEA-TECDOC 727. Ова метода користи унапред одређене вероватноће појаве акцидентата за поједине делове техничко-технолошког процеса (производња, складиштење, паковање, руковање, транспорт..). Вероватноће се математички добијају и нормирају за сваки део технолошког процеса [80].

Метода упитника. Основни циљ у ове методе базира се на стандардном поступку примене формулисаних питања и датих одговора на основу којих се формира база података и на основу које се добијају информације о предметном истраживању. За формирање упитника процене еколошког ризика потребан је експерт који добро познаје карактеристике посматраног система животне средине. Форма упитника може да буде општа (подаци о општем стању) и посебна чек-листа (подаци о појединим стањима у систему). Садржај општих и посебних упитника зависи од постављеног циља, а квалитет у највећој мери зависи од компетенција стручњака који врши креирање упитника. Упитници могу да се формирају у облику табела у којима постоји могућност за уношење података за већи број елемената по одређеним групама питања. За процену еколошког ризика употребом упитник, најбоље је утврдити и дефинисати препоруке са границама прихватљивости за поједине опасности система животне средине, тј. потребно је формирати упитнике са посебним табелама.

Статистичке методе. Статистичким методама се добијају информације о индикаторима удесног догађаја, загађењу животне средине, угрожености здравља људи

као и о корелацијама узрочности елемената опасности и последица анализираних стања и процеса. Методе математичке статистике дају тачне резултате уколико се користе као методе операционих истраживања, информатике и кибернетике, математичке логике и алгебре. У циљу примена статистичке методе, при анализи еколошког ризика, законодавством је предвиђена обавезна евиденција о удесним догађајима и загађењу животне средине у форми статистичких извештаја.

Методе експертских оцена. Циљ и задатак експертских оцена своди се на издвајања мишљења појединих учесника у поступку анализе еколошког ризика и давање примата мишљењу експерата. Примена експертских оцена омогућује припрему базе података за избор најбољег решења у сложеним ситуацијама. Задатак експерата се састоји у упоређивању и оцењивању могућих решења и избору само једног најоптималнијег решења. Метода експертског оцењивања примењује се у свим случајевима када је оцењивање објеката или његових карактеристика потребно са становишта објективне процене.

Методе анализе начина, учинака и критичности отказа (FMECA). FMECA се користи у поступку провере нових пројеката, производа, услуга и процеса. Основни циљ ове методе је откривање и елиминација нежељених појава. У оквиру анализе разматрају се сви потенцијални фактори опасности или потенцијалних отказа у погледу вероватноће њиховог настанка. Са становишта анализе постоје више врста анализе и то: FMECA процеса, FMECA пројекта, FMECA система и FMECA услуга [47].

Метода упоредне анализе. Методом упоредне анализе, анализирају се пописи и забелешке, односно у којој су мери испоштовани техничко-технолошки прописи и мере заштите ради идентификовања опасности. Контролне анализе пописа обухватају: захтеве за техничко уређење опреме, особине опасних материја, радне процедуре, критичне тачке техничко-технолошког процеса, утицај спољашње средине, услове радне средине итд.

Метода анализе узрока и последица. Ова метода анализира почетне, средишње и завршне догађаје. Графички се анализира и приказује као дрво: корен (почетни догађај), место настајања стабла (средишњи догађај) и гране (завршни догађај). Према томе, почетни догађај узрокује средишњи догађај, који је узрок настајања завршних стања догађаја, а неки од њих могу бити нежељени. Овом анализом последица процеса са опасним материјама се утврђује: количина опасних материја које су напустиле

технолошки систем као последица његовог оштећења, степен оштећења дела животне средине на које утиче истицање и величину штете.

Метода анализе „ШТА АКО“. Ова метода се користи за идентификацију елемената настанка ризика одговором на питање „какав би ефекат био услед низа неочекиваних догађаја који би могли имати озбиљне последице“. Резултат методе је табела потенцијалних нежељених догађаја (удеса и/или загађења животне средине) и његових последица, као и предлога мера за смањење еколошког ризика. Као основа за ову анализу је детаљан опис постројења, процеса, опреме и сировина. Информације се добијају из упитника који попуњавају особе одговорне за рад и одржавање техничко-технолошког процеса [48].

Метода анализе ризика поузданости (HazOP). HazOp метода представља квалитативну аналитичку методу за испитивање техничко-технолошког процеса, односно постојећих процеса или операција са циљем идентификације потенцијалних узрока, који доводе до неусаглашености и одступања у производњи. Овом анализом се долази до директне везе између идентификације ризика и корективних заштитних мера, што доводи до ефикасног елиминисања проблема у техничко-технолошком процесу. Метода се примењује у свим фазама и то: при изради пројектне документације система, пробног рада и код редовног функционисања и одржавања. Анализу, у оквиру ове методе, ради мултидисциплинарни тим чији чланови поседују техничко предзнање и искуство [49].

Метода „грубе“ анализе ризика. Ова метода анализе ризика је се примењује као почетна анализа после које могу да се користе друге више детаљне методе. Метода се користи код пројектовања технолошког процеса ради идентификације извора ризика. На основу информација о особинама опасних материја сировина и отпаду и њиховим количинама; као и о врсти опреме, технолошким операцијама, условима у складиштима, карактеристикама локације итд. израђује се ова анализа. Добијена анализа је приближна процена вероватноће појаве акцидента (истицање опасних материја, пожари и експлозије) и/или загађење дела животне средине где се налазе индустријски објекти.

Метода анализе дијаграмског приказа догађаја. Овом методом се долази до идентификације и процене вероватноће почетних, нежељених догађаја (кварови дела система, људска грешка и утицаји радне и животне средине). Метода показује узрочно-последичну везу између различитих фаза удеса и/или загађења животне средине.

Анализа открива редослед узрока и последица и то да почетни догађај узрокује настајање наредног догађаја који је последица почетног догађаја. Тако се долази до извора ризика и тренутка настајања оштећења система. Метода анализе обрнутог дијаграма почиње крајњим догађајем, односно прати догађаје од крајњег до почетног догађаја. Крајњи догађај узрокују догађаји на нижим нивоима. Овом методом, анализирају се услови све до почетног догађаја који су нужно и недвосмислено довели до крајњег догађаја. Из резултата анализе се доносе заштитне мере за спречавање будућих удеса и/или загађења животне средине. Резултат ове методе заснивају се на разгранатим дијаграмима који графички и систематски приказују редослед узрочно-последично повезаних догађаја. За израду дијаграма потребни су врло детаљни описи технолошког процеса, операција, опреме, особина материјала (сировина, међупроизвода, финалних производа, отпада) који се користе и други техничко-технолошки подаци. Израда дијаграма је комплексан посао, а резултате могу коментарисати и тумачити само експерти са великим предзнањем и искуством. Метода се примењује само код акцидентата сложених техничко-технолошких система, нуклеарних електрана итд [50].

Метода кварова и последица. Ова метода анализира делове система, њихове функције као и функцију техничко-технолошког процеса у целини. Поред овог, анализирају се кварови и њихове последице и даје предвиђање људских грешака и последице истих. Основу анализе представљају техничке информације о деловима технолошког процеса и њиховим функцијама. Од пописа тих информација зависи систематичност анализе. Израду анализе врши стручњак који поред техничко-технолошких информација има и искуство са кваровима система. Метода се примењује само код мање сложених техничко-технолошких система.

Метода анализе људске способности и поузданости. Овом методом се анализирају последице људских грешака или кварова на техничко-технолошким системима. Оператер машином или постројењем мора да прати рад и на свако одступање од нормалног режима рада мора да има адекватну и благовремену реакцију. Прекасне реакције или нереаговање је грешка која понекад доводи до озбиљних последица. Овом методом се ситуације које одступају од нормалног одвијања технолошког поступка документују хронолошким редоследом и бележе се реакције оператера. Методом се утврђује погрешно тумачење опасних ситуација и исправност

процеса одлучивања. На основу анализе се долази до система заштитних мера за избегавање људских грешака и смањење или потпуну елиминацију последица [51].

Метода индексног рангирања (Dow-Mendov индекс). Метода индексног рангирања врши разраду различитих фактора ризика, утврђује извор ризика и градирање ризика за различите делове постројења. Основу методе представљају информације о опреми, постројењима, технолошким операцијама, опасним материјама, контролном и безбедносним системима. Квантитативни подаци користе се за израду појединачних ризика као и ризика за систем у целини. Метода се посебно примењује за израду индекса ризика од пожара и експлозија. Исто тако, метода користи и податке из појединачних акцидентата. Различити делови постројења имају посебне нивое ризика па се овом методом добија компаративна анализа ризика [52].

Гретенерова метода. Гретенерова метода се примењује за индустријске и све остале објекте у области пожара и експлозија. Ова метода користи архитектонско-грађевинске информације о објекту, параметре пожара и експлозија, као и особине опасних материја и материјала [53].

Cost-Benefit анализа. Метода економске анализе трошкова (cost) и користи (benefit) односно одређује корист од смањења загађења животне средине, која је последица одређеног улагања (трошкова). Ако је корист једнака трошковима постиже се оптимални ниво еколошког ризика [54].

Метода анализе енергије. Фазе ове методе се састоје из: припреме, структурисања, идентификације енергије, процена ризика, предлог мера заштите и закључак анализе. Анализа припреме обухвата дефинисање граница система (постројења, објекта). Идентификацијом енергије одређује се врста, извор и складиште енергије за сваки појединачни део система. Процена ризика и предлог мера заштите радника и животне средине од акцидента, одређује се у односу на све врсте енергије и енергената која се користи у техничко-технолошком поступку.

Метода анализе функције безбедности (SFA- Safety Function Analysis). Ова метода је погодна за истраживање и анализу удеса. Функција безбедности се дефинише групом параметара на основу апстракције, сложености система, врстом безбедности (техничке, технолошке, организационе) и типа објекта [55].

Метода анализе одступања (Deviation Analysis-DA). Методом анализе одступања унутар система, која је општа метода, врши се анализа могућег ризика за мање системе и обухвата и развој превентивних мера [56].

Метода анализе промена (Change Analysis-CA). Анализа промена подразумева састављање списка промена и њихово систематско праћење и испитивање, као и препоруку одговарајућих мера за повећање безбедности система тако да систем не трпи негативне утицаје промена. Метода се користи у фазама употребе-рада система за процену промена и одређивање мера у циљу одржавања равнотеже и несметаног рада постројења. Анализа промена се врши на тај начин што се пореде две исте ситуације у различитим временским периодима. Акцидентна ситуација се пореди са сличном операцијом у којој није дошло до акцидента као и поређење акцидентне ситуације са идеалном ситуацијом. У току поређења догађаја, систематизују се информације о предложеној и упоредној ситуацији [57].

Метода за процену укупне опасности од акцидента (The Complex Method of Assessment of Overall Hazard of an Accident – CMA). CMA метода се користи за процену нивоа укупне опасности од акцидента, који је изазван технолошким процесом, људским фактором и средином. Ниво укупне опасности (U) од акцидента дат је следећом једначином [43]:

$$U = H_T \cdot H_E - H_{HF} \frac{H_T}{30} \quad (5.35)$$

где је: H_T - опасност изазвана технолошким поступком, H_E – опасност изазвана деловањем окружења, H_{HF} – опасност изазвана људским фактором.

Метода пропуста менаџмента и стабло ризика (Life Cycle Assessment-LCA). Ова метода пружа увид у међусобну зависност и условљеност производног процеса и животне средине, међусобно дејство материје и енергије у технолошком процесу и у третману отпада. Метода обухвата екстракцију примарних супстанци, производњу, складиштење, дистрибуцију, употребу и одржавање, рекупацију енергије, поступање са отпадом (рециклажу, одлагање) [58].

5.3.6. Процена здравственог ризика

У току дужег времена процена ризика по здравље човека због загађености животне средине, била је добрим делом заступљена у области токсикологије и хигијене. Повезано је то са потребом примене великог броја фактора који одређују карактер утицаја штетне супстанце на организам човека. Данас су развијене методологије које омогућавају добијање приближне процене ризика на основу

генерализованих показатеља (степен опасности супстанце, вишеструкост премашивања дозвољене концентрације итд.)

Неповољне промена здравља људи, због свакодневног или професионалног контакта са токсичним супстанцама у општем случају имају пробабилистички карактер. Ово је последица значајних варијација у физичком стању људи, а такође немогућност непосредне контроле параметара ризика одређених на овај начин, као што су: доза, време контакта, начин пенетрације супстанце у организам итд.

Због дефиниције фреквенце негативних измена стања здравља становништва у медицинској статистици користи се термин „оболелост“. Оболелост је статистички показатељ који се одређује као однос броја оболелих и просечног броја становништва на посматраној територији за период, на који се односи обрачун овог показатеља:

$$O = \frac{p(N_3)}{N} \quad (5.36)$$

где су: O - оболелост, 1/година; $p(N_3)$ - фреквенција оболелости, човек/година; N -број становништва, човек.

Оболелост је величина, која има размере потенцијалног ризика, непосредно је повезана са појмом еколошког ризика, али није њему слична. Ризик је потребно посматрати као допунску оболелост, који је повезан са пенетрацијом екотоксина у организам:

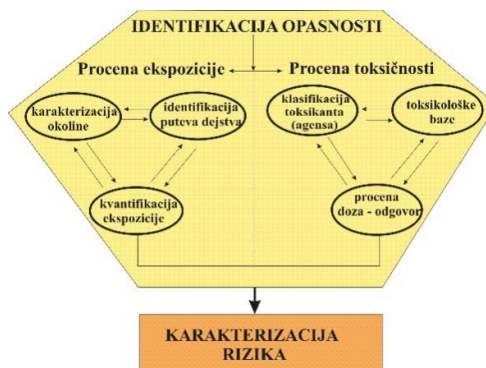
$$O = a + bR_3 \quad (5.37)$$

где су: a -допунска оболелост, 1/година; b -коэффициент пропорционалности; R_3 -ризик од обољења, 1/година.

Здравствени ризик се дефинише као вероватноћа настанка патолошких промена код експонираних људи, а који се разматра као функција експозиције, концентрације и временског интервала деловања супстанци из одређеног медијума животне средине (ваздух, вода, земљиште) при реалним условима или одговарајућем сценарију нежељеног догађаја [45]. Процена здравственог ризика врши се према општим датим правилима које су презентоване у оквиру поглављу 5.2. Доношење оцена ризика може се представити као процес у коме се опасност, експозиција и ризик детерминишу (слика 5.14. и 5.15.) према методологији Агенције за заштиту животне средине САД* (енгл. US EPA – United States Environment Protection Agency) [45].



Слика 5.14. - Фазе процене и управљања здравственим ризиком



Слика 5.15. - Етапе процене здравственог ризика

Ризик по здравље експонираних представља функцију дозе токсичне супстанце која је унешена у организам просечног представника посматране групе популације. Доза се при процени здравственог ризика посматра као концентрација супстанце која је у експозицији и изједначава се са дозом уноса [45].

$$E_{i,x,y} = Doza\ unosa [mg/kg/dan] \quad (5.38)$$

где је: $E_{i,x,y}$ – експозиција, односно просечан унос загађујуће супстанце x у функцији времена, за репрезентативну индивидуу y у посматраној подгрупи у окружењу i [mg/kg на дан].

Да би се утврдио здравствени ризик, посматрају се путеви уноса токсичне супстанце у организам, тако да се могу разликовати дозе уноса при инхалационом уносу, ингестивном уносу и при дермалном уносу. Доза уноса при инхалационом уносу се израчунава применом једначина [45]:

$$Doza\ unosa = C_{i,x} \left(\frac{IR_y}{BW_y} \right) \cdot \left(\frac{ED_i \cdot ET_i \cdot EF_i}{AT_x} \right) [mg/kg/dan] \quad (5.39)$$

где је: $C_{i,x}$ - концентрација загађујуће супстанце x у окружењу i [mg/m³], IR_y – степен уноса (брзина дисања) у миновању по јединици времена за репрезентативну индивидуу y у окружењу i [m³/дан], ET_i - време излагања репрезентативне индивидуе у окружењу i [дана/година], BW_y - телесна маса репрезентативне индивидуе у одговарајућој подгрупи приказана као у [kg], ED_i - дужина излагања репрезентативне индивидуе у окружењу i [година] и AT_x - средње време дејства загађујуће супстанце x [дана].

Доза уноса при ингестивном уносу у организам израчунава се применом једначине [45]:

$$Doza\ unos = \frac{CW_{i,x} \cdot IR_y \cdot EF_i \cdot ED_i}{BW_y \cdot AT_x} [mg/kg/dan] \quad (5.40)$$

Где је: $CW_{i,x}$ – Концентрација унете материје x у окружењу i [mg/dm^3], IR_y – степен уноса (унета течност или храна) у мировању по јединици времена за репрезентативну индивидуу у подгрупи у y у окружењу i [m^3/dan или kg/dan]

Уколико токсична супстанца дође у контакт са кожом и слузокожом експониране особе, она се може апсорбовати, а апсорбована доза се утврђује применом једначине [45]:

$$Apsorbovana\ doza = \frac{C_{i,x} \cdot SA_y \cdot SL_y \cdot ET_i \cdot EF_i \cdot ED_i \cdot AF}{BW_y \cdot AT_x} [mg/kg/dan] \quad (5.41)$$

где је : SA_y – Површина коже изложена контакту [cm^2], SL_y – Дермална пропустљивост, зависи од материје [kg/cm^2], AF – дермални апсорпциони фактор (бездимензиона величина)

Добијене вредности уноса дозе, односно експозиције, се имплементирају у једначину за квантификовање здравственог ризика. Уколико супстанце које су у експозицији се могу сврстати у групу канцерогених супстанци, ризик се одређује једначином [44]:

$$ICR_{i,x,y} = E_{i,x,y} \cdot SF_x \quad (5.42)$$

Где је: $ICR_{i,x,y}$ – вероватноћа појаве ризика канцерогених болести за индивидуу у под утицајем загађујуће материје x у окружењу i бездимензиона величина, SF_x – коефицијент канцерогености за загађујућу супстанцу x [$mg/kg/dan$].

Израчуната вероватноћа појаве ризика, се даље може оријентисати за квалитативни приказ здравственог ризика као неприхватљив, дозвољен и прихватљив. Неприхватљив (висок) ризик, ако је испуњен услов $ICR_{i,x,y} > 10^{-4}$, дозвољени (ниски) ризик, ако је испуњен услов $ICR_{i,x,y} = 10^{-4}$ или $ICR_{i,x,y} \geq 10^{-6}$ и прихватљив (минимални) ризик ако је испуњен услов $ICR_{i,x,y} < 10^{-6}$.

Уколико супстанца која се налази у експозицији припада групи неканцерогених супстанци, здравствени ризик се квантификује помоћу хазардног коефицијента [45]:

$$HQ_{i,x,y} = \frac{E_{i,x,y}}{RfD} \quad (5.43)$$

Где је: $HQ_{i,x,y}$ – хазардни коефицијент (коефицијент опасности) здравственог ризика за неканцерогене супстанце (бездимензиона величина).

Добијене вредности Хазардног коефицијента се даље могу користити за

квалитативну класификацију здравственог ризика и то као ванредно (изразито) висок ризик ако је $HQ > 10$, високи ризик ако је $HQ = 5$ или $HQ < 10$, средњи ризик ако је $HQ = 1$ или $HQ < 5$, низак ризик ако је $HQ = 0,1$ или $HQ < 1,0$ и минимални ризик ако је $HQ < 0,1$. [44]

Научно заснована процена здравственог ризика је од великог националног значаја. Грешке у процени здравственог ризика могу имати вишеструке негативне последице са здравственог, социјалног и економског аспекта.

Прва фаза научно засноване процене здравственог ризика при експозицији субјекта загађујућим супстанцама, заснована је на утврђивању појединачног и сумарног дејства загађујућих супстанци на здравље људи. Свака загађујућа супстанца, као токсична супстанца, има дејство које може бити непромењено или промењено у присуству друге загађујуће супстанце. Овакво дејство загађујућих супстанци је познато као комбиновано дејство или дејство загађујућих супстанци у смеши. Уколико загађујуће супстанце при комбинованом дејству имају антагонистички ефекат и ако њихове концентрације су мање од утврђене дозе дејства, тада се њихов ефекат не разматра при оцени здравственог ризика. Међутим, загађујуће супстанце као токсиканти, уколико се унесу у организам, појединачно или у смеши, могу да не подлежу процесу ресорпције и да се акумулирају у организам при условима дуготрајне експозиције. Ово је врло важна особина која може довести до нежељених здравствених ефеката и појаву здравственог ризика и при експозицији индивидуе малим концентрацијама. Дакле треба познавати токсично дејство супстанци у смеши при свим условима експозиције.

Уколико супстанце које се при експозицији налазе у смеши и при томе ефекат њиховог дејства је потенцирајући у односу на појединачно дејство ван смеше онда такве супстанце имају синергетски ефекат на компоненте екосистема, биосферу, антропосферу и људску популацију. Супротно оваквом дејству, може се догодити да супстанце, када се нађу у смеши, да при експозицији њихово дејство буде антагонистичко тј. да је умањено у поређењу са њиховим појединачним дејством.

У пракси се најчешће догађа, да супстанце у смеши показују адитивност тј. када је ефекат две или више токсичних супстанци равно збиру ефеката сваке појединачне супстанце.

Дејство загађујућих супстанци на организам човека није изоловано већ се одвија у комбинацији са различитим чиниоцима животне средине. Сви чиниоци, при

одређеном интензитету деловања, проузрокујући одређене функционалне измене у организму, могу изменити његову осетљивост на дејство штетних супстанци. Истовремено, токсичне загађујуће супстанце могу утицати на реаговање организма, што се изражава променом његовог односа према неповољним чиниоцима животне средине.

Процена експозиције заснива се на директним и посредним методама истраживања које укључују: непосредно узорковање агенаса у разним срединама, мониторинг загађења, примену биолошких маркера, анкету, вођење дневника, математичко моделирање. Процена експозиције може да обухвата прошла, садашња и будућа дејства са варијацијама параметара, тј. моделирање будућих, мерење садашњих и анализу укупних биолошких ефеката код прошлих дејстава.

6. УПРАВЉАЊЕ ЕКОЛОШКИМ РИЗИКОМ

Главни задатак управљања еколошким ризиком јесте реаговање на идентификовани ризик. Управљање еколошким ризиком обухвата формулисање и спровођење политике смањења ризика еколошке опасности. То је процес избора између одређених алтернативних регулативних и нерегулативних инструмената за реаговање на еколошки ризик. За оцену одређених алтернатива доносиоци одлука поред информација из анализе и процене еколошког ризика, разматрају и утицаје техногеног ризика на ниво еколошког ризика као и технолошку изводљивост, трошкове спровођења политике и остале економске, социјалне и политичке последице.

Спровођење процеса управљања еколошким ризиком садржи два основна задатка:

- утврђивање прихватљивог нивоа еколошког ризика и
- оцена и избор стратегије управљања ризиком.

Утврђивање прихватљивог нивоа ризика подразумева ниво ризика који је неопходан са аспекта неких других области. Овај ниво је низак, али није нулти. Политика прихватљивог ризика намеће изврстан ризик одређеном сегменту друштва или еколошком систему. Користи се концепт минималног ризика. То је ниво ризика испод ког даље смањење не може да оправда трошкове смањења ризика.

Управљање ризиком је анализа ризичних ситуација, разрада и изналажења управљачких решења усмереног на минимизацију ризика. Основни циљ управљања ризиком састоји се у одређивању путева смањења ризика при задатим ограничењима ресурса и времена.

Управљање ризиком се може дефинисати као општа управљачка функција која настоји да идентификује ризике, процени ризике и припреми организацију (предузеће) на узроке и ефекте (последице) ризика. Смисао управљања ризиком је да се оспособи организација да реализује своје циљеве на најдиректнији, најефикаснији и најнефективнији начин. Елементи који чине функцију управљања ризиком су:

- идентификовање емисије,
- одређивање ризика и неизвесности,
- контрола ризика и
- програм управљања ризиком.

Управљање ризиком обухвата:

- идентификацију, расподелу и кретање загађујућих супстанци;
- оцена ризика по здравље човека;
- оцена еколошког ризика и екотоксичних прагова;
- активности обнављања и пречишћавања животне средине;
- оцена негативног утицаја појединих опасних материја на дату сферу животне средине и различите процесе пречишћавања;
- упоређивање ризика пре и после обнављања.

Избор најпогоднијег алтернативног инструмента за смањење ризика (ризик анализа) добијамо из компаративне анализе, односно врши се поређење две или више процене ризика за исти проблем (нпр. испуштање опасних материја у посебне резервоаре или у канализацију).

6.1. МОДЕЛ УПРАВЉАЊА ЕКОЛОШКИМ РИЗИКОМ

Модел управљања еколошким ризиком састоји се од четири етапе:

На нивоу прве етапе спроводи се упоредна карактеризација ризика у циљу утврђивања приоритета. У завршној фази оцене ризика и уједно у првој фази управљања ризиком утврђује се степен опасности (штетности).

У другој етапи врши се утврђивање прихватљивости и применљивости ризика, ризик се пореди са низом социјално-економским факторима. Процес поређења се базира на методу „губици-добиси“. Постоје три варијанте усвајања решења: ризик је прихватљив у потпуности; ризик је прихватљив делимично; ризик је потпуно неприхватљив.

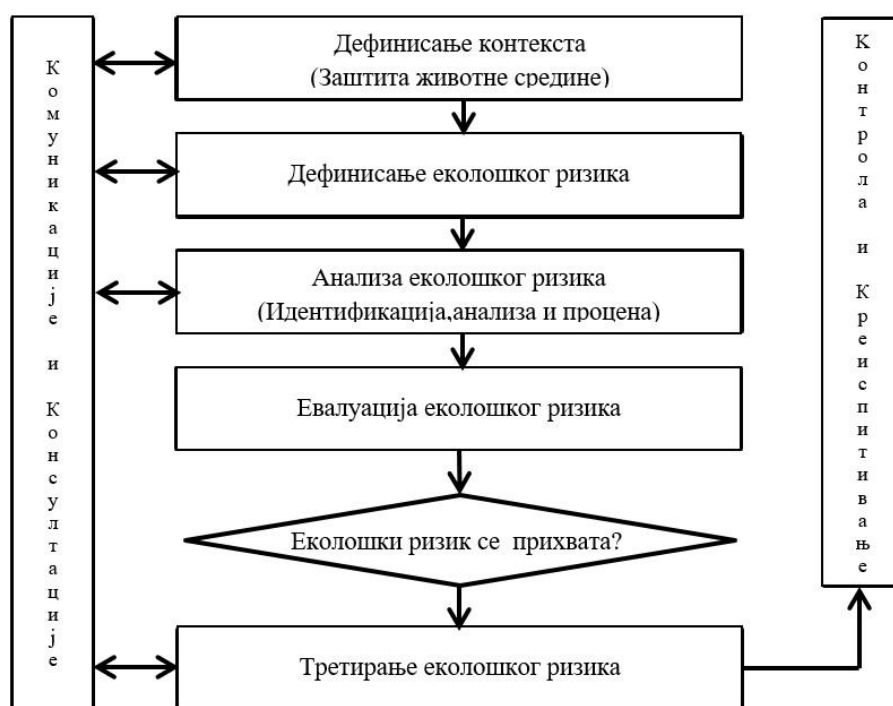
Трећа етапа-одређивање пропорције која се заснива на избору једне од „типских“ мера која доприноси смањењу или одстрањивању ризика.

Четврта етапа-доношење регулаторних решења-дефинисање нормативних аката (закона, уредби, прописа) и њихово постављање, у складу са реализацијом мера, које су утврђене у претходној фази. Овом етапом се завршава процес управљања ризиком, а

истовремено указује на све његове фазе, као и фазе процене ризика у једном процесу одлучивања, у једном концепту ризика.

6.2. ПРОЦЕС УПРАВЉАЊА ЕКОЛОШКИМ РИЗИКОМ

Процес управљања еколошким ризиком представља систематску примену политике, процедура и праксе на задатке успостављањем контекста, идентификовања и анализирања, процене, третирања, праћења и саопштавања ризика што се шематски може приказати на слици 6.1.



Слика 6.1.- Процес управљања еколошким ризиком

Основни елементи управљања еколошким ризиком су: идентификација, анализа, процена, третман ризика, консултације и комуникације и процес мониторинга и преиспитивања.

Дефинисање контекста подразумева: стратешки контекст, организациони контекст и контекст управљања ризиком.

Стратешки контекст посебно указује на потребу да се успостави комуникација и политика консултовања са заинтересованим странама. Организациони контекст указује на то да пре, него што се започне студија управљања ризиком, потребно је дефинисати

кључне карактеристике организације. Политика и циљеви организације помажу да се дефинишу критеријуми на основу којих се одлучује да ли је ризик прихватљив или не.

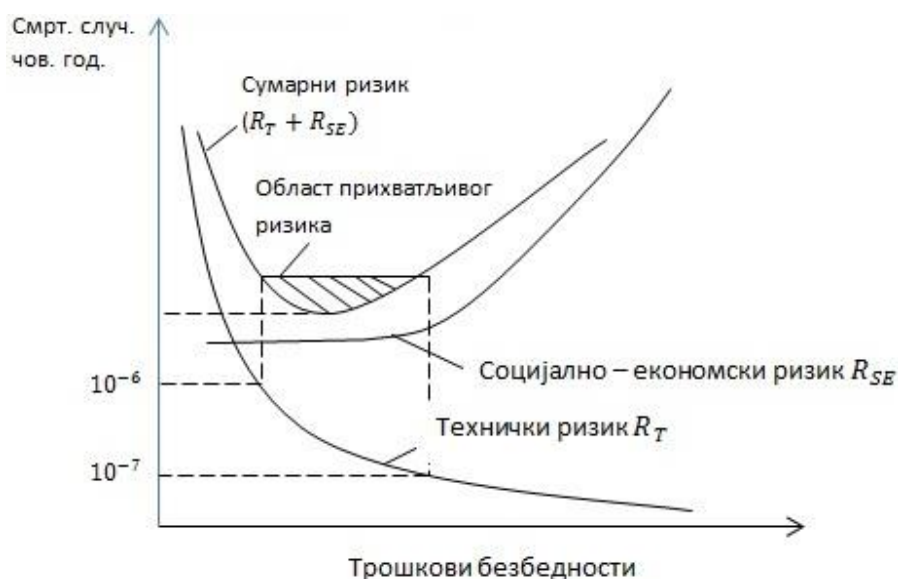
Управљање еколошким ризиком се мора посматрати као превентивна акција заснована на предвиђању, контроли и процењивању, а све у циљу смањења, преношења или избегавања еколошког ризика.

6.3. ПРИХВАТЉИВ ЕКОЛОШКИ РИЗИК

У ситуацијама када је доступан довољан број статистичких података, као квантитативну меру индивидуалног ризика треба изабрати однос броја људи који су изложени потенцијалној опасности. На основу анкетања становништва утврђено је да психологија савременог човека не дозвољава прихватање ризика нивоа вероватноће 10^{-3} . При нивоу вероватноће 10^{-4} људи су спремни да потроше новац на смањење ризика. Ризик нивоа вероватноће 10^{-5} сматра се прихватљивим, а случајеве вероватноће 10^{-6} обично се занемарује.

Економске могућности повећања безбедности техничких система су ограничене. У производњи, претерано трошење средстава на побољшање сигурности техничких система, може нанети штете социјалној сфери производње.

Пример одређивања прихватљивог ризика представљен је на графикону (слика 6.2.).



Слика 6.2. - Одређивање прихватљивог ризика

Повећањем трошкова за усавршавање опреме смањује се технички ризик, али расте социјални. Укупни ризик је минималан у условима када постоји одређена равнотежа између инвестиција у техничку и социјалну сферу. Ову чињеницу треба узети у обзир при одређивању прихватљивог ризика.

У новије време, на основу међународног споразума усвојено је да утицај техногених опасности (технички ризик) треба да буде однос интервала вероватноће 10^{-7} - 10^{-6} и број смртних случајева људи на нивоу године, где вредност 10^{-6} представља максимално прихватљиви ниво индивидуалног ризика. У неким националним прописима, ова вредност се користи и за процену пожарне и радијационе безбедности.

Концепт прихватљивог ризика у последње време све чешће се користи за израду критеријума безбедности за делатности са повећаним потенцијалом опасности. Сагласно савременим захтевима који се односе на критеријуме оцене ризика при нормалној експлоатацији индустријских објеката као прихватљиве усвојене су следеће (прилично ниске) вредности индивидуалног ризика, 1/год: за запослене у предузећу 10^{-5} ; за становништво 10^{-6} .

Ови критеријуми предложени су за употребу само при изградњи нових индустријских постројења, а за постројења која већ раде као дозвољени ризик прихвата се ризик вишег нивоа. При томе се предлаже диференцирање нивоа ризика у зависности од удаљености извора опасности, при чему се забрањује присуство трећих лица у одређеној зони повећаног ризика.

6.4. КОНЦЕПТ АПСОЛУТНЕ БЕЗБЕДНОСТИ

Концепт апсолутне безбедности до недавно је био темељ, на којем су изграђени стандарди сигурности у целом свету. За спречавање удеса, хаварија уведене су додатне мере заштите (опрема)-инжењерски системи безбедности, усвојене су организационе мере да се обезбеди висок ниво дисциплине, строго поштовање правила, поступака. Веровало се да такав детерминистички приступ искључује било коју опасност за друштво и животну средину. Због комплексности производних система и увођење нових технологија, повећање мреже саобраћаја, цевних водовода и далековода, концепт апсолутне безбедности постаје неадекватан унутрашњим законима функционисања техносфере и биосфере. Све људске активности усмерене на стварање добити спроводе се уз интеракцију коришћења енергије и комплексних техничких система. Њихов ниво

утицаја и стање заштите животне средине тренутно се процењује, по правилу, не на основу показатеља здравља људи и квалитета животне средине, већ поузданошћу и ефикасношћу система техничке заштите.

Дошло се до сазнања о немогућности стварања апсолутне безбедности, и зато друштво настоји да постигне тако низак ниво ризика од опасних фактора, који се може сматрати прихватљивим. Његово прихватање би требало да буде оправдано економским и социјалним разлозима. Другим речима, ниво ризика од фактора опасности, које произилазе из људске активности је прихватљив, ако је његова вредност (вероватноћа реализације или могуће штете) толико мала да су људи и друштво у целини спремни, (због добијене накнаде у облику материјалних и друштвених добара), на тај ниво ризика. У свим индустријализованим земљама, постоји стални тренд примене концепта прихватљивог ризика, без обзира што се политика сваке земље заснива на концепту апсолутне безбедности.

7. ПРЕДЛОГ МЕТОДОЛОГИЈЕ КООРДИНАЦИЈЕ ПРОЦЕНЕ И УПРАВЉАЊА ЕКОЛОШКИМ РИЗИКОМ

Спровођење анализе ризика у циљу обезбеђења сигурности (безбедности) човека, друштва и природе захтева решавања читавог низа теоријских и методолошких проблема, који се могу поделити на проблеме процене ризика и управљања ризиком.

Методе процене ризика имају логичан ток при разматрању објекта који треба заштитити, сагладевају се све врсте потенцијалних опасности. Приликом разматрања животне средине, на првом месту се процењује последица утицаја, и то у периоду постојања техногених извора опасности. Пожељно је да се за мерење штете (ризика) користе показатељи који су применљиви у већини случајева и јасни различитим друштвеним слојевима.

У оквиру главних проблема, који захтевају решења у циљу израде универзалне методологије анализе ризика становништва и животне средине, могу се издвојити проблеми евидентирања, упоређивања и интегрисања разних техногених (антропогених) утицаја, при процени ризика на одређеној територији. У том смислу, најважнији корак је израда метода за процену укупног ризика утицаја хемијских, физичких и других фактора техногеног порекла, који представљају највећу опасност. Поред тога, ове методе би требало да омогуће даљу генерализацију; укључивање у процену изузетно јаким техногених утицаја, на пример, разматрање различитих хемијских фактора. Овај исти проблем се односи на задатак идентификације и сагледавања могућих ефеката синергизма или антагонизма при интеграцији ризика различите природе.

У решавању овог проблема, очигледно је пожељан двостран приступ. Са једне стране, уопштавање и синтеза приступа, који се односи на хемијску безбедност, у циљу израде универзалне методе процене интегралног ризика; а са друге, употреба искуства и резултата истраживања биоиндикације и биомониторинга (укључујући истраживања медицинских или демографских показатеља, као биоиндикатора), омогућавајући да се

на основу адекватно одабраних индикатора донесе закључак о комплексном техногеном оптерећењу човека и животне средине и на тај начин измери интегрални ризик.

Способност процене и предвиђања места и времена појаве и могуће еколошке штете, која је последица нормалне (нехаваријске) делатности, експертима даје могућност да предложи еколошки најбезбеднији и најефектнији распоред или делоцирање (премештај). Делоцирање постојећих ресурса треба да буде у правцу њихове употребе, уз обезбеђење циља смањења еколошког ризика до прихватљивих граница, узимајући у обзир његов распоред у простору и времену. Решење овог проблема представља суштински елемент за обезбеђење одрживог развоја региона и државе у целини. Процена еколошког ризика врши се поређењем ризика за конкретан елемент опасности система животне средине са прихватљивим еколошким ризиком.

Стога, управљање ризицима у животној средини треба да буде усмерено на правилан избор превентивних мера чије спровођење доводи до смањења ризика на прихватљив ниво или његово потпуно елиминисање.

Основна ефикасност управљања ризицима у животној средини су нормативна регулатива која одређује надлежности и овлашћења субјекта у циљу обезбеђења ове заштите и информациони системи.

Да би се постигла жељена ефикасност у процесу управљања ризиком, веома је значајно правилно спровођење процеса процене ризика. Као што је поменуто у поглављу 5. процена еколошког ризика представља процес при коме се делујућа опасност анализира са крајњим циљем карактеризације ризика у чијој је функцији формулација опасности и анализа дејства стресора. Таква повезаност у процесу процене ризика је нужна при формирању полазних ставова при одлучивању о избору метода и начина спровођења управљачких мера при процени дејства нежељених догађаја. Између процеса процене еколошког ризика и процеса управљања еколошким ризиком постоји узрочно-последична веза, (на шеми приказана као повратна спрега, слика 7.1). Имајући ово у виду при успостављању координације процене и управљања еколошким ризиком у индустрији боја и лакова, треба поћи од идентификације могућих нежељених догађаја, акцидентата и хаварија, са квалитативним и квантитативним дефинисањем, тамо где је то могуће, нежељених последица које се изражавају као ризик, што је у складу са датом шемом, приказаном на слици 7.1.



Слика 7.1. - Релација између процене ризика и поступака управљања ризиком

Рад је прилог развоју методологије, која координира процену и управљање еколошким ризиком, а базирана је на узрочно-последичној вези ових метода, односно на моделу: **деловање загађујуће супстанце – процена последица по животну средину - предузете управљачке мере заштите.**

7.1. ПРОЦЕНА ЕКОЛОШКОГ РИЗИКА У ИНДУСТРИЈИ БОЈА И ЛАКОВА

Сировине и полупроизводи у индустрији боја и лакова су различити, а и технолошки поступци су до те мере хетерогени, тако да ризици који настају у индустрији боја и лакова захтевају добру систематизацију. Током рада ове индустрије стварају се различита загађења воде, ваздуха и земљишта. Познавање хемијског састава улазних супстанци и супстанци које напуштају технолошки процес и пређу у животну средину је основа за процену еколошког ризика. Комплексна студија физичко-хемијских особина ових супстанци указује на опасности и штетности које могу да се јаве, при раду, односно да одреди управљачке заштитне мере за безбедност радне и животне средине.

На основу познавања физичко-хемијских особина супстанци, које се примењују у индустрији боја и лакова, а које су дате у поглављу 3. може се закључити да најзначајнији ризици по компоненте екосистема, биосферу, антропосферу и људску популацију су условљени акциденталним догађајима који омогућавају испуштање и емисију органских растварача у животну средину.

Из ових разлога се приликом анализе настанка ризика у индустрији боја и лакова акценат ставља на процену ризика који је условљен дејством органских растварача, као опасних супстанци.

7.2. МЕТОДОЛОГИЈА АНАЛИЗЕ РИЗИКА

Под претпоставком да се акцидентални догађај, удес у хемијској индустрији формирао као последица насталог цурења опасних супстанци и отказа постројења, ризик се може моделовати као производ броја учесника у сценарију и учесталости незгоде.

Ризик = број учесника у сценарију · учесталост незгоде

Израчунавање броја учесника у сценарију врши се на основу утврђивања граница цурења опасних супстанци, тако да зону цурења дефинише радијус од извора цурења до крајње тачке распрострањавања. Да би се утврдиле границе потребно је познавати концентрацију токсичних супстанци, топлоту зрачења и надпритисак.

Учесталост незгода се анализира коришћењем података из следећег сета података:

1. Подаци о поузданости који се припремају утврђивањем података о удесима и кваровима на опреми и објектима у фабрици,
2. Подаци о учесталости кварова на опреми које даје произвођач опреме.
3. Подаци о поузданости које даје Европска банка података о поузданости индустрије као и
4. Подаци о поузданости неелектронских делова.

Репрезентативни подаци о учесталости највероватних несрећа које се односе на индустрију боја приказани су табели 7.1. [79]

Табела 7.1.- Годишња учесталост несрећа

ПОЧЕТНИ ДОГАЂАЈ	Познате вероватноће догађаја (на годишњем нивоу)
отказивање суда под притиском	10^{-6}
отказивање цевовода услед квара (на 100 m)	10^{-5}
цурење цевовода (на 100 m)	10^{-3}
отказивање атмосферског резервоара	10^{-3}
цурење прирубнице/вентила	10^{-3}
цурење пумпе/компресора	10^{-3}
превремено отварање опружног вентила	10^{-2}
квар при расхлађивању воде	10^{-1}
отказивање црева за пражњење/пуњење	10^{-2}
екстерна ватра	10^{-2}

У Републици Србији не постоји доступна систематизована база података, а која се односи на удесе и кварове на опреми и објектима у индустрији боја и лакова, тако да

одређивање ризика сваког појединачног постројења се може вршити применом методе REHRA, према датом шеми на слици 5.12. и 5.13. у поглављу 5.

7.2.1. Испуштање опасних супстанци у водотокове и процена ризика

Опасне супстанце које се примењују у индустрији боја и лакова, могу доспети у водотокове као саставни део отпадних вода или у случају акциденталних догађаја. За сваку релевантну процену ризика у индустрији боја и лакова, веома је значајно дефинисати ниво опасности сваког појединачног објекта (једначина 5.6.), и утврдити вероватноћу његовог отказа који нужно условљава формирање одређеног нивоа штете у непосредној или даљем окружењу објекта. Тако да ниво могућих нежељених последица које настају доспевањем опасних супстанци у водотокове, може се утврдити одређивањем максималних количина супстанци које доспевају у водотокове, запремину коју они заузимају у водотоковима а што је условљено индексом опасности постројења или нежељеним догађајем, и настале штете по водени екосистем. Дакле, ризик се по водени екосистем може одредити као производ вероватноће настанка нежељеног догађаја или отказа постројења и настале штете (једначина 5.1, слика 5.1).

Такође, у циљу утврђивања еколошког ризика који настаје испуштањем опасних супстанци у водотокове, може се применити једначина 5.27. и 5.28. (REHRA).

Уколико се опасне супстанце нађу у саставу индустријских отпадних вода, оне могу битно утицати на њихова својства и токсичност. Могу имати негативни утицај на здравље људи и животну средину. Индустријске отпадне воде настају током различитих врста и фаза производње или као нуспроизвод чишћења опреме у фабрикама. Највећа количина отпадних вода из индустрије боја и лакова настаје чишћењем опреме и представљају око 80% инфлуената. Према статистичким подацима око 70% отпадних вода, из индустрије боја и лакова се испушта непречишћено у природне речне сликове и садрже опасне супстанце које се разликују по својој растворљивости, испарљивости и токсичности.

Све боје у свом саставу садрже пигменте који су природна или синтетичка једињења и могу се наћи у саставу отпадних вода као резултат чишћења. Пигменти су супстанце у праху које се могу најједноставније разврстати на органске и неорганске, растворливи су у води, алкохолу или у уљу које се користи за технолошки поступак. У табели 7.2. дата је подела неорганских пигмената. Синтетички органски пигменти су угљоводонична једињења и могу имати мањи или већи степен токсичности. [126]

Табела 7.2.- Класификација неорганских пигмената на основу хемијског састава

Једињења	Молекулска формула
Оксид, оксид хидроксид	TiO ₂ , ZnO, α-Fe ₂ O ₃ , α-FeOOH, γ-Fe ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄ , Cr ₂ O ₃ , CrOOH, PbO, Pb ₃ O ₄ , Mn ₃ O ₄ , -MnOOH, Sb ₂ O ₃
Комплексни оксид	CoAl ₂ O ₄ , CuCr ₂ O ₄ , Co ₂ TiO ₄ , (Ti,Ni,Sb) ₂ O ₂ , (Ti,Cr,Sb) ₂ O ₂
Карбонатни хидроксид	2PbCO ₃ ·Pb(OH) ₂ , 2CuCO ₃ ·Cu(OH) ₂ , CuCO ₃ ·Cu(OH) ₂
Сулфид, селен	ZnS, CdS, Cd(S,Se), CdSe, γ-Ce ₂ S ₃ , HgS, As ₂ S ₃
Хромат, молибдат	PbCrO ₄ , Pb(Cr,S)O ₄ , Pb(Cr,S,Mo)O ₄ , ZnCrO ₄ , BaCrO ₄ , SrCrO ₄
Бизмут	BiVO ₄ , 4BiVO ₄ ·3Bi ₂ MoO ₆
Калај	Pb ₂ SnO ₄ , PbSn ₂ SiO ₇ , Co ₂ SnO ₄ , CoSnO ₃
Фосфат	Co ₃ (PO ₄) ₂
Антимон	Pb(SbO ₃) ₂
Арсен	Cu(AsO ₃) ₂
Ултрамарин	Na ₆ Al ₆ Si ₆ O ₂₄ (NaS _n)
Хексацијаноферат	K[Fe ^{III} Fe ^{II} (CN) ₆]·xH ₂ O (x = 14–16)
Тантал оксид	CaTaO ₂ N, LaTaON ₂
Елементи	C, Al, Cu, Cu/Zn, Au

Одређивање максималне количине пигмената који су у саставу отпадне воде, као и других опасних супстанци, се може вршити применом једначине 5.27 за конкретне услове и на основу тога вршити даљу процену ризика према поступцима који су дати у поглављу 5.

У случају акцидентног догађаја, може доћи до испуштања органских растварача, који су различитог степена токсичности, у водотокове. У табели 7.3. дата је максимална количина органских растварача која се при удесу може испустити у водотокове, а која је одређена применом једначине 5.27. За прорачун максималне количине која се може наћи у водотоку користи се податак о максимално дозвољеним количинама супстанци које се користе у производњи према SEVESO постројењу. Супстанца која доспева до водотокова и раствара се у води тренутно, може угрожавати водоток у зависности од своје токсичности. Запремина површинске воде која је том приликом угрожена, може се одредити применом једначине 5.29. и дата је у табели 7.3..

На основу прорачуна, који су дати у табели, може се закључити да максимална маса супстанце која се испустити у водотокове може бити смањена и за десет пута у зависности од тога да ли постоје одређени системи за прикупљање испуштене супстанце или се она директно излива у водотокове. Уколико дође до изливања у басену за задржавање или уколико се већи део изливеног садржаја може одвести, третирати, или на неки начин „извући“ маса испуштене супстанце у водотокове при акцидентном догађају се може смањити и за десет пута.

Табела 7.3. – Количина испуштене супстанце у површински водоток и запремина угрожене воде

Супстанца	Уколико је изливање директно у финални рецептор (земљиште или водени ток), без било какве заштитне баријере		Уколико изливање није директно у финални рецептор (земљиште или водени ток), али није могуће одвести садржај до издвојеног система за третман или до басена за задржавање.		Уколико се део садржаја који је истекао може одвести до система за прикупљање или се може задржати у басену за задржавање.		Уколико дође до изливања у басену за задржавање или уколико се већи део изливеног садржаја може одвести, третирати, или на неки начин „извући“.	
	Максимална маса која се може испустити Q_{ISC} (т)	Запремина V (m ³)	Максимална маса која се може испустити Q_{ISC} (т)	Запремина V (m ³)	Максимална маса која се може испустити Q_{ISC} (т)	Запремина V (m ³)	Максимална маса која се може испустити Q_{ISC} (т)	Запремина V (m ³)
Ароматични угљоводоници								
Бензен C_6H_6	50	3,88	40	310	20	1,55	5	0,39
Толуен C_6H_6	50	7,05	40	5,64	20	2,82	5	0,71
Ксилен C_8H_{10}	50	6,58	40	5,27	20	2,63	5	0,66
Нафталин $C_{10}H_8$	50	11,5	40	9	20	4,5	5	0,75
Алкохоли								
Метанол CH_4O	50	0	40	0	20	0	5	0
Етанол C_2H_6O	50	0,01	40	0,01	20	0	5	0
Пропанол C_3H_8O	50	0,01	40	0,01	20	0,01	5	0
п-бутанол $C_4H_{10}O$	50	0,05	40	0,04	20	0,02	5	0
Амил алкохол $C_5H_{12}O$	50	0,10	40	0,08	20	0,04	5	0,01
Циклохексанол $C_6H_{12}O$	50	0,09	40	0,08	20	0,04	5	0,01
Етилен гликол $C_2H_6O_2$	50	0	40	0	20	0	5	0
Бензил алкохол C_7H_6O	50	0,14	40	0,12	20	0,06	5	0,01

Етри и ацетали								
Етил етар $C_4H_{10}O$	42,5	0,02	34	0,01	17	0,01	4,25	0
n-Пропил етар $C_6H_{14}O$	50	263,16	40	210,53	20	105,26	5	26,32
Диоксан $C_4H_8O_2$	50	0,49	40	0,39	20	0,19	5	0,05
Алдехиди и кетони								
Ацеталдеhid C_2H_4O	36,5	1,07	29,2	0,86	15	0,44	3,65	0,11
Акролеин C_3H_4O	45	2368,42	36	1894,74	18	947,37	4,5	236,84
Фурфурал $C_5H_4O_2$	36	1,5	28,8	1,18	14,4	0,60	3,6	0,5
Ацетон	50	0,01	40	0,01	20	0	5	0
Сирћетна кисел. C_3H_6O	50	0,57	40	0,45	20	0,23	5	0,06
Мравља киселина $CCOON$	50	0,38	40	0,31	20	0,15	5	0,04
Естри								
Метилформијат $C_2H_4O_2$	41	0,46	32,8	0,36	16,4	0,18	4,1	0,05
Етилформијат $C_3H_6O_2$	47,5	0,28	38	0,22	19	0,11	4,8	0,03
Бутил формијат $C_5H_{10}O_2$	50	1,84	40	1,47	20	0,73	5	0,18
Метил ацетат $C_3H_6O_2$	50	0,19	40	0,15	20	0,08	5	0,02
Етил ацетат $C_4H_8O_2$	50	0,29	40	0,23	20	0,12	5	0,03
Хлорирани угљоводоници								
Хлороформ $CHCl_3$	50	0,44	40	0,35	20	0,17	5	0,04
Угљеник-тетрахлорид CCl_4	50	5,49	40	4,39	20	2,19	5	0,55
Метил хлорид етил хлорид C_2H_5Cl								

Дихлоретан $C_2H_4Cl_2$	50	0,44	40	0,36	20	0,18	5	0,04
Трихлоретилен C_2HCl_3	50	3,25	40	2,6	20	1,3	5	0,33
Тетрахлоретилен C_2Cl_4	50	7,25	40	5,8	20	2,98	5	2,72
Хлорбензен C_6H_5Cl	50	0,69	40	0,55	20	0,28	5	0,07
Органска једињења азота								
Анилин C_6H_7N	50	4,72	40	3,77	20	1,89	5	0,47
m-Толуидин C_7H_9N	50	1,38	40	1,10	20	0,55	5	0,14
Пиридин C_5H_5N	50	0,53	40	0,43	20	0,21	5	0,05
Ацетонитрил C_2H_3N	50	0,03	40	0,02	20	0,01	5	0
Нитробензен $C_6H_5O_2N$	50	0,54	40	0,43	20	0,22	5	0,05
Органска једињења сумпора								
Угљеник дисулфиде CS_2	47	15,67	37,6	12,53	18,8	6,27	4,7	1,37
Једињења више функц. група								
Метилгликол $C_3H_8O_2$	50	0,43	40	0,34	20	0,17	5	0,04
Етилгликол $C_4H_{10}O_2$	50	0	40	0	20	0	5	0
Диетиленгликол $C_4H_{10}O_3$	50	0	40	0	20	0	5	0
o-Хлоранилин C_6H_6ClN	50	11,70	40	9,36	20	4,68	5	1,17

Како би се вршила предикција оцене ризика који настаје испуштањем опасних супстанци у површинске воде, веома је важно одабрати метод на основу кога ће се одредити зона угрожености. Прихватљива метода за одређивање зоне угрожености је РЕНРА метода која је дата у поглављу 5 и која је коришћена за одређивање запремине угрожене воде и она се може користити за оцену према методологији која се користи у Републици Србији. Дакле, након одређивања зоне угрожености, односно запремине угрожене воде, примењује се табела 5.2. и табела 5.3. и формира матрица ризика како је дато на слици 5.11. у циљу одређивања нивоа ризика и доношења одлука о потреби спровођења процедура у области управљања ризиком.

7.2.2. Ризици који настају при емисији опасних супстанци у атмосферу

При акцидентним догађајима постоји реална могућност испуштања већих количина опасних супстанци у животну средину што има за последицу загађење и деградацију одређеног медијума животне средине. Најтеже тренутне последице по здравље људи има загађење спољашњег амбијенталног ваздуха, које може бити условљено простирањем токсичних дисперзионих облака формираних при истицању супстанци које се користе у хемијској индустрији, а које су последица одређених акцидентних догађаја. Једна од хемијских индустрија која у свом производном процесу користи велики број различитих опасних супстанци (токсичних, запаљивих и експлозивних), и која има широку примену у савременим условима живота је индустрија боја и лакова.

Испаравање растварача и мешање његове паре са ваздухом убрзава кретање ваздуха и формирање дисперзионих облака на већим или мањим удаљеностима од места њиховог емитовања. Због своје токсичности, растварачи могу да доведу до нежељених физиолошких дејстава код експонираних уколико су прекорачене максимално дозвољене концентрације у амбијенталном ваздуху. Постоје велике разлике у токсичном дејству растварача које се крећу у дијапазону од фаталног до таквог токсичног дејства које не долази до изражаја и после дужег времена експозиције [132]. Органски растварачи се сврставају у групу опасних супстанци, не само због своје токсичности, већ и због особине да су лако запаљиве и експлозивне материје, које могу да доведу до пожара, који се брзо шире и тешко локализују. Због својих физичко-хемијских особина органски растварачи, у случајевима хазардних догађаја, доводе до различитог степена ризика како по здравље експонираних људи тако и по животну

средину. У свету су забележени хазардни догађаји при којим је дошло до цурења и емисије органских растварача са појавом пожара и/или експлозије и смрти више десетина људи, на пример: акцидент 2021.год. у Тексасу (САД) цурење сирћетне киселине [116]; 2016.год. у Мексику акцидент етилен гликолом такође 2016.год. у Саудијској Арабији акцидент етилен гликолом [132]; 2016.год. на Тајвану акцидент у хемијској индустрији чији узрок није познат али се анализом утврдило присуство метанола, ксилена и бутанола у ваздуху [133]; 2015.год. у Француској акцидент изазван експлозијом алкохола у резервоару фабрике хемијске индустрије [134]; 2014.год. у Кини цурење бензена [135] итд.

Производња боја, лакова и сличних премаза у којима се користе органски растварачи, у Републици Србији, се реализује у око 150 постројења са сталним трендом пораста [136]. У 2018. год. произведено је 128.119 тона, 2019.год. 172.792 тона, а у 2020.год. 172.792 тона [137]. Акцидентни догађаји у индустрији боја, лакова и сличних премаза који су се догодили у Републици Србији бележе се: 2006.год. у Лесковцу [137], 2007.год. код Ниша [139], 2013.год. код Пирота [140], 2019.год. код Ужица [141] и 2020.год. код Ниша [142].

Доминантни ризик у индустрији боја и лакова, који се односи на појаву пожара и експлозија је цурење и емисија органских растварача која се могу јавити при редовном режиму рада или при удесима. Органски растварачи су лако запаљиве и експлозивне материје. Због својих особина, при цурењу и истицању, могу да доведу до пожара, који се брзо шире, тешко локализују и развијају токсичне дисперзионе облаке. При акцидентним догађајима, у случају истицања и цурења органских растварача, врло значајна њихова особина, за формирање коначног ризика по животну средину и здравље људи, јесте испарљивост. Испарљивост растварача се разматра на основу анализе температуре испаравања и брзине испаравања. Брзина испаравања је важна физичка особина растварача због токсичитета. Ова физичка особина обично је пропорционална тачки кључања, али то није увек случај.

Један од важних чинилаца процењивања опасности од токсичног дејства органских растварача, поред испарљивости је и тачка кључања и напон паре. Уколико је нижа тачка кључања органског растварача, утолико му је испарљивост већа, а тиме и већа могућност настанка високих концентрација пара у атмосфери.

Напон паре, такође, као физичка особина растварача је повезана са токсичношћу супстанце. Познато је, да је у истим условима средине мање опасан врло токсичан

растварач са ниским напоном паре, од течности скоро исте токсичности али са високим напоном паре.

Током претакања растварача (нпр. толуена), алкидних смола и других сировина може доћи до изливања, просипања или превртања суда у коме се врши прихват течности. Могућност појаве пожара је стално присутна у свим објектима, као и на целој локацији индустрије, па је забрањена употреба отвореног пламена, пушење и било која врста сличних активности на простору који је пожарно оптерећен.

При претакању растварача и смола у резервоаре на отвореном складишту из аутоцистерне може доћи до неконтролисаног испуштања дела садржаја из аутоцистерне. Исто тако, и претакање из пластичних буради опасних материја, у процесу производње, представља потенцијалну опасност за неконтролисано испуштање и испаравање лако испарљивих течности.

У производним погонима индустрије боја и лакова обзиром да се ради са отвореним судовима у који се мешају или уситњавају материјали, долази до испаравања неких сировина и појаве прашине у радној и животној средини.

У летњим месецима и при високим температурама може доћи до повећања притиска у затвореним резервоарима на отвореном складишту. Испаравање лако запаљивих течности може да доведе до опасности од пожара. Из тих разлога се користи превентивна мера заштите, односно резервоари се на отвореном складишту поливају водом, како би се температура одржавала испод критичне.

У зимским месецима због повећања вискозитета смола резервоари се, преко уграђених грејача, загревају топлотом водом. Ово загревање треба обављати врло опрезно, јер преко критичне температуре долази до хемијског удеса, пожара и експлозије.

Статички електрицитет може да доведе до варничења и пожара, те је због манипулације (претакања) потребно урадити антистатичне подове; уземљити опрему и уређаје. Потребно је водити рачуна о врсти обуће и користити погодна транспортна средства током рада у производном делу.

При акциденталном догађају, долази до формирања зона угрожености на подручју у коме је дошло до изливања и даљег дисперзионог ширења органских растварача у атмосферу. Прорачун граница зона угрожености, са фаталним исходима као и са тежим нежељеним ефектима по човека и животну средину при истицању органских растварача и формирању дисперзионог облака може се одредити путем

прорачуна. Прорачун граница зона угрожености се може вршити на основу физичко-хемијских карактеристика и исцурелих количина органских растварача применом методологије REHRA.

Методолошки приступ REHRA је развијен са основним циљем да омогући брзу процену обима оштећења повезаног са акцидентима чији извор може бити хемијска индустрија. Методологија REHRA се базира на примени сета специфичних образаца за анализу и процену ризика повезаног са акцидентним догађајима при емисији опасних супстанци. Резултати који се добијају применом методологије REHRA се имплементирају у поступке и процедуре управљања ризиком као и у избору локација индустријских објеката при просторном планирању и при развоју предикционих техника за управљање плановима за хитне случајеве у фабрикама у којима постоји ризик од тежих акцидената. Методологијом се одређују зоне референтне удаљености на којима се испољава ефекат нежељеног дејства акцидентног догађаја са дефинисаним границама зоне угрожености.

Референтна удаљеност (RD) од средишта акцидента, представља границе зоне унутар које се очекују могући фатални исходи код експониране популације. Утврђивање граница зоне високе смртности са дефинисаном вредношћу референтне удаљености, захтева познавање карактеристика опасних супстанци (запаљивост, токсичност, експлозивност) као и њихову количину која се испушта услед настанка акцидентног догађаја. Комбинација података карактеристика опасних супстанци и њихових количина се разматра помоћу серије табела које омогућавају процену и управљање техногеним и еколошким ризиком. Процедура утврђивања референтне удаљености обухвата попис опасних супстанци, у фази формулације опасности при процени ризика условљеног акцидентним догађајем. Након пописа опасних супстанци врши се њихово обележавање и класификовање. Полазни параметри за класификацију једне супстанце су класа токсичности и класа испарљивости. Класа токсичности је заснована на вредности LC_{50} сваке супстанце (табела 3.4.) [44,45,80].

На основу физичко-хемијских карактеристика супстанци и њихових токсичности у методологији REHRA дате су групе категорије опасности за супстанце које се користе у хемијској индустрији [44,45,80]. У табели 7.4. дат је преглед органских растварача [19], који се користе у производњи боја и лакова, према њиховој хемијској структури као и њихова категорија опасности према методологији REHRA [44,45,80].

Табела 7.4. - Група категорије опасности органских раствараача који се користе у производњи боја и лакова

Супстанца CAS бр.	Физичко-хемијске особине	Група категорије опасности ¹
Бензен C ₆ H ₆ 71-43-2	Запаљива течност са притиском паре < 0,3 бар на 20°C. (тачка запаљивости < 20°C).	1,3
Толуен C ₇ H ₈ 108-88-3	Запаљива течност са притиском паре < 0,3 бар на 20°C. (тачка запаљивости < 20°C).	1,3
Ксилен C ₈ H ₁₀ 1330-20-7	Запаљива течност са притиском паре < 0,3 бар на 20°C. (тачка запаљивости > 20°C).	1,3
Нафталин C ₁₀ H ₈ 91-20-3	Запаљива течност са притиском паре < 0,3 бар на 20°C. (тачка запаљивости > 20°C).	1,3
Метанол CH ₄ O 67-56-1	Запаљива течност са притиском паре < 0,3 бар на 20°C. (тачка запаљивости < 20°C).	1,3
Етанол C ₂ H ₆ O 64-17-5	Запаљива течност са притиском паре < 0,3 бар на 20°C. (тачка запаљивости < 20°C).	1,3
Пропанол C ₃ H ₈ O 71-23-8	Запаљива течност са притиском паре < 0,3 бар на 20°C. (тачка запаљивости > 20°C).	1,3
п-бутанол C ₄ H ₁₀ O 71-36-3	Запаљива течност са притиском паре < 0,3 бар на 20°C. (тачка запаљивости > 20°C).	1,3
Амил алкохол C ₅ H ₁₂ O 123-51-3	Запаљива течност са притиском паре < 0,3 бар на 20°C. (тачка запаљивости > 20°C).	1,3
Циклохексанол C ₆ H ₁₂ O 108-93-0	Запаљива течност са притиском паре < 0,3 бар на 20°C. (тачка запаљивости > 20°C).	1,3
Етилен гликол C ₂ H ₆ O ₂ 107-21-1	Запаљива течност са притиском паре < 0,3 бар на 20°C. (тачка запаљивости > 20°C).	1,3
Бензил алкохол C ₇ H ₈ O 100-51-76	Запаљива течност са притиском паре < 0,3 бар на 20°C. (тачка запаљивости > 20°C).	1,3
Етил етар C ₄ H ₁₀ O 60-29-7	Запаљива течност са притиском паре > 0,3 бар на 20°C.	4,6
п-Пропил етар, C ₆ H ₁₄ O 108-20-3	Запаљива течност са притиском паре < 0,3 бар на 20°C. (тачка запаљивости < 20°C).	1,3
Диоксан C ₄ H ₈ O ₂ 123-91-1	Запаљива течност са притиском паре < 0,3 бар на 20°C. (тачка запаљивости < 20°C).	1,3
Ацеталдехид C ₂ H ₄ O 75-07-0	Запаљива течност са притиском паре ≥ 0,3 бар на 20°C.	4,6
Акролеин C ₃ H ₄ O 107-02-8	Течност средње токсичности	18,21
Фурфурал C ₅ H ₄ O ₂ 98-01-1	Запаљива течност са притиском паре < 0,3 бар на 20°C. (тачка запаљивости > 20°C).	1,3
Ацетон C ₃ H ₆ O 67-64-1	Запаљива течност са притиском паре < 0,3 бар на 20°C. (тачка запаљивости < 20°C).	1,3
Сирћетна киселина C ₂ H ₄ O ₂ 64-19-7	Запаљива течност са притиском паре < 0,3 бар на 20°C. (тачка запаљивости > 20°C).	1,3
Мравља киселина CCOOH 64-18-6	Запаљива течност са притиском паре < 0,3 бар на 20°C. (тачка запаљивости > 20°C).	1,3
Метилформијат C ₂ H ₄ O ₂ 107-31-3	Запаљива течност са притиском паре ≥ 0,3 бар на 20°C.	4,6
Етилформијат C ₃ H ₆ O ₂ 109-94-4	Запаљива течност са притиском паре < 0,3 бар на 20°C. (тачка запаљивости < 20°C).	1,3

Метил ацетат $C_3H_6O_2$ 79-20-9	Запаљива течност са притиском паре $< 0,3$ бар на $20^\circ C$. (тачка запаљивости $< 20^\circ C$).	1,3
Етил ацетат $C_4H_8O_2$ 141-78-6	Запаљива течност са притиском паре $< 0,3$ бар на $20^\circ C$. (тачка запаљивости $< 20^\circ C$).	1,3
Хлороформ $CHCl_3$ 67-66-3	Течност ниске токсичности (притиском паре $0,213$ бар на $20^\circ C$)	16,17
Угљениктетрахлорид CCl_4 56-23-5	Течност ниске токсичности (притиском паре $0,119$ бар на $20^\circ C$)	16,17
Етил хлорид C_2H_5Cl 75-09-2	Запаљиви гас претворен у течност под притиском	7,9
Дихлоретан $C_2H_4Cl_2$ 107-06-2	Запаљива течност са притиском паре $< 0,3$ бар на $20^\circ C$. (тачка запаљивости $< 20^\circ C$).	1,3
Трихлоретилен C_2HCl_3 79-01-6	Течност ниске токсичности (притиском паре $0,092$ бар на $20^\circ C$)	16,17
Тетрахлоретилен C_2HCl_3 127-18-4	Течност ниске токсичности (притисак паре $0,019$ бар на $20^\circ C$)	16,17
Хлорбензен C_6H_5Cl 108-90-7	Запаљива течност са притиском паре $< 0,3$ бар на $20^\circ C$. (тачка запаљивости $> 20^\circ C$).	1,3
Анилин C_6H_7N 62-53-3	Запаљива течност са притиском паре $< 0,3$ бар на $20^\circ C$. (тачка запаљивости $> 20^\circ C$).	1,3
Пиридин C_5H_5N 110-86-1	Запаљива течност са притиском паре $< 0,3$ бар на $20^\circ C$. (тачка запаљивости $< 20^\circ C$).	1,3
Ацетонитрил C_2H_3N 75-05-8	Запаљива течност са притиском паре $< 0,3$ бар на $20^\circ C$. (тачка запаљивости $< 20^\circ C$).	1,3
Нитробензен $C_6H_5O_2N$ 98-95-3	Запаљива течност са притиском паре $< 0,3$ бар на $20^\circ C$. (тачка запаљивости $> 20^\circ C$).	1,3
Угљеник дисулфиде CS_2 75-15-0	Запаљива течност са притиском паре $\geq 0,3$ бар на $20^\circ C$.	4,6
Метилгликол $C_3H_8O_2$ 109-86-4	Запаљива течност са притиском паре $< 0,3$ бар на $20^\circ C$. (тачка запаљивости $> 20^\circ C$).	1,3
Етилгликол $C_4H_{10}O_2$ 107-21-1	Запаљива течност са притиском паре $< 0,3$ бар на $20^\circ C$. (тачка запаљивости $> 20^\circ C$).	1,3
Диетиленгликол $C_4H_{10}O_3$ 111-46-6	Запаљива течност са притиском паре $< 0,3$ бар на $20^\circ C$. (тачка запаљивости $> 20^\circ C$).	1,3
о-Хлоранилин C_6H_6ClN 95-51-2	Запаљива течност са притиском паре $< 0,3$ бар на $20^\circ C$. (тачка запаљивости $> 20^\circ C$).	1,3

¹ Групе категорије опасности су преузете из методологије REHRA

Методологијом REHRA је предвиђено да, након сврставања супстанце у групу категорије опасности се издваја референтни број опасности у зависности од начина чувања супстанце. На пример, ако је супстанца сврстана у групу категорије опасности 1,3 и ако се чува у складишту са базеном, онда је референтни број опасности те супстанце 1 што се може видети из табеле 7.5.

Табела 7.5. – Класификација врста активности и начина чувања опасних супстанци

Тип супстанце	Карактеристике супстанце	Референтни број	Начин чувања опасне супстанце
Запаљива течност	$P_r < 0,3$ бар на 20°C	1	Складиште са басеном за чување
		3	Друго
Запаљива течност	$P_r > 0,3$ бар на 20°C	4	Складиште са басеном за чување
		6	Друго
Запаљив гас	Гас претворен у течност под притиском	7	Складиште изнад земље, ауто или железничка цистерна
		9	Друго
Токсичне течности	Ниско токсичне	16	Складиште са басеном за чување
		17	Друго
Токсичне течности	Средње токсичне	18	Складиште са басеном за чување
		21	Друго

Референтни бројеви, издвојени помоћу табеле 7.5 се комбинује са максималном количином која се реално може јавити у једном акциденту, преко матрица из табеле 7.6. Референтни број издваја један ред, док максимална количина опасне супстанце која се може испустити издваја једну колону коју треба узети у обзир из табеле. Резултат комбинације два фактора унутар једне матрице доводи до одређивања категорије ефекта која се може повезати са ситуацијом коју испитујемо (дефинисана словом и римским бројем). [44,45,80]

Табела 7.6. – Категорија зона угрожености на основу удаљености од тачке настанка опасности условљена количином испуштених опасних супстанци

РЕФ. БР.	Интервал испуштених количина Q_i (у тонама)								
	0-1	1-5	5-10	10-50	50-200	200-1000	1000-5000	5000-10000	>10000
1	-	-	-	-	-	AI	BI	BI	CI
3	-	-	-	AI	BI	CI	DII	X	X
4	-	-	-	-	-	BI	CII	CII	DII
6	-	-	-	BII	CII	DII	EII	X	X
7	-	AI	BI	CI	DI	EI	FI	X	X
9	-	BII	CIII	CIII	DIII	X	X	X	X
16	-	-	-	-	-	AII	AII	BII	CIII
17	-	-	-	AIII	AII	BII	CII	CII	CII
18	-	-	-	AIII	BIII	DIII	EIII	FIII	FIII
21	-	BII	CIII	DIII	EIII	FIII	FIII	X	X

Напомене: 1.X Комбинација супстанца/квантитет се не среће у нормалној индустријској пракси
2. Занемарљиви ефекти

Комбинација која произилази из табеле 7.6 унета је у табелу 7.7 са циљем да се одреди: категорија оштећења (приказана словом алфавета), референтна удаљеност (RD) којом се дефинишу границе зоне високе смртности, процена површине која је потенцијално угрожена акцидентом (DC) и облик ефекта простирања дисперзионог облака (DF) дефинисан римским бројевима од I до III. На овај начин најпрецизнија вредност обима угрожености ће бити израчуната тако што се податак добијен из табеле 7.7 интерполира са одговарајућим подацима који се односе на интервале варијабилности испуштене количине супстанце (табела 7.6). Овај податак је нарочито важан за израчунавање утицаја опасности на све анализирани компоненте животне средине и људску популацију. [44,45,80]

Табела 7.7. – Границе распрострањања токсичних супстанци према категорији са референтном удаљеношћу

КАТЕГОРИЈА	РЕФЕРЕНТНА УДАЉЕНОСТ (RD) (У МЕТРИМА)	ОБЛИК ЕФЕКТА ПРОСТИРАЊА(DF)		
		I	II	III
		ПОВРШИНА ПРОСТИРАЊА (DS) (ХЕКТАР)		
A	0 - 25	0.2	0.1	0.02
B	25 - 50	0.8	0.4	0.1
C	50 - 100	3	1.5	0.5
D	100 - 200	12	6	1
E	200 - 500	80	40	8
F	500 - 1000	300	150	30
G	1000 - 3000	-	-	300
H	3000 - 10000	-	-	1000

У табели 7.7 римски број I означава облик ефекта простирања дисперзионог облака као кружницу са центром у тачки настанка опасности, број II - означава облик ефекта простирања као полукруг са центром у тачки настанка опасности и окренут у правцу ветра, док број III, означава облик ефекта простирања као 1/10 круга, са тачком места испуштања и/или цурења опасне супстанце и који је окренут у правцу ветра.

Одређивање облика ефекта и граница угрожености (табела 7.7) које су условљене дисперзионим простирањем опасне супстанце, је веома значајно за процену утицаја деловања опасних супстанци на све анализирани елементе животне средине и људску популацију. Унутар дефинисаних зона простирања дисперзионих облака опасних супстанци, услед акцидента, врши се процена ризика по човека и животну средину и дефинишу одговарајуће мере превенције и заштите.

Процена тежине последица услед експозиције опасних супстанци, по компоненте екосистема, биосферу, антропосферу и људску популацију се спроводи унутар зоне угрожености и то зоне високе смртности и зоне иреверзибилних ефеката.

Зона „високе смртности”, је зона унутар које се очекује смртност експониране популације и тешка оштећења за компоненте екосистема и/или биосферу и/или антропосферу.

Полупречник зоне високе смртности услед дисперзије токсичних супстанци у атмосфери одређује се применом једначине 5.33 [44,45]:

У табели 7.8 дат је прорачун полупречника круга зоне угрожености за органске раствараче који се користе у производњи боја и лакова и који се сврставају у групу категорије опасности 1,3 (табела 4). Супстанце које се сврставају у групу категорије опасности 1,3 су запаљиве течности са притиском паре мањим од 0,3 бара на 20⁰С и тачком запаљивости која је мања или већа од 20⁰С (табела 4). Ове супстанце се сврставају у категорију ниске токсичности. Референтна удаљеност за ове супстанце израчуната је под претпоставком да се супстанце налазе у условима који при акцидентним догађајима доводе до формирања зоне угрожености већих димензија у односу на оне које би се формирале под условом да се супстанце чувају у базенима за складиштење. Прорачун је извршен за услове чувања у складишту (референтни број 1) и за најнеповољније услове складиштења (референтни број 3) при акцидентном догађају (табела 7.8а и 7.8б), према табели 7.5.

Табела 7.8а – Референтна удаљеност (RD_d) са количином испуштања органских растварача (Q), који се сврставају у групу опасних супстанци са редним бројем 1 и њихова површина простирања (DS).

Интервал од 10 до 390 t			Интервал од 400 до 590 t			Интервал од 600 до 790 t		
Q(t)	RD _a (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _a (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _a (m)	DS(ha)
200	0	0,2	400	6,25	0,2	600	12,5	0,2
210	0,3125		410	6,5625		610	12,8125	
220	0,625		420	6,875		620	13,125	
230	0,9375		430	7,1875		630	13,4375	
240	1,25		440	7,5		640	13,75	
250	1,5625		450	7,8125		650	14,0625	
260	1,875		460	8,125		660	14,375	
270	2,1875		470	8,4375		670	14,6875	
280	2,5		480	8,75		680	15	
290	2,8125		490	9,0625		690	15,3125	
300	3,125		500	9,375		700	15,625	
310	3,4375		510	9,6875		710	15,9375	
320	3,75		520	10		720	16,25	
330	4,0625		530	10,3125		730	16,5625	
340	4,375		540	10,625		740	16,875	
350	4,6875		550	10,9375		750	17,1875	
360	5		560	11,25		760	17,5	
370	5,3125		570	11,5625		770	17,8125	
380	5,625		580	11,875		780	18,125	
390	5,9375		590	12,1875		790	18,4375	
Интервал од 800 до 990 t			Интервал од 1000 до 2900t			Интервал од 3000 до 5000 t		
Q(t)	RD _a (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _a (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _a (m)	DS(ha)
800	18,75	0,2	1000	25	0,8	3000	37,5	0,8
810	19,0625		1100	25,625		3100	38,125	
820	19,375		1200	26,25		3200	38,75	
830	19,6875		1300	26,875		3300	39,375	
840	20		1400	27,5		3400	40	
850	20,3125		1500	28,125		3500	40,625	
860	20,625		1600	28,75		3600	41,25	
870	20,9375		1700	29,375		3700	41,875	
880	21,25		1800	30		3800	42,5	
890	21,5625		1900	30,625		3900	43,125	
900	21,875		2000	31,25		4000	43,75	
910	22,1875		2100	31,875		4100	44,375	
920	22,5		2200	32,5		4200	45	
930	22,8125		2300	33,125		4300	45,625	
940	23,125		2400	33,75		4400	46,25	
950	23,4375		2500	34,375		4500	46,875	
960	23,75		2600	35		4600	47,5	
970	24,0625		2700	35,625		4700	48,125	
980	24,375		2800	36,25		4800	48,75	
990	24,6875		2900	36,875		4900	49,375	
					5000	50		

Табела 7.86 – Референтна удаљеност (RD_d) са количином испуштања органских растварања (Q), који се сврставају у групу опасних супстанци са редним бројем 3 и њихова површина простирања(DS).

Интервал од 10 до 490 t			Интервал од 510 до 1000 t			Интервал од 1100 до 5000 t		
Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)
10	0	0.2	510	69,375		1100	102,5	
20	6,25		520	70		1200	105	
30	12,5		530	70,625		1300	107,5	
40	18,75		540	71,25		1400	110	
50	25		550	71,875		1500	112,5	
60	25	0.8	560	72,5		1600	115	
70	26,67		570	73,125		1700	117,5	
80	28,33		580	73,75		1800	120	
90	30		590	74,375		1900	122,5	
100	31,67		600	75		2000	125	
110	33,33		610	75,625		2100	127,5	
120	35		620	76,25		2200	130	
130	36,67		630	76,875		2300	132,5	
140	38,33		640	77,5		2400	135	
150	40		650	78,125		2500	137,5	
160	41,67		660	78,75		2600	140	
170	43,33		670	79,375		2700	142,5	
180	45		680	80		2800	145	
190	46,67		690	80,625		2900	147,5	
200	48,33		700	81,25		3000	150	
210	50,625	3.0	710	81,875		3100	152,5	
220	51,25		720	82,5		3200	155	
230	51,875		730	83,125		3300	157,5	
240	52,5		740	83,75		3300	157,5	
250	53,125		750	84,375		3400	160	
260	53,75		760	85		3500	162,5	
270	54,375		770	85,625		3600	165	
280	55		780	86,25		3700	167,5	
290	55,625		790	86,875		3800	170	
300	56,25		800	87,5		3900	172,5	
310	56,875		810	88,125		4000	175	
320	57,5		820	88,75		4100	177,5	
330	58,125		830	89,375		4200	180	
340	58,75		840	90		4300	182,5	
350	59,375		850	90,625		4400	185	
360	60		860	91,25		4500	187,5	
370	60,625		870	91,875		4600	190	
380	61,25		880	92,5		4700	192,5	
390	61,875		890	93,125		4800	195	
400	62,5		900	93,75		4900	197,5	
410	63,125		910	94,375		5000	200	
420	63,75		920	95				
430	64,375		930	95,625				
440	65		940	96,25				
450	65,625		950	96,875				
460	66,25		960	97,5				
470	66,875		970	98,125				
480	67,5		980	98,75				
490	68,125		990	99,375				
500	68,75		1000	100	6.00			

У табели 7.9 дат је прорачун референтне удаљености при истицању запаљивих, токсичних органских растварача који се сврставају у групу категорије опасности 4,6 (табела 7.4), за коју је карактеристичан притисак паре већи од 0,3 бара на 20⁰С.

Табела 7.9а – Референтна удаљеност (RD_a) са количином испуштања органских растварача (Q), који се сврставају у групу опасних супстанци са редним бројем 4 и њихова површина простирања (DS).

Интервал од 200 до 390t			Интервал од 400 до 590t			Интервал од 600 до 790t		
Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)
200	25	0.8	400	31.25	0,8	600	37.5	0,8
210	25.3125		410	31.875		610	37.8125	
220	25.625		420	32.1875		620	38.125	
230	25.9375		430	32.5		630	38.4375	
240	26.25		440	32.8125		640	38.75	
250	26.5625		450	33.125		650	39.0625	
260	26.875		460	33.4375		660	39.375	
270	27.1875		470	33.75		670	39.6875	
280	27.5		480	34.0625		680	40	
290	27.8125		490	34.375		690	40.3125	
300	28.125		500	34.6875		700	40.625	
310	28.4375		510	35		710	40.9375	
320	28.75		520	35.3125		720	41.25	
330	29.0625		530	35.625		730	41.5625	
340	29.375		540	35.9375		740	41.875	
350	29.6875		550	36.25		750	42.1875	
360	30		560	36.5625		760	42.5	
370	30.3125		570	36.875		770	42.8125	
380	30.625		580	37.1875		780	43.125	
390	30.938		590	37.5		790	43.4375	
Интервал од 800 до 990t			Интервал од 1000 до 2900t			Интервал од 3000 до 4900t		
Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)
800	43.75	0.8	1000	50	1,5	3000	61.111	1,5
810	44.0625		1100	50.556		3100	61.667	
820	44.375		1200	51.11		3200	62.222	
830	44.6875		1300	51.667		3300	62.778	
840	45		1400	52.222		3400	63.333	
850	45.3125		1500	52.778		3500	63.889	
860	45.625		1600	53.333		3600	64.444	
870	45.9375		1700	53.889		3700	65	
880	46.25		1800	54.44		3800	65.556	
890	46.5625		1900	55		3900	66.111	
900	46.875		2000	55.556		4000	66.667	
910	47.1875		2100	56.111		4100	67.222	
920	47.5		2200	56.667		4200	67.778	
930	47.8125		2300	57.222		4300	68.333	
940	48.125		2400	57.778		4400	68.889	
950	48.4375		2500	58.333		4500	69.444	
960	48.75		2600	58.889		4600	70	
970	49.0625		2700	59.444		4700	70.556	
980	49.375		2800	60		4800	71.111	
990	49.6875		2900	60.556		4900	71.667	

Интервал од 5000 до 6600t			Интервал од 6700 до 8400t			Интервал од 8500 до 10000t		
Q(t)	RD _a (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _a (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _a (m)	DS(ha)
5000	72.22	1,5	6700	81.667	1,5	8500	91.667	1,5
5100	72.778		6800	82.222		8600	92.222	
5200	73.333		6900	82.778		8700	92.778	
5300	73.889		7000	83.333		8800	93.333	
5400	74.444		7100	83.889		8900	93.889	
5500	75		7200	84.444		9000	94.444	
5600	75.556		7300	85		9100	95	
5700	76.111		7400	85.556		9200	95.556	
5800	76.667		7500	86.111		9300	96.111	
5900	77.222		7600	86.667		9400	96.667	
6000	77.778		7800	87.778		9500	97.222	
6100	78.333		7900	88.333		9600	97.778	
6200	78.889		8000	88.889		9700	98.333	
6300	79.444		8100	89.444		9800	98.889	
6400	80		8200	90		9900	99.444	
6500	80.556		8300	90.556		10000	100	
6600	81.111		8400	91.111				

Такође, референтна удаљеност је и у овом случају одређена за услове складиштења (референтни број 4) и за најнеповољније услове складиштења и чувања органских растварача (референтни број 6) који се користе у производњи (табела 7.9.а и 7.9.б) према табели 7.5.

Табела 7.96 – Референтна удаљеност (RD_d) са количином испуштања органских растварања (Q), који се сврставају у групу опасних супстанци са редним бројем 6 и њихова површина простирања (DS).

Интервал од 10 до 500 t			Интервал од 510 до 1000 t			Интервал од 1100 до 5000 t		
Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)
10	25	0.4	510	138.75	6.00	1100	207.5	40.00
20	31.25		520	140		1200	215	
30	37.5		530	141.25		1300	222.5	
40	43.75		540	142.5		1400	230	
50	50		550	143.75		1500	237.5	
60	53.33	1.5	560	145		1600	245	
70	56.67		570	146.25		1700	252.5	
80	60		580	147.5		1800	260	
90	63.33		590	148.75		1900	267.5	
100	66.67		600	150		2000	275	
110	70		610	151.25		2100	282.5	
120	73.33		620	152.5		2200	290	
130	76.67		630	153.75		2300	297.5	
140	80		640	155		2400	305	
150	83.33		650	156.25		2500	312.5	
160	86.67		660	157.5		2600	320	
170	90		670	158.75		2700	327.5	
180	93.33		680	160		2800	335	
190	96.67		690	161.25		2900	342.5	
200	100	700	162.5	3000	350			
210	101.25	6.00	710	163.75	3100	357.5		
220	102.5		720	165	3200	365		
230	103.75		730	166.25	3300	372.5		
240	105		740	167.5	3400	380		
250	106.25		750	168.75	3500	387.5		
260	107.5		760	170	3600	395		
270	108.75		770	171.25	3700	402.5		
280	110		780	172.5	3800	410		
290	111.25		790	173.75	3900	417.5		
300	112.5		800	175	4000	425		
310	113.75		810	176.25	4100	432.5		
320	115		820	177.5	4200	440		
330	116.25		830	178.75	4300	447.5		
340	117.5		840	180	4400	455		
350	118.75		850	181.25	4500	462.5		
360	120		860	182.5	4600	470		
370	121.25		870	183.75	4700	477.5		
380	122.5		880	185	4800	485		
390	123.75		890	186.25	4900	492.5		
400	125		900	187.5	5000	500		
410	126.25		910	188.75				
420	127.5		920	190				
430	128.75		930	191.25				
440	130		940	192.5				
450	131.25		950	193.75				
460	132.5		960	195				
470	133.75		970	196.25				
480	135		980	197.5				
490	136.25		990	198.75				
500	137.5		1000	200			40.00	

Табела 7.10а. – Референтна удаљеност (RD_d) са количином испуштања органских растварача (Q), који се сврставају у групу опасних супстанци са редним бројем 7 и њихова површина простирања (DS).

Q од 1 до 45 t			Q од 46 до 450 t			Q од 460 до 900 t			Q од 1000 до 5000 t					
Q(t)	RDa(m)	DS(ha)	Q(t)	RDa(m)	DS(ha)	Q(t)	RDa(m)	DS(ha)	Q(t)	RD(m)	DS(ha)			
1	0	0.2	46	95	0.3	460	297,5	80	1000	500	80			
2	6,25		47	96,25		470	301,25		1100	512,5	300			
3	12,5		48	97,5		480	305		1200	525				
4	18,75		49	98,75		490	308,75		1300	537,5				
5	25		50	100		500	312,5		1400	550				
6	30	0.8	60	106,67	12	510	316,25		1500	562,5		300		
7	35		70	113,33		520	320		1600	575				
8	40		80	120		530	323,75		1700	587,5				
9	45		90	126,67		540	327,5		1800	600				
10	50		100	133,33		550	331,25		1900	612,5				
11	51,25	3.0	110	140	80	560	335		2000	625			300	
12	52,5		120	146,67		570	338,75		2100	637,5				
13	53,75		130	153,33		580	342,5		2200	650				
14	55		140	160		590	346,25		2300	662,5				
15	56,25		150	166,67		600	350		2400	675				
16	57,5		160	173,33		610	353,75		2500	687,5				
17	58,75		170	180		620	357,5		2600	700				
18	60		180	186,67		630	361,25		2700	712,5				
19	61,25		190	193,33		640	365		2800	725				
20	62,5		200	200		650	368,75		2900	737,5				
21	63,75		210	203,75		660	372,5		3000	750				
22	65		220	207,5		670	376,25		3100	762,5				
23	66,25		230	211,25		680	380		3200	775				
24	67,5		240	215		690	383,75		3300	787,5				
25	68,75		250	218,75		700	387,5		3400	800				
26	70		260	222,5		710	391,25		3500	812,5				
27	71,25		270	226,25		720	395		3600	825				
28	72,5		280	230		730	398,75		3700	837,5				
29	73,75		290	233,75		740	402,5		3800	850				
30	75		300	237,5		750	406,25		3900	862,5				
31	76,25		310	241,25		760	410		4000	875				
32	77,5		320	245		770	413,75		4100	887,5				
33	78,75		330	248,75		780	417,5		4200	900				
34	80		340	252,5		790	421,25		4300	912,5				
35	81,25		350	256,25		800	425		4400	925				
36	82,5		360	260		810	428,75		4500	937,5				
37	83,75		370	263,75		820	432,5		4600	950				
38	85		380	267,5		830	436,25		4700	962,5				
39	86,25		390	271,25		840	440		4800	975				
40	87,5		400	275		850	443,75		4900	987,5				
41	88,75		410	278,75		860	447,5		5000	1000				
42	90		420	282,5		870	451,25							
43	91,25		430	286,25		880	455							
44	92,5		440	290		890	458,75							
45	93,75		450	293,75		900	462,5							

У табели 7.10 дат је прорачун референтне удаљености при истицању запаљивих, токсичних гасова који се за потребе производног процеса преводе у течности под притиском. Ове супстанце се према REHRA методологији сврставају у групу категорије опасности 7,9 (табела 7.4). У циљу одређивања референтног броја, који се примењује при прорачуну референтне удаљености, коришћен је референтни број 7 меродаван за услове складиштења ових супстанци изнад земље или њиховог транспорта ауто или железничким цистернама (табела 7.10а). У табели 7.10б дата је израчуната референтна удаљеност, дејства акцидента, за најнеповољније услове складиштења и чувања органских растварача (референтни број 9).

Табела 7.10б. – Референтна удаљеност (RD_d) са количином испуштања органских растварача (Q), који се сврставају у групу опасних супстанци са редним бројем 9 и њихова површина простирања (DS).

Интервал од 1 до 22t			Интервал од 23 до 44t			Интервал од 45 до 200t		
Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)
1	25	0,4	23	70	0,3	45	94,444	0,3
2	31,25		24	71,111		46	95,556	
3	37,5		25	72,222		47	96,667	
4	43,75		26	73,333		48	97,778	
5	50		27	74,444		49	98,889	
6	51,11		28	75,556		50	100	
7	52,222		29	76,667		60	106,667	1
8	53,333		30	77,778		70	113,333	
9	54,444		31	78,889		80	120	
10	55,556		32	80		90	126,667	
11	56,667	33	81,111	100		133,333		
12	57,778	34	82,222	110		140		
13	58,889	35	83,333	120		146,667		
14	60	36	84,444	130		153,333		
15	61,111	37	85,556	140		160		
16	62,222	38	86,667	150		166,667		
17	63,333	39	87,778	160		173,333		
18	64,444	40	88,889	170		180		
19	65,556	41	90	180		186,667		
20	66,667	42	91,111	190		193,333		
21	67,778	43	92,222	200		200		
22	68,889	44	93,333					

Прорачун полупречника зоне угрожености, који се одређује као референтна удаљеност, за органске течне раствараче ниске токсичности који се сврставају у групу опасности 16,17, дат је у табели 7.11. При овом прорачуну коришћен је референтни број 16 за услове складиштења, према табели 7.5 и референтни број 17 за најнеповољније услове простирања токсичног дисперзионог облака у атмосфери при акцидентним догађајима (табела 17.11а и 17.11б.).

Табела 7.11а. – Референтна удаљеност (RD_d) са количином испуштања органских растварања (Q), који се сврставају у групу опасних супстанци са редним бројем 16 и њихова површина простирања (DS).

Интервал од 200 до 390 t			Интервал од 400 до 590 t			Интервал од 600 до 790 t		
Q(t)	RD _a (m)	DS(ha)	Q(t)	RD(m)	DS(ha)	Q(t)	RD(m)	DS(ha)
200	0	0,1	400	6,25	0,1	600	12,5	0,1
210	0,3125		410	6,5625		610	12,8125	
220	0,625		420	6,875		620	13,125	
230	0,9375		430	7,1875		630	13,4375	
240	1,25		440	7,5		640	13,75	
250	1,5625		450	7,8125		650	14,0625	
260	1,875		460	8,125		660	14,375	
270	2,1875		470	8,4375		670	14,6875	
280	2,5		480	8,75		680	15	
290	2,8125		490	9,0625		690	15,3125	
300	3,125		500	9,375		700	15,625	
310	3,4375		510	9,6875		710	15,9375	
320	3,75		520	10		720	16,25	
330	4,0625		530	10,3125		730	16,5625	
340	4,375		540	10,625		740	16,875	
350	4,6875		550	10,9375		750	17,1875	
360	5		560	11,25		760	17,5	
370	5,3125		570	11,5625		770	17,8125	
380	5,625		580	11,875		780	18,125	
390	5,9375		590	12,1875		790	18,4375	
Интервал од 800 до 990 t			Интервал од 1000 до 2900 t			Интервал од 3000 до 4900 t		
Q(t)	RD _a (m)	DS(ha)	Q(t)	RD(m)	DS(ha)	Q(t)	RD(m)	DS(ha)
800	18,75	0,1	1000	4.1667	0,1	3000	14.583	0,1
810	19,0625		1100	4.688		3100	15.104	
820	19,375		1200	5.208		3200	15.625	
830	19,6875		1300	5.729		3300	16.146	
840	20		1400	6.25		3400	16.667	
850	20,3125		1500	6.771		3500	17.188	
860	20,625		1600	7.292		3600	17.708	
870	20,9375		1700	7.8125		3700	18.229	
880	21,25		1800	8.334		3800	18.75	
890	21,5625		1900	8.854		3900	19.271	
900	21,875		2000	9.375		4000	19.792	
910	22,1875		2100	9.896		4100	20.313	
920	22,5		2200	10.417		4200	20.834	
930	22,8125		2300	10.938		4300	21.354	
940	23,125		2400	11.458		4400	21.875	
950	23,4375		2500	11.979		4500	22.396	
960	23,75		2600	12.5		4600	22.917	
970	24,0625		2700	13.021		4700	23.438	
980	24,375		2800	13.542		4800	23.958	
990	24,6875		2900	14.0625		4900	24.479	

Интервал од 5000 до 6600 t			Интервал од 7000 до 8400 t			Интервал од 8500 до 10000 t		
Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)	Q(t)	RD(m)	DS(ha)	Q(t)	RD(m)	DS(ha)
5000	25		6700	33.5	0,4	8500	42.5	
5100	25.5		6800	34		8600	43	
5200	26		6900	34.5		8700	43.5	
5300	26.5		7000	35		8800	44	
5400	27		7100	35.5		8900	44.5	
5500	27.5	0,4	7200	36	0,4	9000	45	0,4
5600	28		7300	36.5		9100	45.5	
5700	28.5		7400	37		9200	46	
5800	29		7500	37.5		9300	46.5	
5900	29.5		7600	38		9400	47	
6000	30		7800	39		9500	47.5	
6100	30.5		7900	39.5		9600	48	
6200	31		8000	40		9700	48.5	
6300	31.5		8100	40.5		9800	49	
6400	32		8200	41		9900	49.5	
6500	32.5		8300	41.5		10000	50	
6600	33		8400	42				

Табела 7.116. – Референтна удаљеност (RD_d) са количином испуштања органских раствараца (Q), који се сврставају у групу опасних супстанци са редним бројем 17 и њихова површина простирања (DS).

Интервал од 10 до 500 t			Интервал од 510 до 1000 t			Интервал од 1100 до 5000 t			
Q(t)	RDa(m)	DS(ha)	Q(t)	RDa(m)	DS(ha)	Q(t)	RDa(m)	DS(ha)	
10	0	0.02	510	34,688	0.4	1100	51,25	1.5	
20	1,3167		520	35		1200	52,5		
30	2,632		530	35,313		1300	53,75		
40	3,947		540	35,625		1400	55		
50	5,263		550	35,938		1500	56,25		
60	6,579	0.1	560	36,25		1600	57,5		
70	7,895		570	36,563		1700	58,75		
80	9,211		580	36,875		1800	60		
90	10,526		590	37,188		1900	61,25		
100	11,842		600	37,5		2000	62,5		
110	13,158		610	37,813		2100	63,75		
120	14,474		620	38,125		2200	65		
130	15,789		630	38,438		2300	66,25		
140	17,105		640	38,75		2400	67,5		
150	18,421		650	39,063		2500	68,75		
160	19,737		660	39,375		2600	70		
170	21,053		670	39,688		2700	71,25		
180	22,368		680	40		2800	72,5		
190	23,684		690	40,313		2900	73,75		
200	25	700	40,625	3000		75			
210	25,313	0.4	710	40,938		3100	76,25		
220	25,625		720	41,25		3200	77,5		
230	25,938		730	41,563		3300	78,75		
240	26,25		740	42,188		3400	80		
250	26,563		750	42,5		3500	81,25		
260	26,875		760	42,813		3600	82,5		
270	27,188		770	43,125		3700	83,75		
280	27,5		780	43,438		3800	85		
290	27,813		790	43,75		3900	86,25		
300	28,125		800	37,813		4000	87,5		
310	28,438		810	44,063		4100	88,75		
320	28,75		820	44,375		4200	90		
330	29,063		830	44,688		4300	91,25		
340	29,375		840	45		4400	92,5		
350	29,688		850	45,313		4500	93,75		
360	30		860	45,625		4600	95		
370	30,313		870	45,938		4700	96,25		
380	30,625		880	46,25		4800	97,5		
390	30,938		890	46,563		4900	98,75		
400	31,25		900	46,875		5000	100		
410	31,563		910	47,188					
420	31,875		920	47,5					
430	32,188		930	47,813					
440	32,5		940	48,125					
450	32,813		950	48,438					
460	33,125		960	48,75					
470	33,438		970	49,063					
480	33,75		980	49,375					
490	34,063		990	49,69					
500	34,375		1000	50	1.5				

Референтна удаљеност за течне органске раствараче средње токсичности, који се сврставају у групу опасних супстанци 18,21 (табела 7.4) је израчуната за услове складиштења (референтни број 18) и за најнеповољније услове простирања дисперзионог облака, насталог као последица акцидента (референтни број 21). Прорачун је дат у табели 7.12а и 7.12б.

Табела 7.12а. – Референтна удаљеност (RD_d) са количином испуштања органских растварача (Q), који сесврставају у групу опасних супстанци са редним бројем 18 и њихова површина простирања (DS).

Интервал од 10 до 28t			Интервал од 29 до 47 t			Интервал од 48 до 200 t		
Q(t)	RD _a (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _a (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _a (m)	DS(ha)
10	0	0.02	29	11.875	0,02	48	23.75	0,02
11	0.625		30	12.5		49	24.375	
12	1.25		31	13.125		50	25	
13	1.875		32	13.75		60	26.667	0,1
14	2.5		33	14.375		70	28.333	
15	3.125		34	15		80	30	
16	3.75		35	15.625		90	31.667	
17	4.375		36	16.25		100	33.333	
18	5		37	16.875		110	35	
19	5.625		38	17.5		120	36.667	
20	6.25		39	18.125		130	38.333	
21	6.875		40	18.75		140	40	
22	7.5		41	19.375		150	41.667	
23	8.125		42	20		160	43.333	
24	8.75		43	20.625		170	45	
25	9.375		44	21.25		180	46.667	
26	10		45	21.875		190	48.333	
27	10.625		46	22.5		200	50	
28	11.25		47	23.125				
Интервал од 210 до 450 t			Интервал од 460 до 700 t			Интервал од 710 до 950 t		
Q(t)	RD _a (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _a (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _a (m)	DS(ha)
210	101.25	1,0	460	132.5		710	163.75	1,0
220	102.5		470	133.75		720	165	
230	103.75		480	135		730	166.25	
240	105		490	136.25		740	167.5	
250	106.25		500	137.5		750	168.75	
260	107.5		510	138.75		760	170	
270	108.75		520	140		770	171.25	
280	110		530	141.25		780	172.5	
290	111.25		540	142.5		790	173.75	
300	112.5		550	143.75		800	175	
310	113.75		560	145		810	176.25	
320	115		570	146.25		820	177.5	
330	116.25		580	147.5		830	178.75	
340	117.5		590	148.75		840	180	
350	118.75		600	150		850	181.25	
360	120		610	151.25		860	182.5	
370	121.25		620	152.5		870	183.75	
380	122.5		630	153.75		880	185	
390	123.75		640	155		890	186.25	
400	125		650	156.25		900	187.5	
410	126.25		660	157.5		910	188.75	
420	127.5		670	158.75		920	190	
430	128.75		680	160		930	191.25	
440	130		690	161.25		940	192.5	
450	131.25		700	162.5		950	193.75	

Интервал од 960 до 2000 t			Интервал од 2100 до 3500 t			Интервал од 3600 до 5000 t			
Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)	
960	195	1,0	2100	282.5	8,0	3600	395	8,0	
970	196.25		2200	290		3700	402.5		
980	197.5		2300	297.5		3800	410		
990	198.75		2400	305		3900	417.5		
1000	200		2500	312.5		4000	425		
1100	207.5	8,0	2600	320		4100	432.5		
1200	215		2700	327.5		4200	440		
1300	222.5		2800	335		4300	447.5		
1400	230		2900	342.5		4400	455		
1500	237.5		3000	350		4500	462.5		
1600	245		3100	357.5		4600	470		
1700	252.5		3200	365		4700	477.5		
1800	260		3300	372.5		4800	485		
1900	267.5		3400	380		4900	492.5		
2000	275		3500	387.5		5000	500		
Интервал од 5100 до 9700 t			Интервал од 6800 до 8500 t			Интервал од 8600 до 10000 t			
Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)	
5100	510	30,0	6800	680	30,0	8600	860	30,0	
5200	520		6900	690		8700	870		
5300	530		7000	700		8800	880		
5400	540		7100	710		8900	890		
5500	550		7200	720		9000	900		
5600	560		7300	730		9100	910		
5700	570		7400	740		9200	920		
5800	580		7500	750		9300	930		
5900	590		7600	760		9400	940		
6000	600		7800	780		9500	950		
6100	610		7900	790		9600	960		
6200	620		8000	800		9700	970		
6300	630		8100	810		9800	980		
6400	640		8200	820		9900	990		
6500	650		8300	830		10000	1000		
6600	660		8400	840					
6700	670		8500	850					

Табела 7.126. – Референтна удаљеност (RD_d) са количином испуштања органских раствараача (Q), који се сврставају у групу опасних супстанци са редним бројем 21 и њихова површина простирања (DS).

Интервал од 10 до 500 t			Интервал од 510 до 1000 t			Интервал од 1100 до 5000 t		
Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)	Q(t)	RD _d (m)	DS(ha)
10	100	1.0	510	532.292	30.00	1100	593.75	30.00
20	125		520	533.33		1200	604.167	
30	150		530	534.375		1300	614.583	
40	175		540	535.417		1400	625	
50	200		550	536.458		1500	635.417	
60	220	8.0	560	537.5		1600	645.833	
70	240		570	538.542		1700	656.25	
80	260		580	539.5833		1800	666.667	
90	280		590	540.625		1900	677.083	
100	300		600	541.667		2000	687.5	
110	320		610	542.708		2100	697.917	
120	340		620	543.75		2200	708.333	
130	360		630	544.792		2300	718.75	
140	380		640	545.833		2400	729.167	
150	400		650	546.875		2500	739.583	
160	420		660	547.917		2600	750	
170	440		670	548.958		2700	760.417	
180	460		680	550		2800	770.833	
190	480		690	551.042		2900	781.25	
200	500		700	552.083		3000	791.667	
210	501.04	30.00	710	553.125	30.00	3100	802.083	30.00
220	502.08		720	554.167		3200	812.5	
230	503.125		730	555.208		3300	822.917	
240	504.168		740	556.25		3400	833.333	
250	505.208		750	557.292		3500	843.75	
260	506.25	30.00	760	558.333		3600	854.167	
270	507.2912		770	559.375		3700	864.5833	
280	508.33		780	560.417		3800	875	
290	509.375		790	561.458		3900	885.417	
300	510.418		800	562.5		4000	895.833	
310	511.458		810	563.542		4100	906.25	
320	512.5		820	564.583		4200	916.667	
330	513.542		830	565.625		4300	927.083	
340	514.583		840	566.667		4400	937.5	
350	515.625		850	567.7083		4500	947.917	
360	516.667		860	568.75		4600	958.333	
370	517.708		870	569.792		4700	968.75	
380	518.75		880	570.833		4800	979.167	
390	519.79		890	571.875		4900	989.583	
400	520.83		900	572.917		5000	1000	
410	521.875		910	573.958	30.00			
420	522.9167		920	575				
430	523.958		930	576.042				
440	525		940	577.083				
450	526.042		950	578.125				
460	527.083		960	579.167				
470	528.125		970	580.208				
480	529.167		980	581.25				
490	530.208		990	582.292				
500	531.25		1000	583.333				

Упоређујући димензије зоне простирања, односно израчунате референтне удаљености, које су дате у табелама од 7.8 до 7.12 и приказане дијаграмом на слици 7.2 може се закључити, да при истим условима истицања органског растварача, највеће димензије зоне високе смртности су за групу опасних супстанци 18,21 са референтним бројем 21, а најмање су за групу опасних супстанци 1,3 са референтним бројем 3 и 16,17 са референтним бројем 17.



Слика 7.2. – Полупречник зоне високе смртности при испуштању 10t и 5000t органских растварача који су дефинисани референтним бројем опасне супстанце

Друга зона која се формира при акцидентним догађајима је зона „иреверзибилних ефеката“, унутар које су очекивани ефекти тешки, али не толико да могу да изазову смрт експониране људске популације.

Обим зоне „иреверзибилних ефеката“ се процењује кроз коефицијент утицаја, I (једначина 5.34). Умножавањем вредности RD_d (полупречника зоне „високе смртности“) дефинишу се границе зоне „иреверзибилних ефеката“ која се формира као последица акцидента токсичних незапаљивих супстанци. Коефицијент утицаја за запаљиве или експлозивне супстанце је константан и има вредност 2. За токсичне незапаљиве супстанце, коефицијент утицаја I је у функцији LC_{50} према једначини 5.34. [44,45,80]

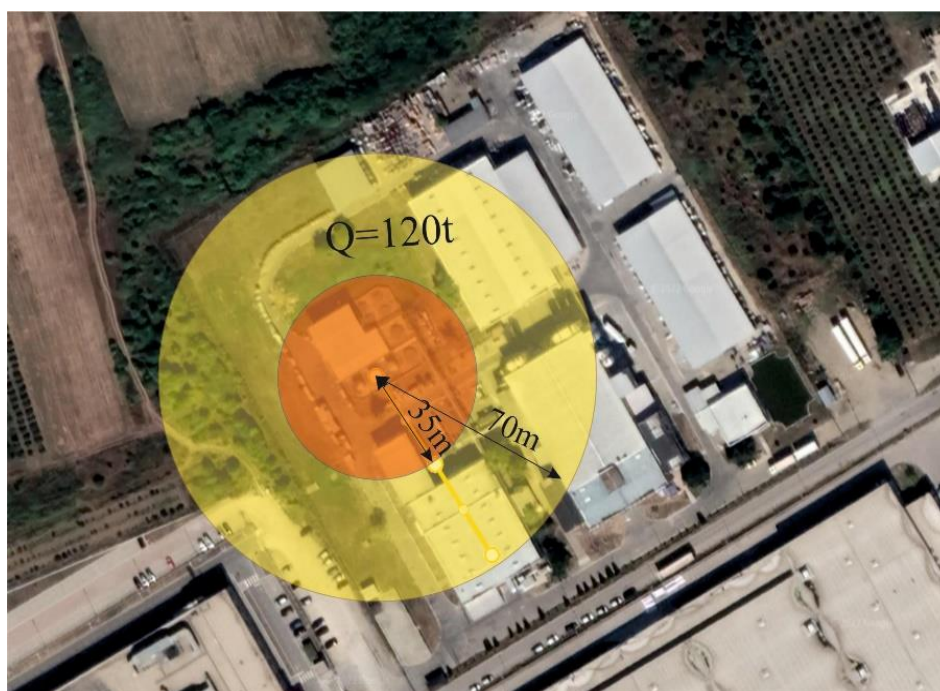
Коефицијент утицаја I токсичних незапаљивих супстанци, које се користе као органски растварачи у производњи боја и лакова дат је у табели 7.13.

Табела 7.13.- Коефицијент утицаја токсичних, органских растварача у индустрији боја и лакова и LC_{50} *

Незапаљиви органски растварач	Коефицијент утицаја I	LC_{50}	IDLH
Акролеин C_3H_4O	3,677	131ppm-0,5h; 8 ppm-4h	5
Хлороформ $CHCl_3$	4,38	19,235 ppm-0,5h; 9,617 ppm-4h	500
Угљениктетрахлорид CCl_4	6,31	16,800 ppm-0,5h; 8,000 ppm-4h	200
Трихлоретилен C_2HCl_3	5,49	62,594 ppm-0,5h; 12,500 ppm-4h	1000
Тетрахлоретилен C_2Cl_4	5,997	11,320 ppm-0,5h; 4,000 ppm-4h	150

Вредности LC_{50} и IDLH су преузете из литературе [113]

Након одређивања референтне удаљености (RD_d) простирања дисперзионог облака у атмосферу од места акцидента и одређивања коефицијента утицаја (I), врши се картографски приказ зона угрожености са дефинисаним границама зоне високе смртности и иреверзибилне зоне. На слици 7.3 дат је картографски приказ зоне високе смртности (део карте пребојен наранџастом бојом) који је израчунат и дат у табели 8 за хипотетички случај истицања 120t бензена у производњи боја и лакова. Границе зоне иреверзибилних ефеката, за овај хипотетички случај, приказана је на слици 2 део карте пребојен жутом бојом. Границе иреверзибилне зоне су добијене тако што је вредност референтне удаљености (RD_d) помножена са 2 с'обзиром да је бензен запаљива супстанца (табела 7.4). Дисперзија токсичне супстанце бензена је кружног облика за случај истицања 120t јер се бензен сврстава у групу опасних супстанци 1,3 (табела 7.4) при референтном броју 3 (табела 7.5) тако да је облик ефекта простирања (DF дефинисан бројем и према табели 7.7).



Слика 7.3. – Зона високе смртности (пребојена наранџастом бојом) и иреверзибилна зона (пребојена жутом бојом) при истицању 120t бензена у фабрици боје и лакова

Такође, на слици 7.4 дат је картографски приказ истицања 250t угљентетрахлорида у хипотетичким условима постројења за производњу боја и лакова. Облик дисперзионог простирања ове супстанце, сврстане у групу опасних супстанци 16,17 (табела 7.4) са референтним бројем 17 (табела 7.5), је полукруг са центром у тачки настанка опасности и окренут у правцу ветра што је одређено бројем II према табели 7.7. Референтна удаљеност при истицању органских растварача сврстаних у групу опасних супстанци 16,17 са референтним бројем 17 дата је у табели 7.11б, а израчуната вредност коефицијента утицаја за угљентетрахлорид је дата у табели 7.13. Границе иреверзибилне зоне су за случај истицања 250t угљентетрахлорида добијене множењем референтне удаљености са коефицијентом утицаја који је дат у табели 7.13.



Слика 7.4. – Зона високе смртности (пребојена наранџастом бојом) и иреверзибилна зона (пребојена жутом бојом) при истицању 250t угљентетрахлорида у фабрици боје и лакова

С обзиром да облик ефекта дисперзионог простирања супстанце која се емитује при акцидентном догађају у атмосферу поред кружног облика и полукруга може бити и као 1/10 круга, са тачком места испуштања и/или цурења опасне супстанце окренут у правцу ветра, дат је картографски приказ (слика 7.5) хипотетичког истицања 5000t акролеина у складишту фабрике боја и лакова. Акролеин се сврстава у групу опасних супстанци 18,21 (табела 7.4). За случај цурења 5000t акролеина у условима који су одређени референтним бројем 21, референтна удаљеност дата је у табели 7.12б, а

коэффициент утицаја у табели 7.13. Зона иреверзибилни ефеката, као и у претходном случају, добијена је множењем референтне удаљености коэффициентом утицаја и приказана је на слици 7.5 (део карте пребојен жутом бојом). Зона високе смртности, која је дата на слици 4, је пребојена наранџастом бојом. Облик ефекта простирања, за овај хипотетички случај је одређена бројем III (табела 7) као 1/10 круга, са тачком места испуштања и/или цурења опасне супстанце окренут у правцу ветра.



Слика 7.5. – Зона високе смртности (пребојена наранџастом бојом) и иреверзибилна зона (пребојена жутом бојом) при истицању 5000t акролеиназена у фабрици боје и лакова

За све могуће случајеве испуштања или цурења органских растварача, може се дати картографски приказ, на основу израчунатих референтних удаљености, које су дате у табелама од 7.8 до 7.12 и израчунатог коефицијента утицаја органских растварача који се користе у фабрици боја и лакова, а који су дати у табели 7.13. Практични значај картографског приказа је у фази анализе пројектовања и израде студија процене утицаја пројеката на животну средину са циљем предвиђања простирања зоне угрожености на урбаним подручјима. Такође практични значај картографисања зоне угрожености је и при појави акцидентног догађаја, када је потребно одредити територију зоне угрожености у којима се предузимају адекватне мере заштите и санације последица насталог акцидентног догађаја.

Анализирајући зоне угрожености које настају при хазардним догађајима у производњи боја и лакова, применом методологије REHRA, може се закључити:

- При истим условима цурења или истицања органских растварача и њихових дисперзија у атмосферу, а који су запаљиве течности са притиском паре мањим од 0,3 бара на 20°C и тачком запаљивости која је мања или већа од 20°C, формирају се зоне високе смртности мањих димензија у поређењу са онима које се формирају при истицању других растварача који се користе у производњи. Облик дисперзионог простирања је у виду круга или полукруга са центром у тачки настанка опасности окренут у правцу ветра. Димензије зоне високе смртности су полупречника простирања од 0 m до 200 m при истицању или цурењу 10 t до 5000t органског растварача као запаљиве течности. Број ових органских растварача, који се користе у фабрики боја и лакова је знатно већи у односу на друге органске раствараче.
- Упоредјујући израчунате димензије зоне високе смртности које се формирају при истицању или цурењу органских растварача највеће су при цурењу или истицању акролеина (C₃H₄O). Дисперзиони облак који се формира при хазардним догађају је у облику 1/10 круга окренут у правцу ветра са тачком места испуштања и/или цурења акролеина. При условима испуштања или цурења 10t до 5000t полупречник зоне високе смртности је у опсегу од 100m до 1000m.
- Хлороформ (CHCl₃), угљениктетрахлорид (CCl₄), трихлоретилен (C₂HCl₃), тетрахлоретилен (C₂HCl₃), као органски растварачи који се користе у производњи боје и лакова у случају хазардног догађаја, формирају облак дисперзионог простирања у облику полукруга или 1/10 круга окренут у правцу ветра са тачком места настанка хазарда. Полупречник зоне високе смртности је од 0m до 100m у случају испуштања или цурења ових органских растварача у количинама од 10t до 5000t.
- Органски растварачи: етил етар (C₄H₁₀O), ацеталдехид (C₂H₄O), метилформијат (C₂H₄O₂) и угљеник дисулфиде (CS₂) при хазардним догађајима формирају дисперзиони облак у атмосфери полукружног облика који се простира у правцу ветра. Полупречника зоне високе смртности је од 25m до 500m уколико дође до цурења или истицања ових органских растварача у количинама од 10t до 5000t.
- У случају хазардног догађаја, етил хлорид (C₂H₅Cl), који се складишти изнад земље или се превози ауто или железничким цистернама формира

дисперзиони облак у атмосфери кружног облика. Полупречник зоне високе смртности је од 0m до 1000m при истицању или цурењу етилхлорида у опсегу количина од 1t до 5000t.

Након одређивања зоне високе смртности и зоне иревирзibilних ефеката, према методологији REHRA, може се применити методологија Републике Србије, за одређивање нивоа ризика и доношења одлука о потреби спровођења процедура у области управљања ризиком, која је дата у поглављу 5. Примена методологије Републике Србије је најприхватљивија за оцену ризика, при цурењу опасних материја из индустрије боја и лакова, јер не постоји формирана база података о хазардним догађајима. Друге методологије, које се користе за процену ризика, а које су у оквиру поглавља 5 дате, нису најпогодније јер у Републици Србији не постоји јавно доступна, формирана база података са потребним појединостима о хазардним догађајима који су условљени цурењем опасних материја у индустрији боја и лакова, а која је неопходна за релевантни прорачун вероватноће која је имплементирана у квантитативној оцени ризика.

7.3. УПРАВЉАЧКЕ МЕРЕ ЗАШТИТЕ ОД РИЗИКА

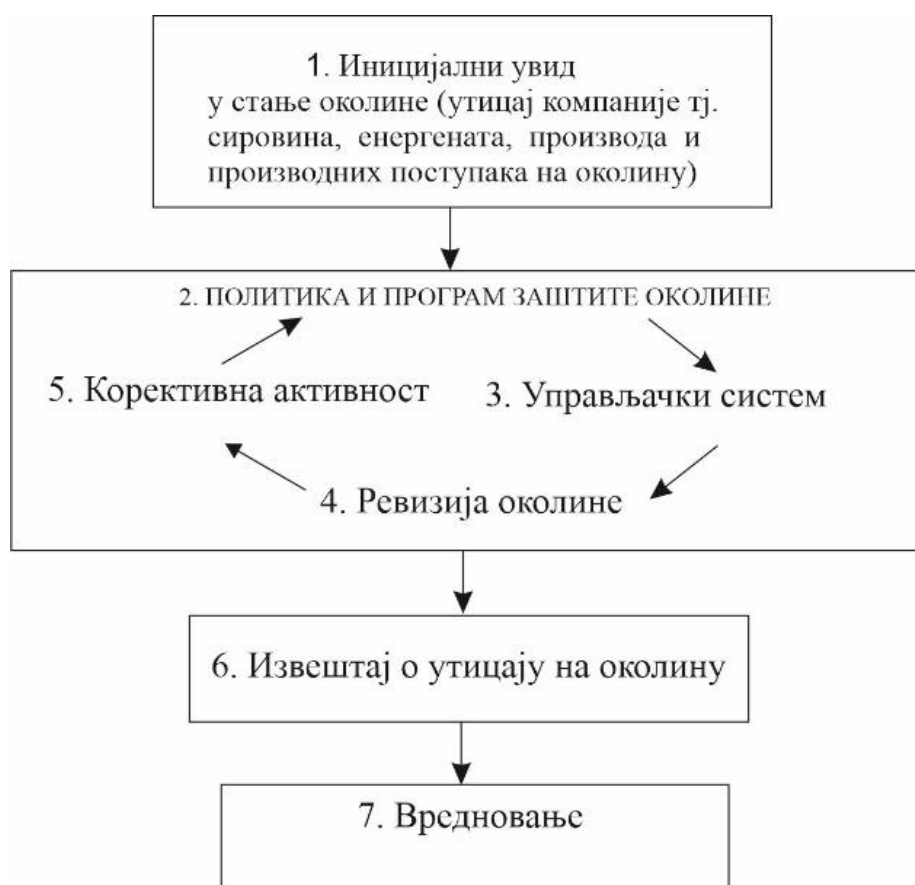
На слици 7.6. је приказан модел система управљања заштитом животне средине, како га дефинише стандард SRPS ISO 14004; 2005.



Слика 7.6.-Модел система управљања заштитом животне средине (SRPS ISO 14004; 2005)

EMAS може имати облик стандардизованог или нестандардизованог („прилагођеног“) система. Спровођење и поштовање EMAS-а фокусира пажњу оператера на еколошки учинак фабрике. Посебно, одржавање и поштовање чистих радних процедура и у нормалним и ванредним ситуацијама и одржавање линије одговорности треба да буду гаранција да се услови еколошке дозволе коју фабрика има и други еколошки циљеви поштују у сваком тренутку (слика 7.7.).

Системи управљања животном средином обично обезбеђују стално унапређивање еколошких учинака фабрике. Што је лошија стартна тачка, значајнија краткорочна побољшања се могу очекивати. Ако фабрика већ има добру укупну еколошку перформансу, овај систем помаже оператеру да одржава висок ниво учинка.



Слика 7.7.-Шематски приказ EMAS

Технике управљања животном средином су пројектоване да се баве укупним утицајем на животну средину, што је у складу са интегрисаним приступом IPPC Директиве. Системи за управљање животном средином могу пружити бројне предности, на пример:

- бољи увид у еколошке аспекте компаније,
- бољу основу за доношење одлука,
- бољу мотивисаност особља,
- додатне могућности за смањење трошкова и побољшање квалитета производа,
- бољи еколошки учинак,
- побољшан имиџ компаније,
- смањене трошкове за осигурање, пенале због неиспуњавања еколошких захтева, итд.,
- већу активност за запослене, купце и инвеститоре,
- веће повећање законодаваца, што може довести до смањеног надзора,
- боље односе са еколошким групама.

Методологија координације процене и управљања еколошким ризиком представља јединство метода:

- методе синтезе,
- узрочно-последичне анализе и
- квантитативно-квантитативне методе.

Према томе, нова методологија садржи у себи синтезу појединих елемената и већ систематизованих знања постојећих метода за процену и управљање различитих ризика, па и еколошког. Синтетички процес је усмерен на формирање новог теоријског знања, односно методе на вишем сазнајном нивоу.

Како је синтеза поменутих постојећих метода по сложености каузална, она се заснива на међусобној условљености, односно на узрочно-последичној повезаности последица (непожељан ефекат у животној средини-континуирана емисија и/или хемијски удес), настале деловањем опасне материје и управљачке мере заштите да се ризик не повећа, смањи или потпуно елиминише.

Методологија координације процене и управљања еколошким ризиком је квалитативно-квантитативна. У свим наукама, у почетним фазама истраживања, односно у развоју, пре него што се открију методе и инструменти мерења одређених параметара, користи се квалитативно описивање појава, процеса, односа итд. Екологија, до данас, располаже великим бројем квантитативних показатеља. Без обзира на то, није разумно да се лиши и квалитативних параметара, посебно из разлога што су

квантитавни показатељи настали посредним мерењем неких спољашњих манифестација објекта (процеса, појаве, односа); па се не може с правом закључити да је измерен сам објекат.

Фазе циклуса управљања ризиком од негативних ефеката (континуиране емисије, хемијски удеси) у индустрији боја и лакова, на животну средину су:

- превенција-мере заштите;
- ублажавање-смањује ризик од ефеката;
- припремљеност-смањује ризик;
- реаговање-мере које се реализују након што се догоде ефекти;
- опоравак-активности за повратак у нормално стање и
- реконструкција-дугорочно реаговање на ефекте.

Пред заједницу се поставља проблем како се ефикасно и што боље организовати, припремити и како обезбедити што бољу усклађеност и функционисање активности свих субјеката који се ангажују у спречавању настанка континуираних емисија и/или удеса.

Не постоји идеални модел организационе структуре који треба само да се примени, јер облици организовања, па и резултати функционисања зависе од низа ситуационих фактора. Организација је примењена наука. У решавању проблема мора се поћи од унапред јасно дефинисаних циљева, стратегије развоја и комплексне анализе утицаја свих ситуационих фактора.

Организацију треба да чине систем дефинисаних *функција* које се извршавају да би се постигли одређени циљеви. Структура и функције се прилагођавају променама, али тако да се уочава интегритет организације као целине, а обликовање структуре треба да буде усмерено на задатак. Структура организације је услов и полазна претпоставка за остварење њених циљева и зато се при обликовању структуре мора следити циљ и стратегија развоја. Ефективна структура је она која омогућава успешно извршење кључних активности ради испуњења сврхе и циља система.

Модел организационе структуре мора да јача интеграцију, као процес постизања јединства у напорима разних подсистема за остваривање циљева система, да би се остварило јединство и координиране активности. Полазну основу за пројектовање организационе структуре представља извршена анализа током које су прикупљени и анализирани сви расположиви подаци о стању свих параметара од суштинске важности институција у заштити живота, здравља људи и животне средине.

За управљање ризиком неопходно је да орган управљања располаже одговарајућим материјалним средствима, адекватном правном регулативом, праћењем стања животне средине, високо стручним и специјализованим кадром и јединственим квалитетним информационим системом. Пошто акциденти и континуиране емисије имају последице и на ширу околину, неопходна је већа координација и сарадња организација и установа у њиховом спречавању.

Најчешћи облик организовања је хијерархијска организација која подразумева успостављање хијерархијског реда организационих јединица. Свака јединица која припада одређеном организационом нивоу има одговорности и права над организационом јединицом нижег и обавезу подношења извештаја вишег организационог нивоа. Организациона јединица представља центар одлучивања. Она је група једног или више функционалних ентитета одговорних за доношење одлука (центри одлучивања) или извршавање задатака (оперативни центри).

Предности хијерархијске организационе структуре је да:

- онемогућава стварање заштићених од одговорности и уместо тога цела организација је заснована на малим лако прилагодљивим јединицама;
- смањује ризик отпора променама када је реструктуисање неопходно зато што је инерција малих јединица много мања од великих одељења;
- мотивацију и степен компетенције одговорних људи повећава зато што боље схватају своју улогу у целој структури, што представља позитиван фактор за повећање безбедности и заштите.

7.3.1. Класификација управљачких мера заштите од ризика

Мере заштите управљања еколошким ризиком имају различите класификационе приступе у зависности од критеријума поделе.

Према месту, на ком се врши управљање еколошким ризиком, управљачке мере заштите се спроводе у:

- радној средини и
- животној средини.

Радна и животна средина су у међусобној зависности и условљености. Радна средина, вештачка средина човека (техносфера) са укупности својих материјалних чинилаца процеса рада, међуљудских односа и производа рада, утиче на животну средину, односно поред своје позитивне функције, она врши и загађивање животне

средине. Животна средина, са својим сферама (атмосфера, хидросфера, педосфера) врши повратно дејство на радну средину својим факторима: геолошким, хидрогеолошким, хидролошким, климатско-метеоролошким, географским и биолошким.

Како се процена технолошког ризика (ризика радне средине) по животну средину врши, за континуиране емисије из датог објекта и хемијске удесе; управљање ризиком обухвата мере за спречавање континуиране емисије и хемијске удесе.

Исто тако, процена техногеног ризика се врши за објекат, појединачно постројење, животну средину, популацију и здравље људи.

Управљање еколошким ризиком врши се мерама:

- техничко-технолошким,
- организационо-кадровским и
- хигијенско-медицинским.

Хемијски удеси се манифестују испуштањем опасних материја, пожарима и експлозијама. Управљање ризиком од хемијских удеса, према томе, обухвата мере спречавања:

- испуштања опасних материја,
- пожара,
- експлозија.

Ризиком по животну средину управља се мерама за:

1. заштиту ваздуха,
2. заштиту вода и
3. заштиту земљишта.

Управљање еколошким ризиком врши се мерама:

- тактичким и,
- стратешким.

Оперативне (тактичке) мере омогућују функционисање система управљања у условима појаве и развоја удеса или континуиране емисије. Стратешке мере се односе на промену структуре система управљања.

У зависности од периода времена у току развоја ризичног догађаја мере управљања могу да буду:

- мере превенције,
- мере приправности,
- мере одговора на ефекат (континуирана емисија, удес) и
- мере санације.

7.3.2. Управљање техногеним ризиком

Раду са штетним и опасним материјама мора се приступити са одговарајућом пажњом и уз одговарајућу припрему, и то не само у току процеса, већ исто тако и за време припрема, и то често чак и са већом обазривошћу него у току самог радног процеса. Тако, на пример, разблаживање концентроване сумпорне киселине, припрема раствора алкалија, одмеравање и дозирање опасних материја и читав низ предрадњи у другим случајевима изискују посебну пажњу, иако се све припреме овакве врсте убрајају у редовне и обављају се свакодневно. Свакако да мере предострожности при раду, на пример, са цијаводоничном киселином и цијанидима, етиленоксидом, азидима, морају бити спроведене и изведене још брижљивије, како у току припрема, процеса или након тога да не би дошло до акцидената који би могли имати теже, па чак и катастрофалне последице.

7.3.2.1. Техничко-технолошке мере заштите

Утовар и истовар опасних материја. На утоварно-истоварним местима, ако се ради са опасним материјама мора да постоји одговарајућа опрема и уређаји, као и сигнализација упозорења.

При утоварно-истоварним поступцима у индустрији боја и лакова се рукује одређеним опасним материјама које имају особине експлозивности, запаљивости и чије су тачке паљења од 55°C, тако да је потребно спроводити мере заштите на електричним инсталацијама. Примењује се противексплозивна заштита (Ех-заштита) као и мере одвођења статичког електрицитета.

У затвореним просторијама у којима се врши манипулација опасних материја треба поставити уређај за аутоматску детекцију повећане концентрације опасних (токсичних) гасова.

Упутство за безбедан рад са опасним материјама. Упутство за безбедан рад са опасним материјама се израђује ради предузимања техничко-технолошких, организационих и превентивно-здравствених мера заштите.

Упутство за безбедан рад са опасним материјама је потребно због:

- процене опасности;
- процедуре набавке, пријема, складиштења, манипулације, коришћења и дистрибуције опасних материја предузећа/погона/складишта;
- руководиоци служби техничко-технолошке припреме, заштите на раду и заштите животне средине одговорни су за израду упутства; праћење и контролу примене овог упутства;
- пословођа, сменски надзорник, заменик, магационер, помоћник магационера репроматеријала одговорни су за организацију рада и поступање по овом упутству у свом делокругу рада;
- запослени задужени за унутрашњи транспорт опасних материја и сви запослени у предузећу одговорни су за поступање у складу са овим упутством.

Упутство садржи:

- Идентификацију (лична карта) производа/материјала и произвођача/добављача;
- Састав и физичко-хемијске карактеристике;
- Хемијска припадност опасне материје;
- CAS број; изглед; температура кључања; температура запаљивости; молекулска тежина; густина пара на 20°C; напон пара; растворљивост у води 20°C; токсичност;
- Идентификација /категоризација опасности, према директиви (88/379/ЕЕС);
- Класификација у складу са директивом ЕЕЗ 93/18;
- Законски прописи;
- Директива о опасним материјама 67/548/ЕЕС;
- Мере заштите;
- Мере безбедности на раду и заштите здравља радника;
- Мере заштите од пожара;
- Мере заштите животне средине;
- Мере прве помоћи;
- Руковање;
- Ускладиштење;

- Мере предострожности и приправности у случају опасности;
- Лична предострожност;
- Мере заштите околине;
- План мера превенција, приправности и одговора на удес и загађење животне средине;
- Поступак са отпадом и
- Мере санације.

Радне просторије. Просторије у којима се ради са опасним материјама морају бити тако пројектоване и изграђене, односно морају имати одговарајућу вентилацију, одређене микроклиматске услове, потребан број отвора (врата, прозора). Рад са токсичним супстанцама може се вршити у кабини, погону, затвореним просторијама (унутрашњост кесона, цистерне, резервоара, каросерија итд.). Поред овога, рад са отровним материјама се врши и на отвореном простору или полуотвореним просторијама. Просторије у којима се ради са опасним материјама треба да буду одвојене од осталих просторија, због наглог ширења гасова и пара. Исто тако, треба да буду одвојене и помоћне просторије за одржавање личне хигијене, као и просторије за складиштење материјала. Подови, зидови, плафон и друге површине треба да буду глатке, од непромочивих и незапаљивих материјала, да би се избегло задржавање опасних материја и олакшало чишћење. Улазе и излазе из ових производних просторија и све саобраћајнице треба увек држати слободним, тј. у таквом стању да би могла да се обави безбедна евакуација. Према томе, радне просторије треба да буду такве да омогуће правилно организовање и одвијање технолошког процеса и безбедне услове рада.

Технолошка постројења. Технолошка постројења са свим потребним пратећим уређајима, који омогућују безбедан рад са опасном материјом, могу да отклоне опасности по здравље радника и животну средину. Исто тако, применом техничких решења, која омогућују већу сигурност рада и лакше одржавање постројења и уређаја у великој мери побољшавају услове рада.

Модернизација и аутоматизација. Модернизација технолошког процеса, тј. увођење система савремене организације рада, применом механизације и аутоматизације у технолошким процесима је исто тако важна заштитна мера.

Реконструкција. Реконструкцијом застарелих производних процеса може да се постигне заштита радника који раде на процесима у којима се користе опасне материје.

Аутоматска сигнализација. Врло ефикасна техничко-технолошка мера заштите је аутоматска сигнализација која се користи за спречавање тежих поремећаја у производњи (хаварије, пожари, експлозије, прекид вентилације, прекид напајања електричном енергијом, и сл.) и професионалних тровања. Ова мера омогућава правилан режим рада машина и уређаја и благовремено указује на опасне концентрације пара токсичних супстанци у радној атмосфери. Уређаји за сигнализацију морају да буду видно постављени и означени, према њиховој функцији. Распоред функција посебних уређаја мора да се утврди у плану аларм система радне организације.

Правилан избор супстанци. Правилан избор опасне материје је врло значајна технолошка мера. Без обзира колико је цена супстанце повољна, она мора да задовољава још два основна критеријума: да има повољне технолошке особине и да буде довољно безбедна за рад. Под повољним технолошким особинама опасне материје подразумевају се физичко-хемијске особине: моћ дисперзије, брзина испаравања, вискозитет, хемијска постојаност, компатибилност са другим супстанцама итд. За материју се каже да је довољно безбедна за рад ако има повољне физичке, физичко-хемијске, хемијске и токсичне особине; тачку паљења, или да је незапаљива, тачку испарљивости, притисак паре, максимално дозвољену концентрацију, биолошку MDK и остале токсичне параметре. Све ове захтеве тешко може да испуни нека супстанца. Лице задужено за безбедност и здравље на раду мора да препоручи такву супстанцу која одговара и њеној примени и прописима о заштити на раду. Према томе, најмање испарљиве и најмање токсичне супстанце је правилан избор.

Мешање супстанци. Експозиција материја може да се смањи и мешањем опасних материја са другим супстанцама. Раствори чврстих супстанци у течним растварачима и раствори и смеше течних растварача представљају сложене системе у којима се међумолекуларна дејства мењају у зависности од хемијске природе и концентрације састојака, условљавајући одговарајуће промене физичких особина. Познато је, да је течна супстанца безбедна за рад ако има мали притисак паре и високу тачку кључања. Растварање чврстих супстанци у течном растварачу праћено је по правилу снижењем напона паре растварача. У јако разблаженим растворима (Roult-ов закон) повећање температуре кључања је последица растварања чврстих супстанци у

течном растварачу. Поред овога, велики број растварача гради и азеотропне смеше са другим растварачима или различитим течностима. Азеотропне смеше разликују се од чистих растварача тиме, што са променом притиска мењају не само њихове температуре кључања већ и хемијско понашање. Како прављење мешавина није једноставно, овим послом треба да руководи стручњак при чему треба водити рачуна о могућности настанка статичког електрицитета.

Замена опасних материја. Као једна од општих мера предострожности при раду са токсичним, као и запаљивим материјама је и испитивање могућности замене једних материја другим, мање опасним. У многим случајевима овакви покушаји замене нису дали задовољавајуће резултате, међутим, и поред тога, настојања да се опасне материје замене другим довела су и до извесних резултата. Тако, на пример, класично оловно белило је, у разним премазима, замењено пигментима као што су они који су припремљени на бази оксида цинка или титана, или пак на бази баријум-сулфата, који су се показали, исто тако, ефикасни, а истовремено не представљају производе чија примена може да има и непожељне последице. Бензен је несумњиво изванредан растварач, али његова примена није нарочито препоручљива, како због веома изражене токсичности, тако и због његове велике запаљивости. Бензен се убраја у канцерогене материје и сматра се да изазива леукемију. Као растварач, бензен се често замењује погоднијим средствима, као што су смеше разних парафинских деривата, који су се показали као мање опасни. Слични разлози ограничавају и употребу угљен-тетрахлорида и намећу, као замену коришћење других хлорираних угљоводоника. У табели 7.14. је дат преглед супстанци које се могу заменити супстанцама које имају мање деструктивно дејство на човека и животну средину, а које се употребљавају и индустрији боја и лакова.

Табела 7.14. - Супстанце које се могу заменити супстанцама које имају мање деструктивно дејство на човека и животну средину

Коришћени органски растварачи	Најчешће замене
Толуен	Водени производ, ксилен (мешани изомери), ацетон, прах, етил ацетат
Ксилен (мешовити изомери)	Водени производ, толуен, о-ксилен, ацетон, прах
Метанол	Изопропанол, Водени производ, Етанол
Трихлоретилен	1-бромпропан, водени производ
Тетрахлоретилен	п-хлоробензотрифлуорид

Значајно је истакнути да је у неким случајевима примене нађена замена и за веома отровна једињења живе, односно да се флуоросцентна фосфорна једињења замењују мање опасним силикатима берилијума итд., што у сваком случају, доказује да је замена опасних материја мање опасним не само могућа, већ чак изводљива и у ширим размерама. У оваквим случајевима се не сматра да је економичност примене одлучујући фактор.

Потреба да нека материја, у одређеном процесу, буде замењена неком другом опасном, уколико је то уопште могуће, сведочи о недовољно спроведеном испитивању свих околности при избору неопходних сировина за дати процес.

Да би се избегле овакве потешкоће, у данашњим условима се за време припреме одређене производње, током лабораторијских и полуиндустријских истраживања, проучавају карактеристике свих сировина, основних као и помоћних, како би се током истраживања могли сагледати сви моменти који могу да утичу на ток производње. Поступак који се односи на свестрано проучавање планирање индустријске производње обухвата прикупљање следећих података:

- опис планирања производа;
- хемију производног процеса;
- карактеристике сировина;
- шему производње;
- списак опреме и инструментације;
- преглед очекиваних хемијских и здравствених опасности, као и опасности којима може да буде изложена опрема и животна средина;
- детаљан поступак рада, као и интегрисани поступак рада, који се примењује у нужди, због лошег функционисања;
- предвиђену аналитичку и процесну контролу процеса;
- карактеристике финалног производа; стабилност, токсичност, запаљивост, као и остале битне податке.

Пројекат мора да садржи норме безбедности рада и одржавање, као и мере здравствене и противпожарне заштите. Без обзира на то што је провера појединих сировина, чије је коришћење у датом технолошком процесу предвиђено, на овакав начин знатно пооштрена, то истовремено не значи да је рад са опасним материјама у потпуности елиминисан. Применом оштријих мера провере, успело се да се од многих

алтернативних могућих решења ипак одабере најповољније и да се на време, што практично значи од самог почетка, предузму и одговарајуће мере заштите.

Изоловање и издвајање процеса. Замена материја онима које су мање опасне је могућа, иако само у ограниченом броју случајева. У многим другим случајевима никакве замене, међутим нису могуће, тако да се у разним процесима примењује чак и оне које се убрајају у групу веома опасних материја. Да би се, у случају извођења процеса са оваквим материјама избегле непожељне последице, решење је нађено у изолованом или издвојеном извођењу датог процеса. Изоловање или издвајање процеса, који укључују примену токсичних или уопште опасних материја, може да се изведе у принципу на два начина: изоловањем по месту и изоловањем по времену.

Изоловање по месту врши се у случајевима кад је неопходно да се процеси који укључују примену опасних материја практично непрекидно изводе, тако да се најоправданије показало локацијско издвајање одређених уређаја, реализацијом процеса овакве врсте у посебним просторијама, па чак и у посебним грађевинским објектима, подигнутим на посебном простору. Оваква решења се примењују нарочито за извођење процеса нитровања, за процесе који укључују рад са експлозивом и веома лако запаљивим материјама, за процесе производње и примене цијановодоничне киселине, затим, исто тако, и за процесе који се примењују у индустрији боја и лакова.

Изоловање по времену, као општа мера предострожности, примењује се често у оним случајевима када услови дозвољавају да се у оквиру одређеног комплексног процеса један његов део изводи издвојено, али на истом месту и у истим уређајима, у којима се иначе изводе многе друге фазе процеса. Овакав начин изоловања се често примењује у случајевима производње мањег обима, кад се не исплати изградња засебних, издвојених постројења. Да би се обезбедила максимална сигурност, фазе комплексног процеса, које су оцењене као најопасније, изводе се у време кад се не изводе остале фазе. Овакав начин рада се често примењује за извођење одређених процеса, као што су хлоровање, реакције са цијаводоником, реакције са етилен-оксином итд.

Посебну врсту изоловања представља и потпуна аутоматизација и регулација процеса, каква се примењује нарочито у већим производним јединицама, при чему је људство, које учествује у производном процесу, издвојено у посебним просторијама са командним уређајима, које су иначе најбезбедније, а понекад су издвојене и у посебним грађевинским објектима.

Изоловање опасних материја које се користе у одређеним фазама процеса може да се изврши на још један специфичан начин: *локалним пригушивањем*. Тако се, да би се спречило испаравање токсичних материја, по њиховој површини распрши слој лако испарљиве нетоксичне материје, која лакше испарава од токсичне супстанце, а на тај начин се спречава стварање опасних, токсичних пара у радној атмосфери.

У неким случајевима се сигурност вођења процеса обезбеђује коришћењем *флегматизатора*, а као такви се користе или хемијски инертни гасови, као што су: угљен-доксид, азот, неки угљеноводоници или флегматизатори који делују хемијски (метилбромид, метиленхлорбромид, угљентетрахлорид, угљендиоксид итд.). Хемијски инертни гасови се користе да би се предупредила експлозија опасних смеша, што се постиже на тај начин да се смеше разблажују додатком интерног гаса, све док се не доспе изван концентрационих граница експлозивности. Флегматизатори који делују хемијски прекидају спонтане ланчане реакције и на тај начин спречавају и експлозију. Да би се постигао жељени ефекат, обично су довољне мање количине флегматизатора са хемијским начином деловања.

Сем као флегматизатори, инертни гасови се веома широко примењују у многим технолошким процесима. Најчешће се користи азот, на пример, за продувавање хемијских апаратура, било да се на тај начин из апаратуре истискује ваздух или, пак, експлозивне смеше које су у апаратури после окончавања претходног процеса. Азот служи и за потискивање лако испарљивих течности, као и течности које су лако подложне оксидацији, као што су ацеталдехид, диетилетар, изопропилалкохол, а, исто тако, и за испуњавање слободних и заклоњених простора у апаратурама, при чему запаљиве лако испарљиве течности штити од варница које могу да се појаве услед електростатичког пражњења. Азот који се користи било као флегматизатор или, пак, служи за потискивање експлозивних смеша или ствара заштитну атмосферу изнад запаљивих течности, мора испуњавати одређене услове, од којих је један од најважнијих да садржај кисеоника у азоту не сме да прелази границу од 0,5%_{вол.}

Вентилација. Токсичне материје најчешће делују продирући у организам преко органа за дисање, заједно са ваздухом неопходним за дисање. До удисања опасних концентрација токсичних материја може да дође чак и без знања лица, која су дејству загађеног ваздуха изложена, а нарочито стога што је број опасних материја, које немају карактеристичан мирис, боју или нека друга лако уочљива својства веома велика и што се оне сусрећу у индустријским условима у различитим видовима и облицима. Тако се

опасне материје могу појавити, као што је већ раније наглашено, у облику прашине, дима, гасова или магле, загађујући на тај начин ваздух, који се нормално удише.

Како се токсичне материје, унесене са ваздухом у организам, веома лако и брзо асимилирају, чак и у релативно ниским концентрацијама токсичних материја у ваздуху постају опасне.

Материје које загађују ваздух поседују карактеристична својства, која и омогућују да долази до њиховог распрострања у ваздуху, тако да треба водити рачуна о овим својствима, која се могу дефинисати на следећи начин:

- Топлота или хладноћа могу да изазову струјања ваздуха загађеног токсичним материјама услед обичне конвекције, а на тај начин долази и до проширивања зоне загађености.
- Ваздушна струјања, промаја или било какво друго кретање ваздуха, проузроковано разликом притиска, конвекцијом или, пак, покретањем лица или предмета, као што су машине или њихови делови, могу, исто тако, да буду узрочници проширивања зоне загађености.
- Гравитација може да утиче на чврсте или течне честице које се налазе у загађеном ваздуху, уколико је пречник ових честица 20 μ m или више, док је за мање честице вероватније да ће, обухваћене молекулима гаса, лебдети у ваздуху, који се турбулентно покреће. До таложења мањих честица, услед гравитације, може да дође само у случају да је ваздух изузетно миран. Тежи гасови или паре или пак прашина у великим концентрацијама неће се због тога сакупљати или таложити на поду просторија, нити ће се пак, лакши гасови који загађују ваздух нагомилавати близу таванице, изузев уколико је ваздух у просторији непокретан, што међутим није случај у радним просторијама или, у просторијама у којима долази до загревања, тако да гравитација утиче знатније на смањење концентрације токсичних материја у ваздуху.
- Почетна брзина чврстих или течних честица материја које загађују ваздух зависна је и од других процеса, разних машина које се крећу или обрћу неком брзином, као и од услова под којим овакве честице или гас настају.

Покретање ваздуха, из било којих разлога, доводи до одржавања концентрације штетних материја у ваздуху.

Наведени фактори се морају узимати у обзир и при контроли загађености ваздуха у радним просторијама, па, према томе, значајни су и за решавање проблема вентилације. Гас, пара, честице прашине или магле, теже да се дифузијом распростиру по целокупном расположивом простору, све док се не постигне приближно уједначена концентрација.

Полазећи од тога да се кретањем ваздуха долази и до кретања материја које га загађују, у истом правцу и истом брзином, дошло се и до основних принципа, на којима се заснивају сви проблеми и сва решења вентилације. Тако на пример, уколико се уклони ваздух који садржи материју која га загађује, биће уклоњена и сама материја, а уколико се, један део загађеног ваздуха замени, концентрација материје која загађује ваздух ће бити смањена. У зависности од тога да ли се загађени ваздух делимично или потпуно исцрпљује и замењује чистим, разликују се и два типа вентилације: *општа вентилација*, која се често још назива *вентилација разблаживањем* и *локална вентилација*, која представља потпуно извлачење загађеног ваздуха и његову замену чистим ваздухом. Коначно, вентилација може да се оствари комбиновањем оба начина.

Општа вентилација се састоји у уклањању или замени једног дела загађеног ваздуха у одређеном простору, а тај простор би могао да буде само једна просторија или цео грађевински објекат. Општа вентилација може да буде последица природних услова (ветар, температурна разлика), или да наступи услед механичког покретања ваздуха (вентилатори, ејектори), као што је то случај у системима за кондиционирање. Овакви ефекти могу да се постигну убацивањем свежег ваздуха или избацивањем загађеног ваздуха из одређеног простора. Као пример за први случај могло би се навести грејање стамбених просторија топлим ваздухом који се удубава и на тај начин разблажује већ присутни хладни ваздух. Други случај би се могао илустровати класичним начином хлађења, заменом загрејаног ваздуха хладнијим у неком грађевинском објекту.

У сваком случају, примарни задатак опште вентилације је да умањи утицај извесних физичких фактора, као што су топлота, односно хладноћа, или да снизи концентрацију одређених материја, које могу да утичу на здравствено стање. Међутим, извесни фактори могу да утичу тако да општа вентилација нема практичне сврхе:

- Велика количина или висока концентрација средстава која контаминирају ваздух, с обзиром на то да у таквим случајевима била неопходна велика количина ваздуха за разблаживање, у циљу постизања

услова који задовољавају здравствене норме и комфор.

- Велика и неуједначена брзина, којом се развија агенс који загађује ваздух.
- Неравномерни распоред извора који емитује агенс који загађује атмосферу у одређеном простору, или пак локализација извора на једном месту.
- Општа вентилација уопште не може да се примењује у случају да је агенс који загађује атмосферу веома токсичан.
- Уколико је извор, у коме се развија агенс који загађује атмосферу, у непосредној близини простора у коме се обично налази људство, с обзиром на то да се у оваквим случајевима, у непосредној близини могу образовати концентрације штетних материја, које су знатно више од дозвољених.
- Коначно, најтеже је предвидети потенцијално смањење концентрације опасне материје користећи се општом вентилацијом. Због тога није уобичајено, а није ни препоручљиво, да се овај начин вентилација користи, осим у случајевима кад материје које се развијају и загађују ваздух могу и визуелно да се уоче.
- Да би се разблаживањем загађеног ваздуха у одређеном радном простору довела до оних граница загађености које су за људе подношљиве, неопходно је да се у овај простор убаци довољне количине свежег ваздуха. На основу података о опасној материји присутној у ваздуху, количина свежег ваздуха неопходна за разблаживање може се и унапред прорачунати, како би се на тај начин обезбедили несметани услови рада у оваквом простору. Прорачуни се обављају при пројектовању система за вентилацију док се при самом раду проверава ефикасност функционисања система.

Количина свежег ваздуха који треба да се убаци у просторију са загађеним ваздухом, да би се концентрација опасне материје свела испод вредности максимално дозвољене концентрације у радном простору (MDK_{gr}), може да се израчуна на основу израза:

$$L = \frac{1000 G}{MDK_{gr} - C_{OM}} \quad (7.1)$$

где су: L (m^3/h) – маса свежег ваздуха неопходна за разблаживање ваздуха загађеног опасним материјама до садржаја опасних материја испод вредности MDK_{gr} ; G (g/h) – маса опасних материја, које се појављују у ваздуху радног простора на час; MDK_{gr} (mg/m^3) – максимално дозвољена концентрација опасних материја у ваздуху радног простора; C_{OM} (mg/m^3) – актуелна концентрација опасних материја присутних у свежем ваздуху, који се користи за разблаживање загађеног ваздуха.

Веома је важно да концентрација опасних материја у свежем ваздуху који служи за разблаживање загађеног ваздуха буде нижа, а не би смела да премаши 30% вредности MDK_{gr} .

Интервентна вентилација. Није реткост да при реализацији одређених технолошких процеса дође и до хаварија, при чему концентрација опасних и токсичних материја у радном простору може и да достигне чак и веома високе вредности. У оваквим случајевима је потребно да се интервенише и да се загађени ваздух на најбржи могући начин одстрани из радног простора, како би се заштитило људство, омогућило санирање хаварије и омогућио даљи нормалан рад.

У оваквим случајевима основно је одстрањивање маса загађеног ваздуха, што може да се постигне само исисавањем и то механичким путем. Надокнађивање избаченог ваздуха се врши само природним притицањем и механичким довођењем, како би се избегло потискивање загађеног ваздуха у суседне просторије притиском механички доведеног свежег ваздуха.

Капацитет уређаја за избацивање ваздуха из критичног простора, имајући у виду да је концентрација опасних материја у загађеном простору веома висока, не допушта да се избацивање целокупне масе загађеног ваздуха обави у једном маху, што намеће да се операција понавља у више наврата. Учесталост избацивања загађеног ваздуха, не зависи само од токсичности и количине материје која се издваја после хаварије већ и од времена које је неопходно да се масе загађеног ваздуха избацују у атмосферу све до те мере да концентрације опасних материја у ваздуху радног простора опадну испод максималне дозвољене концентрације.

Пречишћавање загађеног ваздуха. Избацивање загађеног ваздуха у атмосферу, што се веома често изводи без икаквих мера предострожности, представља велики проблем. Последице оваквих решења нису увек довољно познате, а могу да буду и веома непријатне. Уколико је неопходно или чак и обавезно да се предузму неке мере у циљу заштите човека и његове околине, загађени ваздух се пре избацивања у

атмосферу подвргава таквом третману који може да обезбеди да до загађивања атмосфере не дође. У принципу, решавање овог проблема може да се оствари на више различитих начина:

- хемијским трансформисањем материја које загађују ваздух;
- физичком адсорпцијом на одговарајућим чврстим материјалима;
- сагоревањем;
- кондезовањем у течно стање.

Хемијско трансформисање се обично изводи апсорпцијом у одговарајућим растворима реактивних агенаса, као што су, на пример, алкалије за апсорпцију киселих материја, раствори хлорног креча или неких других оксидационих агенаса итд. Основни циљ је да се опасне материје, које су присутне у загађеном ваздуху трансформишу у мање опасне, тако да испуштање загађеног ваздуха третираног на овакав начин неће имати никаквих последица после испуштања у атмосферу.

Опасне материје могу да се уклоне из загађеног ваздуха, пре испуштања у атмосферу, адсорпцијом на погодним чврстим материјама са развијеном површином. Од средстава погодних за адсорпцију најчешће се користе активни угаљ или силика гел. Адсорбоване материје могу се накнадно и десорбовати и потом накнадно, подврћи уништавању апсорпцијом или сагоревањем.

У зависности од карактера опасне материје која је присутна, сагоревање може да буде каталитичко или да се оствари директним спаљивањем. Уобичајено је да се за одстрањивање запаљивих материја користи директно спаљивање, док се каталитичка оксидација примењује у оним случајевима кад су концентрације опасних материја ниже, а и под условом да нису присутни метали, који би могли лако да затрују слој катализатора.

Херметизација технолошког процеса. Од посебног је значаја, као технолошка мера заштите, херметизација опасних технолошких процеса. Рад са опасном материјом треба обављати у затвореним постројењима, као и процесе сушења. Уређаји у сваком случају морају да имају беспрекорну херметизацију. Продирање токсичних гасова и пара кроз отворе на уређају мора да буде елиминисано. Према томе, апарати морају бити израђени, а радна места тако планирана да у радној просторији не може да има по здравље штетних концентрација гасова и пара токсичних супстанци.

Одржавање уређаја. Уредно одржавање оруђа, уређаја и опреме исто тако спада у техничке мере заштите. Ова заштитна мера обухвата поправке, контролне

радове и радове на чишћењу и одржавању оруђа, уређаја и постројења. Сви ови радови изводе се само на искљученим уређајима из електричне мреже. Ради лакшег чишћења оруђа и уређаја могу се применити различите оплате од папира, кречног млека или житког сапуна. Ове оплате треба уклањати свакодневно после рада. Чишћење аутоматских апарата је олакшано ако се претходно укључи таложник за прикупљање прашкастих материја. На овај начин уклањају се насlage материјала из апарата и прибора у одређеним временским размацама, што искључује могућност испаравања и сублимовања супстанци кад уређаји не раде. Исто тако, постиже се и нормално функционисање уређаја, тј. нема непотребног испаравања супстанци за време рада уређаја. Неупотребљив материјал, којим се чистила апаратура, као и алат којим су вршене поправке, треба сакупити у затворене незапаљиве посуде и уклонити из погона.

Хлађење постројења. Опасне материје могу да се отклоне и хлађењем погонских уређаја или резервоара са токсичним супстанцама. Хлађењем се спречава испаравање супстанци. Ова технолошка мера примењује се при раду са врућим течностима или са растварачима који имају ниску тачку испаравања.

Додатак хемијских средстава. Испаравање и сублимовање супстанци може да се спречи или умањи и додатком хемијских средстава. На овај начин не само да се спречава испаравање растварача и течности, односно смањује опасност по здравље и животну средину, већ то има и економски ефекат, јер се избегавају и губици који се јављају приликом испаравања.

Денатурисање. Поједине супстанце или смеше треба обезбедити од погрешне примене погодним хемијским средствима, да би се спречила опасност од конзумирања, тј. треба их денатурисати.

Уништавање остатака супстанци. У технолошке мере заштите од опасних супстанци спада и уништавање њихових остатака. При сакупљању остатака опасне материје у погонима треба водити рачуна о њиховој запаљивости, тј. треба сакупљати одвојено запаљиве и тешко запаљиве супстанце, односно њихове смеше од незапаљивих. Ако је немогуће или неекономично да се запрљани растварачи регенеришу у сопственом погону, треба их дати фирмама које ће прерадом добити поново чисте раствараче. Остатак течних супстанци не треба сипати у канализацију или реке или у земљу. Дозвољено је разблаживање водом, за супстанце које се растварају у води, на безопасну концентрацију ради просипања у канализацију. Остаци супстанци могу да се униште и сагоревањем. За сагоревање супстанци потребна је дозвола

надлежне институције на посебно одређеним локацијама. У гвозденим судовима сагоревају се мање количине супстанци, које се стављају у веће судове са водом како би се спречили пожари и експлозије.

Електростатичко уземљење. Ради избегавања опасности од електричне енергије, потребно је електростатичко уземљење за проводљиве посуде (канте од лима) решеткасте подметаче, уређаје за вешање прибора итд.

Контрола концентрација аерозагађења. У спречавању професионалних тровања има врло важну улогу и контрола концентрација токсичних супстанци у радној атмосфери и у спољашњем амбијенталном ваздуху. Концентрације аерозагађења морају да се стално контролишу. Одређивање концентрација токсичних супстанци у атмосфери врши се аналитичким методама и инструментима за аутоматску контролу концентрације. Аналитичко одређивање обухвата узимање узорака и хемијску анализу. Узимање тренутних узорака пара врши се методом детекције и захватањем ваздуха у одређеним посудама. Аспирационим методама узимају се континуирани узорци. Аналитичко одређивање концентрација врши се методама квантитативне анализе: гасна анализа, колориметрија, нефелометрија, спектроскопија, гасна хроматографија итд. Инструменти за континуирану контролу концентрације врше аутоматски две операције: узимање узорака и одређивање концентрације. Тако се на апарату одмах може да прочита концентрација токсичне супстанце.

Контролом концентрација токсичних гасова, пара и аеросола постиже се обезбеђивање нивоа концентрација испод нивоа МДК. Ова заштитна мера указује које техничке и остале заштитне мере треба користити.

7.3.2.2. Мере при транспорту опасних материја

Транспорт опасних материја дефинисан је за следеће врсте транспорта:

- сувоземни (железнички и друмски),
- пловидбу (унутрашњу и поморску),
- ваздушни саобраћај.

У односу на врсту транспорта, усвојена је следећа међународна правна регулатива:

- RID – Међународни прописи о транспорту опасних материја железницом,
- ADR – Европски споразум о међународном транспорту опасних материја

у саобраћају на путевима,

- AND – Европски споразум о међународном транспорту опасних материја унутрашњом пловидбом,
- IMDG – Међународни пропис о поморском транспорту опасних материја,
- LATA (RAR) – Прописи о транспорту опасних материја у ваздушном саобраћају.

Подаци о транспорту обухватају:

- начин допреме опасне материје до и унутар предузећа/погона (друмски, железнички);
- начин отпреме произведене опасне материје;
- начин отпреме отпада са својством опасне материје;
- у превозу опасне материје учествују лица која су: стручно оспособљена по основном програму, заједничком за све опасне материје; стручно оспособљена по специфичним потребама за опасну материју одређене класе.

Услови учесника у транспорту опасних материја. У складу са ADR-ом регулисане су дужности, обавезе и одговорности учесника у припреми и извршењу превоза опасних материја. Процес превоза опасних материја обухвата припрему и превоз, утовар, претовар, сам превоз, успутне манипулације и чување материја, у току превоза.

Припрема опасне материје за превоз обухвата:

- амбалажирање опасне материје,
- припрема пратеће документације и
- осигурање за случај штете нанете трећем лицу.

Адекватан приступ и синхронизација поступака и захтева у транспорту обухваћена је кроз одређени систем обележавања и преко облика и садржаја одређене транспортне документације у раду са опасним материјама. Изнети захтеви омогућују синхронизацију и комуникацију у међународном транспорту. Транспорт опасних материја у друмском саобраћају обухвата основне области: транспорт и транспортне манипулације, конструктивно извођење транспортних средстава (возила), као и транспортну документацију. Транспорт и транспортне манипулације обухватају избор

услова и средстава за транспорт, дефинисање начина транспорта (итинерер, паркирање, услове вожње), посаду, манипулацију теретом (утовар, истовар, складиштење у транзиту). Конструктивно извођење транспортних средстава у вези са избором типа возила, елементима опреме (заштитна опрема, електрична изолација, елементи за манипулацију опасним материјама), обележавање возила, неопходна испитивања (периодична и контролна). Транспортна документација обухвата: ADR сертификат за возила, сертификат о обучености возача и других актера при манипулацији опасним материјама, писане инструкције (упутство) у случају акцидента.

Обавезе учесника у превозу опасних материја. За превоз експлозивних, опасних материја и токсичних материја је потребно одобрење за превоз које издаје надлежни орган. За добијање одобрења за превоз пошиљалац подноси захтев надлежном органу. Издавалац одобрења за превоз може да захтева обавезну пратњу, одређено време превоза, итинерер (пут кретања).

Правила за превоз опасних материја:

- опасне материје не сме да се примају нити предају на превоз као пртљаг;
- опасне материје које испадну или се проспу, превозник је дужан да обезбеди, прикупи или одстрани, односно неутрализује, тј. учини их безопасним и о томе обавести станицу милиције, санитарну инспекцију итд.;
- преглед возила пре почетка превоза опасних материја.

У исправе за превоз опасних материја спадају:

- исправа о превозу опасне материје – товарни лист, превозница, отпремница;
- сертификат о стручној оспособљености лица за превоз опасне материје;
- сертификат о исправности возила, према ADR-у;
- упутство о посебним мерама безбедности;
- исправа о осигурању опасне материје.

Транспорт појединих класа опасних материја је детаљно нормативно уређен, како за домаћи тако и за међународни саобраћај, националним законима и међународним конвенцијама.

7.3.2.3. Мере при складиштењу опасних материја

Рад са опасним материјама базира се на:

- класификацији опасних материја са аспекта сличности штетног дејства на човека и животну средину;
- развоју типских објеката за различите количине који ће својим квалитетом одговарати чувању опасних материја;
- лоцирању складишних објеката уз респектовање утицаја на животну средину.

У Севесо директиви ЕУ за сваку опасну супстанцу одређена је гранична вредност складиштења. Ако је та граница пређена обавезно је применити посебне мере превенције:

- Боље познавање ризика и одговарајуће методе поступања са опасним материјама; опасности се морају одржати на прихватљивом нивоу.
- Важна карактеристика је количина опасне материје с којом се поступа. Ако се те вредности пређу, оператер је дужан прикупити информације о ризицима и мерама њиховог спречавања. Наравно да до инцидента може доћи и онда када се поступа са неком опасном материјом и у количинама знатно испод границе безбедности.
- Технички параметри попут притиска и температуре процеса такође утичу на опасност. Гасови кондензовани хлађењем мањи су ризик од гасова кондензованих под притиском. Материје које су иначе течности могу, ако се обрађују под високим притиском и високом температуром, могу истећи и испарити у великим количинама.
- Ниво ризика расте такође и у случају ако се заједно обрађују две опасне материје које снажно реагују или ако процес има много фаза. Утовар и истовар материја опасан је поступак. Опрема такође утиче на ризик у било ком процесу.
- Да би се с опасним материјама поступало на безбедан начин, морају постојати административне мере које ће гарантовати највиши могући ниво сигурности, попут рутинских прегледа и редовног одржавања, одлагања отпада, обуке и анализе ризика система и постројења у целини.

Складиштење подразумева држање опасних материја под прописаним условима. Складиштење опасних материја је регулисано у највећем броју случајева међународним и националним прописима. Њима су утврђене методе прихвата, руковања, слагања и чувања опасних материја и материјала.

Складиште је потребно изградити на локацији са задовољавајућим карактеристикама и то пре свега у погледу удаљености од водотокова као и у односу на задовољавајуће климатске карактеристике подручја као што су правац дувања ветрова, температурне осцилације и осунчаност места. Простори складишта морају бити функционално дефинисани тако да се дозвољава неометан приступ ватрогасним возилима у случају пожара. Објекти као и простор који се користи за складиштење опасних материја по правилу се граде у складу са врстама опасних материја чије се складиштење планира.

У односу на врсту опасних материја, складишта се могу поделити на:

- специјална склоништа за опасне материје,
- складишта за опасне течности,
- складишта за хемикалије,
- складишта за гасове.

Експлозивно опасне материје се складиште у складиштима прописно удаљеним од насеља и индустријских објеката, а у приручном складишту се могу чувати само одређене количине материје.

У херметички затвореним резервоарима се складиште гасови и опасне течности и они могу бити надземни, подземни и пливајући.

У циљу заштите непосредног окружења, обавезна је посебна заштитна изолација подземних резервоара док надземни резервоари морају имати прихватни базен и надстрешени део изнад резервоара.

Запаљиве материје у складиштима морају бити одвојене од материја које реагују са ваздухом и водом, оксидирајућих материја, експлозива и сл. Складишта морају бити изграђена од материјала отпорног на дејство пожара, са прописаном природном вентилацијом, снабдевена одговарајућим инсталацијама и апаратима за гашење пожара итд.

Складиштење опасних материја треба да онемогући контакт или интеракцију опасних материја. Потребно је да супстанце, код којих је познато да међусобно реагују,

чувати одвојено у посебним условима тако да није могућ њихов међусобни контакт у редовном руковању или у случају акцидента.

Опасне материје је забрањено чувати у зонама санитарне заштите изворишта питке воде уколико постоји могућност изливања опасних материја и њихово доспевања у површинске или подземне водотокове.

Опасне материје је могуће чувати и у орманима. Они треба да буду израђени од материјала отпорног на дејство опасне материје и постављају се на начин да не омогуће изливање материја изван ормара, чиме се спречава хазардни догађај као што су пожари или експлозије.

Обавеза је послодавца да на свим отворима складишта, просторија и ормара за чување опасних материја постави знак опасности са натписом који је у функцији обавештења и упозорења на врсту опасних материја које се складиште и чувају.

Није дозвољено чување и депоновање отпада и амбалаже која садржи опасне материје на начин којим се може угрозити здравље људи и животна средина.

О складишном простору треба да постоје тачни подаци о површини (m^2) отвореног или затвореног складишта; као и о запремини (m^3) надземног или подземног резервоара.

Пуштање у промет опасних материја, што у данашњим условима представља неминовност, намеће и одређене обавезе, како произвођачима, тако и свима који се баве овим послом. Између осталог, обавезе произвођача су дефинисане и у односу на паковање и складиштење опасних материја, иако је чест случај да се чувању и складиштењу опасних материја не посвећује увек дужна пажња. Тако се дешава да се у лабораторијама, погонима или трговинама заједно у истој просторији складиште и такви материјали који чак и кад су добро упаковани не би никад смели да се нађу у непосредној близини. У циљу избегавања могућих нежељених последица, потребно је да се међусобно различити материјали групишу и да се овако груписани складирају, евентуално, чак и у посебне објекте, при чему и ови објекти треба да испуњавају одређене захтеве.

Груписање опасних материја се врши на основу њихових физичких и хемијских особина у више категорија, слично класификацијама које се примењују при условима транспорта, а према томе да ли су запаљиве, експлозивне, отровне или према својствима да спонтано или под дејством других супстанци могу да издвајају неке друге опасне материје.

Најидеалније је, ако је могуће, да се опасне материје из сваке групе складиште посебно и да се при том обрати посебна пажња условима које њихово чување налаже.

У индустрији боја и лакова опасне материје се јављају као сировине, међупроизводи и финални производи, а припадају, у складу са Европским споразумом о међународном превозу опасних материја у друмском превозу (ADR) следећим класама опасних материја:

- класа 1 – експлозивне материје,
- класа 3 – запаљиве течности,
- класа 4 – запаљиве чврсте материје,
- класа 5 – оксидирајуће материје,
- класа 6 – токсичне материје,
- класа 8 – корозивне материје.

Експлозивне материје – класа 1. У индустрији боја и лакова из ове групе складиште се следеће материје: нитроцелулоза, тринитротолуен, пикринска киселина, суви бензоил-пероксид, суви циклохексанон-пероксид, суви р-хлоробензоил-пероксид, експлозиви на бази нитрата, хлоратни и перхлоратни експлозиви.

Опасне материје које су сврстане у ову групу могу бити нарочито сензибилне на потрес, удар, повишене температуре или хемијски утицај, када може доћи до наглог разлагања, уз емитовање великих количина топлоте и гасова, што се коначно може манифестовати експлозивним разарањем. Оваквој врсти материја, које се убрајају у најопасније, посвећује се посебна пажња, а њихово чување, паковање и руковање њима подлеже посебним прописима.

Посебно се складиште и чувају експлозивна средства, и то нарочито у за то изграђеним просторима, у складу са позитивном законском регулативом. Објекти у коме се складиште и чувају експлозивне материје локацијски морају бити на безбедној удаљености од насељених места, објеката намењених образовању, здравствених установа, јавних зграда, саобраћајне и комуналне инфраструктуре, мреже водова високог напона и сл. У односу на локацију где се граде, магацини могу бити: у јамама, укопани, полуукопани и на површини.

Полуукопани и укопани простори за чување експлозива морају се заштитити од статичког електрицитета, а простори и просторије површинских магацина морају имати прописно инсталирану громобранску заштиту и заштиту од статичког електрицитета.

Сви делови од метала простора за чување експлозивних средстава морају имати заштиту од статичког електрицитета.

Запаљиве течности – класа 3. У индустрији боја и лакова складиште се следеће опасне материје ове групе: ацетон, бензин, бензен, етар, етанол, етил хлорид, ксилен, толуен, метанол, петролеј итд.

Потребно је веома запаљиве течности чувати раздвојено од оксидационих агенаса, материјала који су способни да се спонтано загревају, експлозива или материјала који реагују са ваздухом или влагом, развијајући топлоту.

Простори, који се користе само за чување лако запаљивих материјала, морају имати аутоматске или ручне уређаје за гашење пожара. Пушење и паљење шибица су забрањени у оваквим просторијама, а исто тако и употреба грејача са неизолованим проводницима, као и уношење свих осталих извора паљења. Сем тога, простори за складиштење посуда са запаљивим течностима мора испунити следеће услове:

- да су зидови, подови и таванице ватроотпорни најмање за 2 часа;
- да је кров изграђен од лаког материјала;
- да је обезбеђена природна вентилација, а изузетно може да буде и вештачка, али конструкционо пројектована и израђена са сигурносним електричним уређајима и чије се активирање врши ван простора за складиштење;
- да је омогућено отварање врата и прозори на спољну страну;
- да је објекат опремљен сигурносним електричним уређајима и инсталацијама.

Потребно је такође и складишни простор опремити аутоматским сигурносним алармним уређајима или складиште периодично контролисати у складу са безбедносним протоколом.

Складиштење запаљивих течности подразумева трајно и повремено чување течности у просторима, и/или у спољним просторима у резервоарима.

Посуде са запаљивим течностима се постављају са отвором навише, на претходно дефинисаним темељима, бетонским гредама или на палете које су изнад пода од најмање 15 cm, и које морају бити обезбеђене неконтролисаног покретања. Простор на који се складиште посуде мора бити заштићен од дејства сунчевог зрачења надстрешњем или системом за поливање водом. Простор за складиштење посуда за

запаљиве течности, чија количина је више од 100 литара мора бити оивичен зидом од непропусног материјала од најмање 5 cm док отакање евентуалне расуте течности се обезбеђује дренажним системом или канализацијом за технолошке потребе која није повезана са атмосферском или комуналним системом канализације.

Складиштење посуда са запаљивим течностима, на отвореном простору, врши се груписањем посуда према условима из табеле 7.15.

Табела 7.15. - Услови складиштења посуда запаљивих течности на отвореном простору

Група запаљивости	Највећа количина по једној групи посуда [I]	Укупна дозвољена количина [I]	Удаљеност између група посуда, (m)	Удаљеност од јавних путева и суседних објеката, (m)	Удаљеност од путева унутар постројења (m)
I ₁	4 000	24 000	2	20	3
I ₂	8 000	48 000	2	20	3
I ₃	16000	96 000	2	20	3
II	32 000	192 000	2	15	1,5
III	64 000	384 000	2	15	1,5

Под просторије у којој се ускладиштавају посуде мора бити од непропусних материјал и од материјала који није подложен варничењу. Нагиб пода је потребно дефинисати са падом од најмање 1% од улаза према зиду који је супротан. Супротни зид је потребно да има нагиб од 2% у правцу локације за прикупљања расутих течности у посебну посуду или канализацију која се користи само за потребе технолошког поступка.

Бурад запремине до 250 dm³ запаљиве течности, се постављају на подлогу која је израђени од бетонских или дрвених греда које се налазе уздигнути изнад пода просторије најмање 15cm. Уколико су запаљиве течности у посудама које су херметички затворене могу се полагати једна на другу до висине коју је предвидео произвођач и која је видно истакнута на паковању. Уколико се складиште запаљиве течности различитих врста, у херметички затвореним посудама, оне морају бити на међусобном одстојању од најмање 50cm.

Простор за складиштење посуда може се загревати само топловодом, топлим ваздухом или паром ниског притиска. У просторијама не сме бити већа температура од 18 °C.

Резервоари за складиштење запаљивих течности могу бити подземни и надземни. Резервоари на којима се налази пливајући кров мора имати инсталацију за

одвођење статичког електрицитета, који се поставља између пливајућег крова и плашта резервоара.

Предузимање одговарајућих мера заштите од пожара је обавеза уколико се врши складиштење запаљивих течности. Резервоари и магацини са запаљивим течностима морају бити опремљени хидрантском инсталацијом и довољним бројем апарата за гашење пожара класе Б.

Оксидирајуће материје – класа 5. Оксидациони агенси представљају хемијске изворе кисеоника, који је иначе неопходан чинилац за сагоревање. Поред ваздуха, који са својим приближно 21 % кисеоника представља основни извор, низ других материја располаже таквом конституцијом да могу да обезбеде кисеоник за сагоревање, чак и у одсуству ваздуха. Неки од ових оксидационих опасних материја ослобађају кисеоник већ на обичној температури, иако се извештан број разлаже тек при загревању. Оксидациони агенс, у случају оштећења суда, може доћи у контакт са другим материјалима, при чему није искључена могућност појаве пожара или експлозије, тако да управо оваква могућност представља један од веома јаким аргумената за одвојено складиштење различитих опасних материја.

У индустрији боја и лакова складиште се следеће групе једињења: неоргански и органски пероксиди, оксиди, перманганати, хлорати и перхлорати, персулфати, јодати, перјодати, бромати, пербромати, хромати, бихромати, органски и неоргански нитрити и нитрати.

Није препоручљиво да се енергична оксидациона средства складиште у непосредној близини течности ниске температуре запаљивости, па чак и слабије запаљиве течности треба да буду изоловане од оксидационих агенаса. Тако, на пример, познато је да уколико се помешају глицерин и калијумперманганат на обичној температури већ после неколико минута може да дође до веома снажне реакције, уз појаву пламена.

Просторије за складиштење ових опасних материја треба да буду хладне и добро вентилиране и грађене од материјала који је отпоран на пожар. У случају избијања пожара у оваквим просторијама употреба противпожарне опреме је мање сврсисходна, с обзиром на то да је изоловање места од приступа кисеоника из ваздуха, у оваквом случају, неефикасно, пошто оксидациона средства и сама располажу довољним количинама кисеоника неопходног за сагоревање. Најбоља превентивна мера

спречавања пожара у оваквим случајевима је елиминисање свих запаљивих материјала и материја.

Отровне материје – класа 6. При складиштењу отровних материја води се рачуна да и поред присуства токсично потврђених материја се складиште и материје које при нормалним или измењеним условима (температуре, притисака, дејства влаге и ваздуха) могу изменити особине и прећи у токсичне супстанце. Тако, на пример, угљентетрахлорид и хлороформ уколико се складиште у магацинским просторијама са лошом вентилацијом могу, и при нормалним условима, да доведу до нагомилавања високо токсичног фозгена, тако да атмосфера у просторијама може да постане токсична. Такође и при измењеним условима као што су повишене температуре ваздуха, присуство отвореног пламена или сунчевог зрачења, концентрација фозгена се може повисити и довести до контаминације простора.

У индустрији боја и лакова складиште се чврсте и течне токсичне материје. Чврсте токсичне супстанце су: баријумкарбонат (BaCO_3), оловно белило ($\text{Pb(OH)}_2 \cdot 2\text{PbCO}_3$), минијум (Pb_3O_4), кадмијумово црвено (смеша S, Se i Cd), хромово црвено ($\text{Pb(OH)}_2 \cdot \text{PbCrO}_4$), хромно жутило (PbCrO_4), антимонов жутило ($\text{Pb(SbO}_4)_2$), швајнфуртско зеленило ($\text{Cu(CH}_3\text{COO)}_2 \cdot 3 \text{Cu(AsO}_2)_2$). Од течних токсичних супстанци складиште се: бензин, етар, нижи алкохоли, алдехиди, кетони, угљентетрахлорид, трихлоретилен, етри метилног реда, естри мравље киселине, бензен и хомолози, хлорирани угљоводоници, гликоли, органска једињења азота, дибутилфталат, фенол, угљендисулфид, диметилсулфат итд.

Да би се избегле непожељне последице при складиштењу токсичних материја, основне мере предострожности које се непосредно примењују су следеће:

- токсичне материје треба да се држе у посебним просторијама у којима се не смеју налазити други производи,
- токсичне материје се могу држати и у просторијама које се користе за друге потребе, под условом да се налазе у посебним орманима,
- у просторијама у којима се налазе отрови не смеју се држати животне намирнице и сточна храна,
- простори и ормани са токсичним супстанцама морају имати браву и кључ и обележени натписом „отров“,
- кључеве од просторија и ормана са токсичним материјама може да чува само особа која се стара о чувању и издавању токсичних материја,

- неке токсичне материје, на пример, цијановодонична киселина и њене соли могу да ослободе токсичне гасовите продукте, морају бити ускладиштени најмање 200 метара од најближег стамбеног објекта,
- судови у којима се налазе токсичне материје треба да буду добро затворени без могућности испаравања токсиканата који би могли да доведу до загађивања просторија.

Заптивањем судова спречава се приступ ваздуха, влаге, киселинских пара и угљендиоксида у ове судове, а тиме се спречава могућност трансформисања токсичних материја. Истовремено, повремено се мора проверавати заптивеност ових судова, с обзиром на то да услед унутрашњег притиска у суду (на пример, услед повишења температуре) или, пак услед спољашњег дејства, може да дође до попуштања затварача или чак до његовог оштећења и ломљења, па чак и до ломљења читавог суда.

Просторије треба да имају функционални систем вентилације са одговарајућом температуром ваздуха и заштићене од директног сунчевог зрачења. Да се налазе на довољној удаљености од извора дејства потенцијалног пожара и да судови са токсичним материјама, које иначе међусобно могу да реагују, буду изоловани једни од других. Неопходна је повремена контрола просторија и судова.

Корозивне материје – класа 8. Простори које служе за складиштење корозивних материја треба да поседује систем за вентилацију, да је температура простора адекватна у смисли да не сме да буде сувише висока (расхлађена) као и да температура не буде нижа од температуре мржњења материја које се складишти. Познато је, на пример, да глацијална сирћетна киселина може да искристалише у незагрејаној просторији и да том приликом може да изазове прскање суда у коме се налази, уколико је овај од стакла.

С обзиром на то да киселине и њихове паре нападају метале и њихове легуре, при чему долази до развијања водоника, просторије у којима се оне складиште морају бити добро вентилиране. Уколико је за изградњу оваквих просторија коришћена метална конструкција, ова се мора заштитити (антикорозивним премазима) на такав начин да киселине и њихове паре не могу да нападају металну конструкцију. Исто тако мора се обратити пажња да се у оваквим случајевима избегне нагомилавање водоника у вишим слојевима просторија.

Корозивне материје се складиште и чувају у обележеним посудама, изоловане од материја, као што су: цијаниди, сулфиди итд., који под дејством киселина могу да развијају веома отровне гасовите продукте. Сем тога, и саме јаке киселине и алкалије при експозицији доводе до тешких опекотина, оштећења ткива и очију, тако да је неопходно, при руковању овим материјама, користити заштитна средства као што су: радне кецеље, рукавице и заштитне наочаре, и то, како при раду у затвореном, тако и на отвореном простору. Коначно, не сме се сметнути с ума да корозивне материје могу, исто тако да изазову и знатна оштећења одевних предмета.

Пошто се и материје са корозивним и токсичним дејством међусобно често знатно разликују по свом дејству, па према томе, и по могућностима да изазову одређена оштећења неопходно је да се помену и оне којима треба посветити посебну пажњу, не само при раду већ и при складиштењу. У ову врсту материја из индустрије боја и лакова спадају: алкални метали, калцијум, анхидриди киселина, концентровани раствори киселина и алкалија, арсен и његова једињења, цијаниди, нитрати и нитрити, сумпор, сулфиди, селен и једињења, карбиди, халогеновани угљоводоници, жива, олово и кадмијум и њихова једињења.

Пошто су корозивне материје истовремено и токсичне, прописи о складиштењу, паковању и промету токсичних материја се истовремено односе и на корозивне материје.

Разне материје под дејством киселина могу, као продукт реакције, да произведу водоник или неке друге запаљиве или експлозивне гасове уз ослобађања топлоте. У групу материја које реагују на овај начин су и метали: алкални, земноалкални, њихове легуре и амалгами, други метали и њихове легуре, затим једињења која иначе под дејством воде издвајају хидриде. Исто тако у ову групу се сврставају и арсен, селен, као и цијаниди. И концентроване базе реагују са киселинама, иако се нормално, у овом случају, ослобађају само знатне количине топлоте.

Као превентивне мере, при складиштењу ове врсте материјала, предвиђа се да просторије треба да буду расхлађене и добро проветрене, као и да киселине не би смеле да се налазе у непосредној близини оваквих просторија. Исто тако неопходно је да се повремено врши контрола просторија. Уношење извора паљења у овакве просторије се не сме дозвољавати.

7.3.2.4. Мере при паковању опасних материја

Да би штетне и опасне материје могле да се користе морало се мислити и на могућности транспорта оваквих материја до места употребе, при чему морају бити испуњене потпуне мере сигурности и искључене све могућности унапред предвидљивих инцидената. Да би се то остварило у оваквим случајевима, посебна пажња се посвећује паковању штетних и опасних материја. Да би се избегло неприкладно манипулисање овако упакованим материјама, предвиђа се видно обележавање, као знак упозорења на опасност, што подлеже одговарајућим прописима.

Опасне материје, од места производње до места употребе морају бити адекватно припремљене за манипулацију и транспорт ради сигурности људских живота и материјалних добара. Та припрема осигурава се одговарајућим паковањем. Паковање опасних материја, зависи од класе и агрегатног стања, али и групе којој материја припада.

Амбалажа опасне материје се може сагледати са аспекта заштите али и складишно-транспортне, продајне и употребне функције.

Прописани стандарди за амбалажу, као што су материјали од којих се израђује, облик и димензије, начин затварања, означавања и обележавања су дефинисани ADR прописима. Амбалажа у коју се пакују опасне материје мора бити испитана од надлежног органа.

Према ADR-прописима испитивање амбалаже се врши на: жилавост, унутрашњи притисак, непропустљивост, пад са висине, на висину слагања товара.

Потребно је да амбалажа буде израђена, тако да при нормалним условима руковања, транспорта и ускладиштења не долази до губљења или расипања садржаја. Амбалажа која је у непосредном контакту са опасном материјом, не сме хемијским или другим утицајима опасне материје да буде оштећена. Делови амбалаже не смеју имати компоненте које са пакованим садржајем бурно реагују или образују опасне материје. Амбалажа и посуде намењене држању опасних материја могу се пунити само опасним материјама за које постоји одобрење.

Према начину и дужини употребе амбалаже се деле на неповратну амбалажу и повратну амбалажу.

У односу на материјал од кога је израђена амбалажа, она може бити од: хартије, картона, пластичне масе, метала, стакла, дрвета, текстила, или комбинацијом различитих материјала.

Према облику и материјалу амбалажа може бити:

- врећа од папира, пластике, фолије, текстила;
- кутија од папира, картона, метала, пластике итд.;
- метална канта или канта од пластике;
- бурад од метала, картона, пластике, дрвета, шпер-плоче, са дном које је равно или испупчено;
- сандук од метала, дрвета, шпер-плоче, картона;
- комбинована амбалажа: пластика - метал - картон; стакло - порцулан - метал; дрво - картон - пластика; итд.

Експлозивне материје - класа 1. Конструкција и својство паковања мора бити такво да штити експлозиве, спречава њихово испадање и елиминише узроке који доводе до ненамерног паљења или иницирају паљење у условима нормалног атмосферског притиска и влажности при руковању.

Структура материјала који се користи за паковање експлозивних материја треба да буде хомогена и непропусна тако да у случају акциденталних догађаја и интеракцији или цурењу не дође до промене компатибилне групе.

На паковању се обавезно мора налазити налепница (листица опасности) са упозорењем да се у паковању налази експлозив, назив произвођача и количина експлозива.

Запаљиве течности - класа 3. Избор амбалаже за штетне и опасне материје, које су у течном стању, је знатно већи у поређењу са избором амбалаже за гасове. Тако се од материјала користе метали, стакло, пластичне масе, а у извесним случајевима неки други материјали, као што су порцулан, гума, гутаперка итд. Сусрећемо се, сем тога и са различитим облицима, почев од боца малих димензија, балона, лимених буради до цистерни. Најчешћи облик су лимена бурад, која се користе у свим случајевима, кад је то могуће. Истовремено се запажа да се стаклена амбалажа, због великих могућности њеног лома, све чешће замењује амбалажом од пластичних маса, а посебно оном од полиетилена, која успешно може да се користи како, на пример, за органске раствараче, тако и за многе течне корозивне материје.

У извесним случајевима, када се ради о течностима посебно осетљивим према дејству ваздушног кисеоника, у затвореном суду се одржава атмосфера инертног гаса.

У случају да се штетне и опасне течности ипак пакују у стаклене судове, или у неке друге судове од материјала који се лако ломи, потребно је при транспорту

заштитити судове. Заштита судова се врши помоћу такозваних заштитних паковања која подразумевају испуне од инертних материјала. Основне карактеристике инертног материјала треба да омогуће да у случају истицања опасних супстанци дође до њиховог потпуног апсорбовања и спречи њихово ширење у околину.

У зависности од запаљивости течности односно температуре паљења, одређује се и начин паковања запаљиве течности. За одређивање групе паковања важна је температура паљења и температура кључања.

Запаљиве течности се према степену опасности и у зависности од температуре паљења и температуре кључања, могу сврстати у три амбалажне групе (табела 7.16).

Табела 7.16. - Амбалажне групе

Амбалажна група	Температура паљења (затворени суд)	Температура кључања
I		мања или једнака 35 °C (веома отровне или нагризајуће)
II	мања од 23 °C	већа од 35 °C
III	једнака или већа 23 °C мања или једнака 60,5 °C	већа од 35 °C

За паковање запаљивих токсичних течности мора се користити амбалажа која ће омогућити све безбедоносне мере при транспорту у смислу спречавања истицања, испаравања, мешања са другим супстанцама, као и спречавање директног контакта са простором транспортног средства у коме се налази. Од велике је важности спречити, у току транспорта да дође до међусобног мешања опасних супстанци због могућности промене њиховог својства. Због могућности испаравања и повећања притиска у амбалажи при повишеним температурама у летњим месецима, потребно је водити рачуна да се амбалажа пуни опасном супстанцом са слободном запремином од минимално 2 %. Посуде у које се смештају запаљиве течности морају се означити основним информацијама о врсти течности, запремини посуде, име произвођача као и натпис: „Запаљиво - не прилази са отвореним пламеном“.

Отровне материје - класа 6. Токсичне материје се могу стављати у промет само у оригиналном паковању произвођача са амбалажом која треба да приликом транспорта, ускладиштења и манипулације не доводи до расипања или испаравања садржаја, до мешања отровне материје са другим материјама, као ни до контакта садржаја са подом и зидовима транспортног средства, складишта и других простора у којима се смештају.

Амбалажа која се користи за паковање опасних материја класе 6 мора да испуни исте захтеве као и амбалажа која се користи за паковање запаљивих течност –класа 3. Дакле, оригинална амбалажа токсичних материја мора обезбедити потпуну заштиту од разливања и испаравања отровне материје од места производње до места потрошње. Уз опасне материје, посебно када су у питању отровне материје, у паковању мора бити приложено упутство за употребу.

Корозивне материје - класа 8. Опасне материје ове класе се превозе у посебним судовима који одговарају за ту врсту опасне материје, односно хемијски не реагују на опасну материју. Амбалажа може бити различите величине, од пакета, канти, буради, танк контејнера, до аутоцистерни, итд. Обзиром на значај амбалаже за материје класе 8 потребно је томе посветити посебну пажњу. Ту се мисли, пре свега на периодичне прегледе амбалаже (атести), провера исправности амбалаже, прање амбалаже при промени материје која се транспортује, итд. Постоје прописи о количини опасне материје која се може транспортовати појединим средствима и то је дато у ADR-у. Мешовита паковања за материје класе 8 дозвољена су према ADR-у за неке материје. Забрањено је мешовито (заједничко) паковање киселина и база у једном пакету, уколико су у стакленој амбалажи, због могуће бурне реакције у случају лома амбалаже. При паковању материја осетљивих на дејство киселина и њихових пара мора се водити рачуна о отпорности амбалажног материјала на дејство те киселине. Од амбалажних материјала највећу отпорност према киселинама има стакло (изузев флуороводоничне киселине) и пластичне масе које се у ту сврху све више примењују.

7.3.2.5. Обележавање опасних материја

Ради лакше идентификације и означавања опасних материја у свету су направљене базе података опасних материја.

CAS RN (Chemical Abstracts Service registry number) је јединствени идентификациони број који је увела CAS (Chemical Abstract Service) и он је јединствен за свако хемијско једињења у циљу стварања јединствене базе података. CAS регистарски број је раздвојен цртицама у три дела тако да први део садржи до седам цифара, други две, а трећи једну цифру. Данас постоји преко 40 милиона материјала и супстанци са CAS бројем.

REACH (Registration, Evaluation, Authorisation of Chemicals) (Интегрисани систем за регистрацију, евалуацију и ауторизацију хемикалија) је пропис који је донела

Европска комисија у вези са хемијским супстанцама и њиховим безбедним коришћењем (ЕС 1907/2006). Циљ доношења ове регулативе је у функцији унапређења заштите здравља људи и животне средине кроз бољу идентификацију карактеристикама хемијских супстанци.

UN-број означава опасну материју наведену у попису Уједињених нација (UN-листа) и састоји се од четири броја. На основу тог карактеристичног броја, широм света је омогућено јединствено утврђивање о којој се материји ради, или о којем се групном називу производа с одређеним својствима ради.

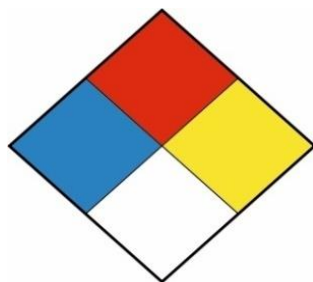
У циљу идентификације опасне материје приликом превоза усвојено је дефинисање класе којој припада опасна материја или роба преко UN (Уједињене Нације) броја те материје. Дефинисање UN броја је битно, јер се њиме опасна материја у потпуности дефинише (слика 7.8.).



Слика 7.8. - UN број

The (National Fire Protection Agency (NFPA)) је донела Стандардни систем за идентификацију опасности од материјала код хитних интервенција M 704 (Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response)

Ознака којом се по саставу означава категорија и степен опасности која прети од већине хемијских једињења састоји се од вертикално постављеног квадрата који је подељен у четири мања поља. *Лево поље плаве боје* указује на ниво опасности по здравље и нумерише се бројевима од 0 до 4. Рангирање опасности бројевима од 0 до 4 преставља степен опасности по здравље изложених. *Горње поље црвене боје* указује на опасност од паљења и нумерише се бројевима од 0 до 4, који показују степен опасности од паљења и експлозије материје. *Десно поље жуте боје* указује на опасност од нестабилности, тј. реактивности, и нумерише се, такође, бројевима од 0 до 4, у зависности од степена опасности реактивне материје. *Доње поље беле боје* указује на специфична упозорења (нпр. забрањен додир материје са водом, радиоактивна материја итд) и тада се употребљавају симболи уместо бројева.



Слика 7.9. - Дијамант опасности

Ознака категорије и степена опасности у облику вертикално постављеног квадрата у четири боје позната је и под називом „дијамант опасности“ (слика 7.9).

Означавање опасних материја утврђено је међународним и националним прописима, те свака пакирна јединица, свака транспортна јединица и свако транспортно средство и складиште морају бити означени.

Опасне материје се обележавају:

- знаковима опасности,
- ознакама упозорења и
- ознакама обавештења.

Знакови опасности. Опасне материје које, према својој средњој смртној дози за лабораторијске животиње спадају у I групу отрова, обележавају се знаком за јаку отровност - T⁺. Знаком за отровност -T обележавају се опасне материје које спадају у II групу отрова. Штетност за здравље се означава као – X_n и овим знаком се обележавају опасне материје које спадају у III групу отрова. Надражујуће дејство се означава као – X_i и овим знаком се обележавају отрови, који тренутним, продуженим или поновљеним додиром са кожом или слузокожом, изазивају упале.

Знаком - C се обележавају опасне материје које карактерише корозивно нагризајуће дејство и које у додиру са органским и неорганским материјама, изазивају оштећења. E је знак за експлозивне материје. F⁺ је знак за запаљиве материје под нормалним условима. F је знак за запаљиве материје. O је знак за оксидирајуће материје.

Материје чија употреба или присуство представљају непосредну или закаснелу опасност за околин (вода, ваздух, земљиште) и организме (биљке, животиње, микроорганизме) означавају се знаком за опасност по животну средину - N.

Опасна материја која у додиру с водом опасно реагује, означава се – W.

Опасна материја која не би смела да доспе у канализацију, означава се са – K.

Ако опасна материја због својих токсиколошких, физичкохемијских и других својстава, представља неколико врста опасности, може се паковање такве материје обележити са више знакова. Знакови се стављају на једно место или више места на етикети или амбалажи, један поред другог или један изнад другог.

Ознака упозорења и обавештења за обележавање опасних материја. Ознаке упозорења указују на врсту ризика који постоје или могу настати у транспорту као и при манипулацији опасним материјама. Ознаке упозорења и обавештења се стављају на амбалажу, а њихово значење уписује се у упутство за употребу опасне материје, које се прилаже уз свако паковање. Значење најважнијих ознака упозорења и обавештења уписује се, по потреби и поред ознака опасности и прописани су Одлуком о обележавању отрова у промету („Сл. лист СРЈ, бр. 38/97 и „Сл. лист СЦГ“ бр.1/2003-Уставна повеља) и то:

- R1 Експлозиван у сувом стању.
- R2 Ударац, трење, ватра или други извори паљења могу изазвати експлозију.
- R3 Ударац, трење, ватра или други извори паљења могу веома лако изазвати експлозију.
- R4 Гради веома осетљива експлозивна једињења са металима.
- R5 Загревање може проузроковати експлозију.
- R6 Експлозиван у додиру или без додира са ваздухом.
- R7 Може проузроковати пожар.
- R8 У додиру са запаљивим материјалом може проузроковати пожар.
- R9 Експлозиван у смеси са запаљивим материјалом.
- R10 Запаљив.
- R11 Лако запаљив.
- R12 Веома лако запаљив.
- R13 Веома лако запаљив течни гас.
- R14 Бурно реагује са водом.
- R15 У додиру са водом ослобађа лако запаљиве гасове.
- R16 Експлозиван у смеси са оксидирајућим супстанцама.
- R17 Запаљив у додиру са ваздухом.
- R18 Приликом употребе може настати експлозивна или запаљива смеша пара-ваздух.
- R19 Могу настати експлозивни пероксиди.

- R20 Штетан ако се удише.
- R21 Штетан у додиру са кожом.
- R22 Штетан ако се прогута.
- R23 Отрован ако се удише.
- R24 Отрован у додиру са кожом.
- R25 Отрован ако се прогута.

Ознаке упозорења се могу комбиновати једино на следећи начин:

- R14/15 Бурно реагује са водом ослобађајући лако запаљиве гасове
- R15/29 У додиру са водом ослобађа отровне лако запаљиве гасове.
- R20/21 Штетан ако се удише и у додиру са кожом.
- R20/21/22 Штетан ако се удише, у додиру са кожом и ако се прогута.
- R21/22 Штетан у додиру са кожом и ако се прогута.
- R23/24 Отрован ако се удише и у додиру са кожом.
- R23/25 Отрован ако се удише и прогута.
- R23/24/25 Отрован у додиру са кожом, ако се удише и ако се прогута.

Ознаке обавештења се односе на мере које се морају применити у транспорту и при руковању са опасним материјама:

- S 1 Чувати под кључем.
- S 2 Чувати ван домашаја деце.
- S 3 Чувати на хладном месту.
- S 4 Чувати изван места становања.
- S 5 Чувати садржај у...(одговарајућу течност одређује произвођач).
- S 6 Чувати у атмосфери...(инертни гас, одређује произвођач).
- S 7 Чувати у добро затвореним посудама.
- S 8 Чувати посуде на сувом.
- S 9 Чувати посуде на месту са добром вентилацијом.
- S 10 Чувати садржај влажан.
- S 11 Спречити додир са ваздухом.
- S 12 Не сме бити херметички затворен.
- S 13 Чувати одвојено од хране, пића и сточне хране.
- S 14 Чувати одвојено од...(инкомпатибилан материјал наводи произвођач).
- S 15 Чувати од топлоте.

S 61 Спречити ослобађање у околну средину. Руковати на основу посебног упутства/Упутство о безбедном руковању (Safety data sheets)

S62 Ако се прогута не изазивати повраћање, одмах потражити помоћ лекара и показати ову амбалажу или етикету.

Ознаке обавештења се могу комбиновати једино на следећи начин:

S1/2 Чувати под кључем ван домашаја деце.

S3/7 Чувати у добро затвореним посудама на хладном месту.

S3/9/14 Чувати на хладном месту са добром вентилацијом одвојено од...

(инкомпатибилне супстанце, наводи произвођач)

S3/14 Чувати на хладном месту одвојено од...

(инкомпатибилне супстанце, наводи произвођач)

S7/8 Чувати у добро затвореним посудама на сувом.

S7/9 Чувати у добро затвореним посудама на месту са добром вентилацијом.

S20/21 При руковању не јести, нити пити и не пушити.

S24/25 Спречити додир са кожом и очима.

7.3.2.6. Мере заштите од пожара и експлозија

Горење представља основни процес на основу кога се појављује пожар а при одређеним условима може доћи и до појаве експлозије. Основни услов за настанак пожара је присуство горивне материјала, њене оксидације уз присуство довољне количине кисеоника и нужно постојање извор паљења.

Пожари, као хазардни догађај, могу имати велику разорну моћ и могу изазвати велике штете, а врло често за последицу пожари имају и људске жртве. Величина пожара може зависити од запремине простора или просторија у којима се складиште запаљиве материје као и од карактеристика објекта, али и низа других елемената који утичу да пожари релативно малих размера прерасту у пожаре са катастрофалним размерама.

Основна мера заштите од пожара је садржана у правилима манипулације запаљивим материјалом и прописима који предвиђају мере за поступање са запаљивим материјама како би се елиминисала могућност настанка пожара али и поступци да уколико дође до пожара, последице буду сведене на најмању могућу меру.

Технолошки поступци који се примењују у процесу рада као и физичко–хемијске особине сировина које се користе у процесу рада, а такође и финални

производи могу у великој мери да дефинишу степен опасности који се може манифестовати пожаром.

Такође, уколико се има у виду да се једно постројење састоји од низа објеката и просторија као и инсталација за транспорт и пренос опасних супстанци, потребно је нарочита пажња усмерити на изградњу и материјале који се користе за изградњу простора. Простор мора бити у функцији стабилног и безбедног коришћења и примене свих расположивих ресурса за процес производње.

Шире гледано, и локација, једне технологије, мора да буде у функцији њеног сигурног коришћења.

Мере које се планирају и спроводе у циљу заштите од пожара морају сагледати поред превентивних активности и активности које имају у виду потпуну локализацију и процедуру за гашење евентуалног пожара.

Најчешћи узроци пожара и експлозија су:

- непоступање по основним процедурама у спровођењу мера заштите од пожара,
- одступање у стандардним процедурама технолошког поступка,
- неодговарајућа припрема процеса производње,
- недостатак обуке радника за примену технолошког поступка,
- неисправност инсталација и опреме,
- неисправност вентилационог система,
- могућност самозапаљења,
- присуство статичког електрицитета,
- атмосферска пражњења.

Уколико се има у виду технолошки процес, утврђено је да ниво опасности од пожара и експлозија, пре свега, зависи од физичко-хемијских карактеристика и количина запаљивих опасних супстанци, као и од карактеристика и режима рада постројења а пре свега од присутних температура и радних притисака. Такође, коришћени системи за аутоматизацију процеса рада и карактеристике могућих иницијалних извора пожара могу довести до појаве пожара и експлозија.

Основни захтев за заштиту од пожара и експлозија при коришћењу технолошког процеса производње подразумева пре свега организационе али и техничко-технолошке мере заштите од пожара.

Организационе мере заштите од пожара при коришћењу технолошког процеса обухватају следеће поступке и активности:

- придржавање прописаних процедура и поступака за заштиту од пожара и експлозија при технолошком процесу,
- планирање и организовање обуке запослених из области заштите од пожара и експлозије као и стална едукација за сваку радну позицију,
- дефинисање процедура евидентирања и спровођења планова одржавања производних технолошких линија ,
- спровођење редовне контроле система и уређаја за детекцију дима и повећане топлоте,
- одређивање и обележавање евакуационих путева у случају хаварија и акцидента,
- прописивање процедура за гашење пожара,
- одржавање саобраћајница и водозавата у исправном стању,
- одређивање оптималног правца кретања возила и терета у оквиру производног погона и индустријског комплекса,
- ограничавање и строго контролисање рада са отвореним пламеном и средствима за рад који могу стварати искре и варнице али и других радних активности које могу да доведу до пожара или експлозије,
- правилно периодично контролисање и одржавање уређаја и система за гашење пожара као и система за дојаву пожара,
- процедуре поступања у случају појаве пожара,
- дефинисање процедура за манипулацију запаљивим и експлозивним материјама,
- поступак безбедног складиштења запаљивих и експлозивних материја у појединим објектима и просторима намењених процесу производње,
- одређивање локација за безбедно депоновање отпадних материјала и амбалаже у појединим објектима и просторима намењених процесу производње,
- динамика чишћење појединих објекта и просторија намењених процесу производње,
- стриктно дефинисање места на којима је дозвољено пушење и коришћење отвореног пламена,

Техничко-технолошке мере заштите од пожара и експлозије обухватају следеће поступке и активности:

- упознавање са физичко-хемијским карактеристикама опасних материја са становишта њихове запаљивости и експлозивности у процесу трансформација,
- анализа количина пожарних и експлозивних опасних материја у процесу производње и начин одвијања технолошког процеса,
- утврђивање могућих појава цурења запаљивих опасних супстанци као и њихових смеша из инсталација у просторије за производњу и начин поступања при елиминисању настале хаварије,
- дефинисање могућих правац ширења пожара,
- замена хаваријски опасних технолошких операција мање опасним технолошким операцијама,
- дефинисање и дислокација потенцијално опасних технолошких процеса у посебни простор или на отворени простор,
- замена опасних супстанци мање опасним уз неометано одвијање технолошког поступка,
- елиминисање могућности формирања експлозивних смеша,
- флегментација запаљивих смеша уз примену инхибитора или других инертних супстанци,
- складиштење лако запаљивих опасних материја и руковање истим уз присуство инертног гаса,
- увођење херметизације у процесу производње итд.

Одређивање локације за постројења у којима се одвија технолошки поступак са опасним материјама, је од изузетног значаја за остваривање високог нивоа безбедности самог процеса. Локација постројења је битна како са аспекта микро локације тако и са аспекта макро локације у циљу повећања сигурности одвијања процеса.

За успешно спровођење мера заштите од пожара и експлозија макролокација, пре свега, мора да испуњава следеће захтеве:

- да постоје квалитетни прилазни путеви,
- правац ветрова са највећом честином не сме да угрози локацију од утицаја најближих објеката и обрнуто,

- да је доступна потребна количина воде за технолошки поступак, али и за потребе гашења евентуалног пожара,
- удаљеност јавне ватрогасне службе је битна за благовремену интервенцију у случају хазардног пожара или експлозија.

Распоред радних јединица и технолошких целина унутар производног комплекса мора бити у функцији заштите од пожара и експлозија.

Правилна микролокација појединих простора у индустријском комплексу представља:

- адекватна позиција објекта, са потребним одстојањима у циљу елиминације ризика од међусобног угрожавања суседних објеката у случају акцидента,
- груписање простора у односу на намену,
- правилна заступљеност зелених површина и природних препрека у циљу елиминисање могућности преношења пожара,
- распоред саобраћајних комуникација у оквиру комплекса је у функцији неометаног кретање возила за гашење пожара, али и за безбедну евакуација људства и средстава.

Грађевински објекти. Примењени и/или планирани технолошки поступак дефинише врсту, изглед и величину грађевинских објекта потребних за безбедно функционисање свих процеса унутар комплекса. Грађевински објекти су у функцији технолошког поступка и они треба да омогуће услове за редовно и безбедно одвијање самог процеса производње, али и да пружи сигурно окружење за запослене у свакодневним активностима али и у случају пожара. Дакле, правилан избор грађевинског материјала и конструкција објеката у којима се спроводи технолошки поступак, при коме се користе запаљиве и експлозивне супстанце, је једна од значајних мера чијом се применом може утицати на сузбијање настанка и ширења пожара.

Мере заштите од преношења пожара на суседне објекте. Контрола и ограничење ширења пожара представља најбитнији захтев у поступку спречавања пожара да се пренесе на суседне зграде у оквиру комплекса и на спречавање домино ефекта. Растојање објеката је од битног значаја да би се спречило ширење пожара и да

би се сузбио пренос пожара и у случајевима емитовања топлоте пожара. Дефинисање међусобне угрожености објеката одређено је:

- величином и висином суседних објеката,
- међусобном удаљеношћу између објеката,
- топлотним ефектом који се може формирати у објекту захваћеним пожаром,
- брзином и честином ветра,
- просечном температуром ваздуха,
- врстом против пожарне заштите на објектима.

Заштита од експлозије у погонима. У радним условима опасност од експлозије постоји уколико су присутни извори паљења у ближој или непосредној околини опасних експлозивних супстанци или њихових смеша при чему може доћи до појаве пожара са развојем експлозије или саме експлозије.

Заштита од експлозије се спроводи примарном и секундарном заштитом.

Примарна заштита од експлозије подразумева сет мера које морају бити примењене за време инсталације опреме, при пробном раду, при редовном раду, приликом редовних периодичних чишћења и ремонта уз поштовање препоручених процедура од стране произвођача опреме.

У затвореним уређајима у којима се врши манипулација са запаљивим материјама обезбеђује се минималан доток ваздуха при чему се врши превентивно спречавање да запаљиве материје формирају експлозивне смеше са ваздухом. Основна функција затворених система са аспекта безбедности је сведена на успостављању инертне атмосфере у којима ће се запаљиве материје налазити ван концентрација граница експлозивности.

Одвијање технолошког процеса у потпуно затвореним уређајима, који су отпорни на експлозију је од изузетног значаја за безбедан рад и сигурно окружење и таквим системима треба тежити.

Рад са уређајима на слободном простору је погодан из разлога што се приликом оваквог начина рада јавља мала могућност гомилања експлозивних смеша у непосредној близини уређаја, али и овакав начин рада има својих недостатака и то пре свега у формирању проширених зона опасности због појаве природног проветравања.

Максимално проветравање радних просторија и простора, је услов без кога није могуће потпуно безбедно организовати технолошки процес са запаљивим опасним материјама у затвореном простору. Проветравање просторија се врши избацивањем ваздуха из радног простора, убацивањем свежег ваздуха у радни простор али и исисавањем ваздуха са пода просторија у којима су присутне паре растварача.

7.3.2.7. Мере заштите ваздуха

Свако загађење ваздуха које је условљено применом одређених технолошких поступака, а које за последицу има угрожавање или нарушавање здравља људи је неприхватљиво. Општи циљ при примени одређених технолошких поступака је усмерен ка њиховом унапређењу, који доводи до смањења или потпуног уклањања загађења и заштите ваздуха.

Заштита амбијенталног ваздуха се може постићи поред унапређења технолошког поступка и применом одговарајућих урбанистичких мера. Урбанистичке мере које се примењују у циљу заштите ваздуха су усмерене ка правилном пројектовању и зонирању насеља у односу на индустријске зоне.

Урбанистичке мере заштите почињу још приликом генералног планирања читавих региона, одабира најповољнијих карактеристика рељефа и руже ветрова за локацију насеља. Унутар локације насеља генерални и детаљни урбанистички планови су изузетно значајни у погледу зонирања насеља и обезбеђивања довољних површина зеленила. Зоне намењене становању морају бити на довољној удаљености од индустријских зона и морају бити лоциране на местима која нису у правцу доминантних ветрова у односу на индустријске зоне. Превоз опасних супстанци не треба планирати кроз подручја намењена становању.

Савремени принципи заштите ваздуха и бисфере су конципирани ка развоју одрживе индустрије са минимизирањем отпадних материја. Такође, у савременим условима развоја индустрије, све више је заступљен став да отпадне материје једног процеса производње се користе као сировина за друге процесе. Да би се примениле мере еколошког управљања индустријским ризиком за побољшање квалитета ваздуха, као и за друге сфере и њихове делове животне средине, важно је тачно знати који узроци доводе до загађивања:

- нестручно лоцирање објеката загађивача;
- примена јефтиније, застареле или превазиђене технологије;

- неопотребно расипање енергије;
- недовољно развијена еколошка свест или њено потпуно одсуство;
- нестручност;
- недостатак професионалне етике;
- некоришћење постојећих научних резултата;
- неефикасна друштвена контрола;
- нормативно нерегулисане санкције;
- недефинисане границе развоја.

Максимално дозвољена концентрација (МДК) и гранична вредност концентрације (ГВ). Да би у једном друштву, односно држави, могле да се остваре све оне мере које су потребне ради смањивања загађивања животне средине, утврђивања опасности од загађивања, усклађивања предузетих мера, како у држави тако и између држава, потребно је доношење низа конвенција, закона, правилника, упутства, стандарда и других професионалних, правних, економских и других докумената. Поред њих за приступ практичном решавању појединих проблема потребно је развити и приступе и начине њиховог решавања. Од низа таквих докумената, прописа и приступа овде су изложени они који су од основне важности за разматрање проблематике заштите животне средине.

Од фактора који опредељују деловање загађујућих супстанци на живе организме својим значајем се издвајају физичкохемијске карактеристике, концентрација и дужина изложености организма њиховом дејству. Будући да је од наведених чинилаца за одређену загађујућу супстанцу концентрација променљива величина, дошло се до закључка да је неопходно управо њу ограничити на вредност при којој не делује штетно. Тако је уведен термин максимално дозвољене (допуштене) концентрације (МДК). Под овим појмовима подразумевају се такве концентрације загађујућих супстанци које у одређеном амбијенталном ваздуху у току одређеног времена не доводе до патолошких промена или обољења која се могу открити постојећим медицинским методама. Максимално дозвољене концентрације, односно граничне вредности концентрације (ГВ) су одређене одговарајућим законским прописима и актима.

Строго поштовање величине ГВ омогућава испуњавање одређених норматива, и сматра се једним од најефикаснијих начина заштите ваздуха. Међутим, треба имати у виду да се ове вредности не могу увек сматрати оптималним. Данас утврђене граничне вредности обезбеђују безбедност животне средине по здравље становништва полазећи

од савремених научних сазнања. Анализа промене вредности ГВ у протеклом периоду очигледна је демонстрација њихове реалности; дозвољене концентрације за многе супстанце су више пута разматране и у већини случајева је дошло до њиховог смањивања, те се из тих разлога представа о потпуној безопасности мора узети условно.

Основни критеријуми за утврђивање граничних вредности, загађујућих супстанци атмосфере, могу се свести на следеће:

- дозвољеном може бити призната само таква концентрација неке супстанце у атмосферском ваздуху, која на човека не испољава, непосредно или посредно, штетна и непријатна дејства, не снижава његову радну способност и не утиче на субјективно осећање и расположење;
- привикавање на штетне супстанце мора се разматрати као неповољан чинилац и доказ неподобности утврђене концентрације, односно граничне вредности;
- недозвољене су такве концентрације штетних супстанци које неповољно утичу на биљке, климу средине, прозачност атмосфере и животне услове насеља.

За сваку супстанцу која загађује атмосферски ваздух морају бити установљена два норматива: једнократна и средња дневна гранична вредност. Једнократна гранична вредност концентрације (ГВ_j) хемијских супстанци у ваздуху насељених места представља концентрацију која удисањем у току 30 минута не сме изазвати рефлекторне (укључујући субсензорне) реакције у организму човека.

Средња дневна гранична вредност (ГВ_{сд}) хемијских супстанци у ваздуху насељених места представља концентрацију која не сме се испољавати на човека непосредним или посредним дејством при неодређено дугом (годинама) удисању.

Како је аутоτροφни карактер метаболизма специфична црта свих зелених биљака, одређивање дозвољених норми загађења ваздуха мора бити засновано у првом реду на минималним променама процеса фотосинтезе под утицајем загађујућих супстанци. За једнократну граничну вредност загађујуће супстанце ваздуха за сваку биљку сматра се за сада она којој се после 5 минута дејства уочава смањење фотосинтезе за више од 10%.

Мониторинг контроле квалитета ваздуха у Републици Србији се одвија:

- систематским мерењем концентрација загађујућих материја у амбијенталном ваздуху;
- праћењем утицаја загађеног ваздуха на здравље људи, животну средину и климу;
- извештавањем о резултатима мерења.

У оквиру мреже мониторинга квалитета ваздуха у подручјима са развијеном индустријом врши се контрола концентрација специфичних загађујућих материја. Избор супстанци чије концентрације се утврђују у спољашњем амбијенталном ваздуху, врши се на основу примењених технолошких поступака у индустрији и на основу сазнања о њиховим емисијама.

Извештај о резултатима контроле квалитета ваздуха, у нашој земљи, упућује се Републичком министарству надлежном за заштиту животне средине.

Методe пречишћавања ваздуха. Пречишћавање гасова и аеросола, који се емитују из објеката (загађивача) врши се, у основи, на два начина: разлагањем штетних супстанци до мање штетних или безопасних, које се затим испуштају у ваздух; издвајањем из гасова и превођењем у течно или чврсто агрегатно стање, после чега ако је потребно се прерађују или депонују. Према томе, без обзира на хемијски састав и врсту, загађујуће супстанце ваздуха су у гасовитом (гасови и паре) и чврстом стању (прашине). Када се ради о прашини, честичној загађујућој супстанци, једина могућност њиховог уклањања је њихово прикупљање из димних гасова и вентилационих испуста. За разлику од честица, за пречишћавање отпадних гасовитих супстанци постоје шире могућности. Поред различитих метода за издвајање из гасовите фазе, могуће је и њихово разлагање до нештетних супстанци. Треба напоменути да се поједине методе пречишћавања гасова могу користити за обе врсте загађујућих супстанци (гасове и честичне супстанце), док су остале методе специфичне.

Најчешће коришћене методе за пречишћавање од отпадних гасовитих и честичних супстанци су:

- уклањање честица циклонима;
- уклањање честица хидроциклонима;
- уклањање честица филтрацијом;
- уклањање честица електростатичким хидроциклонима;
- пречишћавање апсорпцијом;
- пречишћавање адсорпцијом;

- пречишћавање катализаторима;
- каталитичко уклањање из гасовитих производа сагоревања;
- уклањање озрачивањем електронским снопом;
- фотохемијско уклањање загађујућих супстанци из ваздуха;
- уклањање честица гравитацијом;
- инерцијално уклањање честица;
- уклањање честица центрифугирањем.

7.3.2.8. Мере заштите вода

Загађење вода условљено применом различитих технолошких поступака који се примењују у индустрији, може бити углавном саставни део отпадних вода или се јавити у условима акциденталних догађаја. Испуштање и доспевање загађујућих супстанци у водотокове, нарушава квалитет вода. Утврђивање степена нарушености квалитета воде врши се на основу упоређивања прописаних граничних вредности загађујућих супстанци са измереним као и праћењем других релевантних индикатора квалитета вода.

Утврђивање граничних вредности загађујућих супстанци у води, централна је карика у систему заштите вода. При научном утемељењу граничних вредности загађујућих супстанци у води пре свега се има у виду безбедност по здравље човека и по акватични свет. Гранична вредност (ГВ) загађујућих супстанци у води је концентрација која не сме испољавати непосредан или посредан штетан утицај на организам човека у току његовог живота и на здравље наредних генерација и не сме погоршавати хигијенске услове коришћења воде.

Одређивање ГВ заснива се на концентрацијама супстанци испод граница (прага), при којима се не запажају измене функционалног стања утврђене деликатним физиолошким, биохемијским и патохистолошким методама, узетим из савремених медицинско-биолошких истраживања. При експерименталном проучавању дејства хемијске супстанце велики значај имају истраживања последица које се могу јавити касније (алергених, мутагених, канцерогених, тератогених).

Како су воде истовремено загађене са више различитих супстанција, хигијенско нормирање у условима комбинованог загађења реализује се са евидентирањем комбинованог дејства оних комбинованих загађења оних штетних супстанци за које су већ разрађене и засноване ГВ.

Неконтролисано испуштање загађених вода може довести до потпуне деградације природе. Да би се ово предупредило, неопходно је повести рачуна о ГВ супстанци у отпадним водама. Ове вредности морају бити у границама вредности концентрација које након испуштања неће променити квалитет природне воде потребан за предвиђену намену.

Утврђивање и научно заснивање норматива се разматра као интердисциплинарно и комплексно истраживање, које мора одредити значај испитиваних супстанци у проблему санитарне заштите вода и окарактерисати је по три основна критеријума штетности: деловање на општи санитарни режим вода; деловање на органолептичке особине вода; деловање на здравље становништва и акватични свет.

Граничне вредности емисије за воде из објекта и постројења за производњу премазних материјала и глазура [82]. Према нацрту Уредбе о ГВЕ у табелама 7.17. и 7.18. су приказане ГВЕ за воде чије загађујуће материје потичу углавном од производње водених дисперзионих боја, синтетичких превлака и премаза, вода које потичу од премазних материјала, глазура и премазних материјала на бази растварача, заједно са помоћним додатним постројењем.

Табела 7.17. - Граничне вредности емисије на месту испуштања у површинске воде^(I)

Параметар	Јединица мере	Гранична вредност ^(I)
Температура	°C	30
pH		6,5-9,0
Суспендоване материје	mg/dm ³	35
Биохемијска потрошња кисеоника (ВПК ₅)	mg O ₂ / dm ³	20
Хемијска потрошња кисеоника (НРК)	mg O ₂ /dm ³	120 ^(III)
Токсичност за рибе (Т _F)		2

(I) Вредности се односе на 2-часовни узорак

(II) Не примењује се на отпадне воде које потичу од производње пигмената за органске боје и неорганских пигмената, вода из индиректног расхлађеног система и постројења за третман процесних вода

(III) У случају отпадне воде чије НРК на месту настајања премашује 50 g/dm³, НРК се мора смањити на 500 mg O₂/dm³

При примени технолошког поступка запремину отпадних вода треба свести на најмању могућу меру, као што је битно и да степен загађености отпадних вода буде сведен на минимум. У саставу отпадних вода не треба да се нађу једињења живе или органо-калајна једињења, адитиви, токсичне супстанце, микробиоциди или било које

друге супстанце које могу утицати на контаминацију одређених медијума животне средине који би се нашли у контакту са оваквом отпадном водом.

Отпадна вода из производње премазних материјала на бази растварача са помоћним постројењима, добијена квенчовањем дестилата од регенерисања растварача, не сме се испуштати [144].

Табела 7.18.- Граничне вредности емисије пре мешања са осталим отпадним водама на нивоу погона⁽¹⁾

Параметри	Јединична мера	Течне дисперзионе боје, синтетички смолама умрежен гипс, водорастворни премазни материјали	Судови чишћени са хидроксидима натријума из производње премазног материјала базираног на растварачима
Баријум	mg/dm ³	2	2
Олово	mg/dm ³	0,5	0,5
Хром IV	mg/dm ³	0,1	0,1
Укупни хром	mg/dm ³	0,5	0,5
Кобалт	mg/dm ³	1	1
Бакар	mg/dm ³	0,5	0,5
Никал	mg/dm ³	0,5	0,5
Цинк	mg/dm ³	2	2
Калај	mg/dm ³	-	1
АОХ	mg/dm ³	1	1
VOC	mg/dm ³	0,1	-

(1) Вредности се односе на 2-часовни узорак

АОХ – адсорбујући органски халоген, VOC (Волатилна органска једињења)

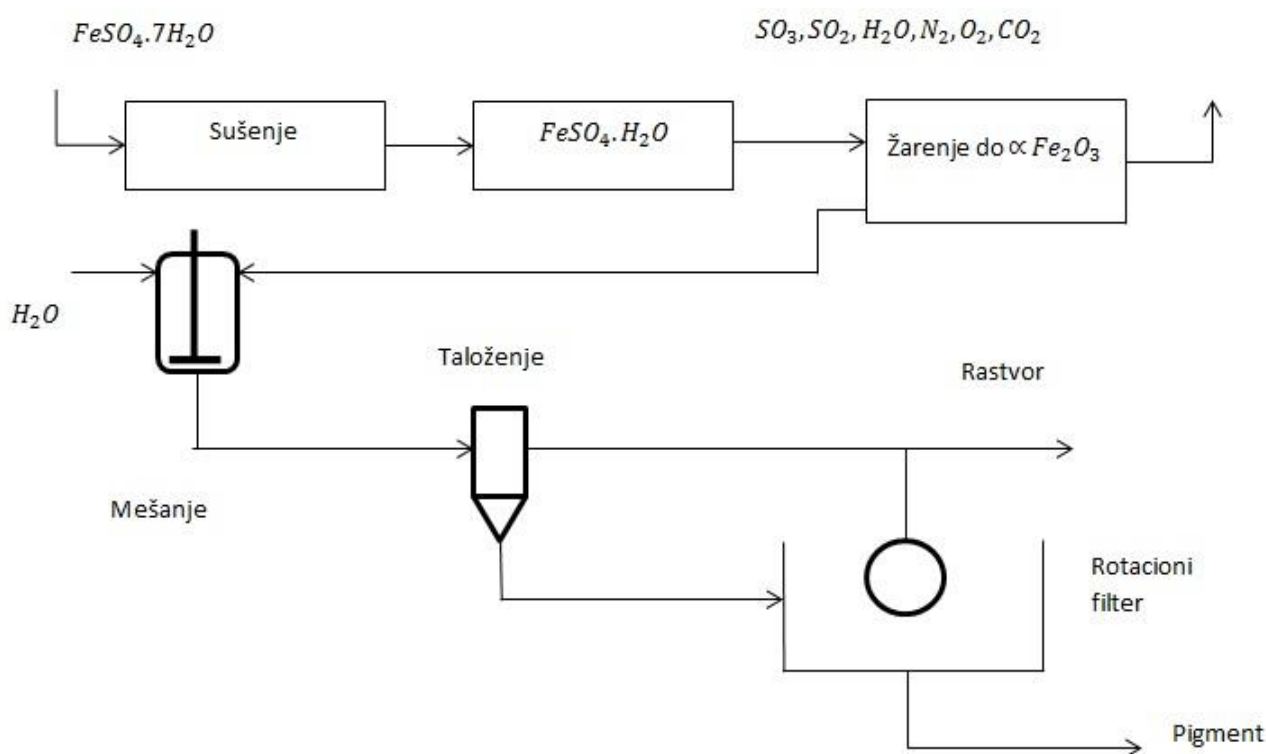
Граничне вредности емисије за АОХ и VOC (сума трихлоретена, перхлоретана, 1,1,1-трихлоретана, дихлорметана-израчунато као хлор) се односе на случајне узорке. Захтеви за VННС (волатилни халогени угљоводоници) се сматрају испуњеним обезбеђивањем доказа да се халогеновани угљоводоници не користе у производњи нити за чишћење [144].

Производња неорганских пигмената и ГВЕ за воде из објеката и постројења за производњу неорганских боја [82]. Минерални пигменти су група продуката са одређеном нијансом неке индустријске боје, боје за бојење полимера, боје за бојење хартије, боје за бојење сапуна и других продуката.

Минерални пигменти се готово увек користе као дисперзија у некој течности и као први услов за пигмент је захтев да се не раствара у тој течности. По хемијском саставу пигменти су готово увек једињења метала: оксиди, сулфиди, хидроксиди или соли (сулфати, карбонати, силикати итд.). Као пример производње пигмената на слици 7.10. приказана је шема производње црвеног пигмента на бази оксида гвожђа.

Свака група корисника пигмената има своје специфичне захтеве који се односе на величину честица (не само просечну него и дозвољени распон пречника честица), стабилност пигмента у условима примене (у односу на дејство ваздуха, влаге, топлоте, светлости итд.) при чему је додатно важно и питање токсичности и заштите животне средине.

У табелама 7.19. и 7.20. су приказане ГВЕ за воду чије загађење потиче првенствено од производње следећих неорганских пигмената: оловни и пигменти са цинком; кадмијумски пигменти; литопони, цинк-сулфидни пигменти и преципитовани баријум-сулфат; силикатне испуне; пигменти који садрже гвожђе-оксид, пигменти који садрже хромне оксиде и миксиране боје [144].



Слика 7.10. - Шема производње црвеног пигмента на бази оксида гвожђа

Табела 7.19. - Граничне вредности емисије на месту испуштања у површинске воде^(1,II)[145]

Параметар	Јединица мере	Област ^(III)						
		1	2	3	4	5	6	7
Хемијска потрошња кисеоника(НРК)	mg O ₂ /dm ³	100	150	100	-	-	70	100
	kg/t	-	-	-	0,6	4	-	-
Амонијак (као NH ₄ -N)	mg/dm ³	-	-	-	-	10	-	-
Сулфати	kg/t	-	-	-	600	1600	1200	-
Сулфиди	mg/dm ³	-	-	20	-	-	20	-
Гвожђе	kg/t	-	-	-	-	0,5	-	-
Токсичност за рибе (Т _F)		2	2	2	2	2	2	2

(I) Вредности се односе на 2-часовни узорак. Оптерећење је израчунато из концентрационих нивоа случајног узорка или 2-часовног композитног узорка и из запреминског протока отпадне воде који одговара узроковању.

(II) Не примењује се на отпадну воду из производње високо дисперзних оксида и пигмената носача, нити на воду из посредних расхладних система и постројења са третман процесне воде.

(III) У случају производње гвожђе-оксидних пигмената (област 5), захтеви за сулфат ће се применити само на производњу базирану на методи преципитације и Penniman методи. На производњу базирану на анилин методи, за сулфат ће бити примењен ниво од 40 kg/t. Захтеви за гвожђе ће бити примењени само на гвожђе-оксидне пигменте и технички гвожђе-оксид. За бистре и високо-чисте гвожђе-оксидне пигменте, биће примењена вредност од 1 kg/t.

Табела 7.20. - Граничне вредности емисије пре мешања са осталим отпадним водама на нивоу погона^(I)

Параметар	Јединица мере	Област ^(II,III,IV)					
		1	2	3	5	6	7-
Анилин	kg/t	-	-	-	0,5	-	-
Баријум	mg/dm ³	-	-	2	-	-	-
Олово	kg/t	0,04	-	-	-	-	-
Кадмијум	mg/dm ³	-	-	0,01	-	-	-
	kg/t	-	0,15	-	-	-	-
Укупни хром	mg/dm ³	-	-	-	-	-	0,5
	kg/t	0,03	-	-	-	0,02	-
Кобалт	mg/dm ³	-	-	-	-	-	1
Бакар	mg/dm ³	-	-	-	-	-	0,5
Никал	mg/dm ³	-	-	-	-	-	0,5
Сулфиди	mg/dm ³	-	-	1	-	-	-
Цинк	mg/dm ³	2	2	2	-	-	0,5

(I) Вредности се односе на -часовни узорак

(II) У случају производње гвожђе-оксидних пигмената (област 5), захтеви за анилин ће се примењивати за производњу базирану на анилин методи.

(III) Специфични нивои оптерећења, који су специфични од производње (кг/т) код добијања кадмијумских пигмената, односиће се на количину употребљеног кадмијума.

(IV) Оптерећење контаминантима је израчунато из концентрационих нивоа случајног узорка или 2-часовног композитног узорка и запреминског протока отпадне воде који одговара узроковању.

Да би се постигле ГВЕ за воде, отпадне воде се морају пречишћавати или на ниво погона/активности или заједно на нивоу фабрике у зависности од природе загађујућих материја. У овом сектору настају процесне воде и воде испирања. Кад год је то могуће вода се рециркулише у процес. Отпадне воде садрже високе концентрације

соли и суспендованог чврстог материјала. Први корак у пречишћавању отпадних вода, а понекад и последњи је одвајање суспендованих честица.

Мониторинг вода подразумева систематски надзор појединих хемијских или физичких карактеристика емисије, испуштање отпадних вода у животну средину, еквивалентних параметара или техничких мера, итд. Мониторинг је заснован на поновљеним мерењима или запажањима, са одговарајућом учесталости у складу са документованим и договореним процедурама, и врши се у циљу пружања корисних информација у овом случају о емисији вода из производног циклуса неке технологије или насеља. Ове информације могу да се крећу од једноставних визуелних посматрања до прецизних нумеричких података. Информације се могу користити за више различитих сврха; главни циљ је да се провери усаглашеност са ГВЕ за воде, али такође могу да буду корисне за надзор исправности рада процеса и постројења за пречишћавање отпадних вода, као и за омогућавање доношења бољих одлука о индустријским операцијама и производњи.

Познавање особености и специфичности технолошког процеса је од посебне важности за правилно спровођење мониторинга и добијање репрезентативних резултата мониторинга емисије који су поуздани и који се могу упоредити. Имајући у виду сложеност и трошкове мониторинга, као и чињеницу да се одлуке доносе на основу података из мониторинга, потребно је уложити напор да се обезбеди да су добијени подаци на одговарајући начин поуздани и упоредиви.

Термини мерење и мониторинг су често синонимима у општој употреби. У овом раду они имају следеће значење:

- мерење обухвата низ операција за утврђивање вредности количине, и стога подразумева да се поједини квантитативни резултат мери;
- мониторинг укључује мерење вредности одређеног параметра и праћење варијација његове вредности (како би се омогућило праћење праве вредности параметра у оквиру потребног опсега), повремено, мониторинг може да се односи на једноставне надзоре над параметрима, без нумеричке вредности, односно мерења.

Постоје три главна разлога за спровођење мониторинга:

- Мониторинг мора да идентификује и квантификује перформансе фабрике, и на тај начин омогући надлежним органима да провере усаглашеност са условима дозволе за рад.

- Мониторинг мора да генерише информације за извештај о еколошким перформансама индустрије, на пример, да испуне обавезе извештавања по Закону о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине или у ЕУ по IPPC Директиве или Европског регистра емисија загађивача (EPER). У неким случајевима ове информације се такође могу користити за процену финансијских трошкова и опорезивања (одређивања висине накнаде за испуштање отпадне воде), односно код заједничког пречишћавања индустријских и отпадних вода из домаћинства на градском постројењу за пречишћавање отпадних вода.

Код постављања ГВЕ за воде у дозволама, надлежни органи који издају дозволу треба да размотре како ће извештај о животној средини и процена усаглашености бити изведени и како се најрелевантније информације могу добити са потребним квалитетом, поверењем у резултате, а да при томе не изгубе из вида исплативост.

При пројектовању мониторинга потребно је дефинисати приступ и неопходне критеријуме. Полазна тачка за израду стратегије мониторинга је потребна информација. Често је случај да мониторинг подаци добијени за једну сврху могу добро да послуже у друге сврхе, иако је повремено потребна нека претходна обрада података. На пример, у ЕУ подаци мониторинга усаглашености могу се користити за EPER обавезе извештавања. Због свих ових подела веома је битно тачно дефинисати мониторинг систем и планирати га, тако да се тачно зна његова сврха и фокус. Од велике је важности прикупљене податаке претворити у информације.

Оператери и надлежни органи треба да јасно разумеју циљеве пре почетка мониторинга. Циљеви и систем мониторинга треба такође да буду јасни за било коју укључену трећу страну, укључујући и спољне уговараче и друге могуће кориснике мерних података (нпр. планирани корисници вода, јавне интересне групе итд.)

Сматра се добром праксом да се документују циљеви на почетку, и да се држе под систематском рецензијом. Ове информације могу да укључују разматрање циљева, обавеза, користи корисника података прикупљених током мониторинг програма. Систематска рецензија процеса, доприноси техничком развоју у циљу побољшања квалитета и ефикасности програма. Добијени подаци се могу редовно поредити са циљевима током времена да би се проверило да ли су они испуњени.

Мониторинг је стога корисна инвестиција са широким практичним предностима. Те предности се, међутим, могу у потпуности остварити, када су подаци поуздани и упоредиви и када су добијени на основу одговарајућег програма за праћење квалитета.

У принципу постоје различити приступи који се могу предузети за мониторинг параметара: директна мерења, сурогат параметри, масени биланс, други прорачуни, и емисиони фактори. Међутим, неки од њих неће бити адекватни за одређене примене.

Избор параметара за мониторинг зависи од процеса производње, сировине и хемикалија које се користе у фабрици. Корисно је ако параметар изабран за мониторинг служи такође и за потребе контроле рада постројења.

Методe пречишћавања отпадних вода. Методe на којима се базирају пречишћавања отпадних вода могу се поделити на:

- механичке,
- физичкохемијске,
- хемијске,
- биолошке (микробиолошке).

Процес пречишћавања отпадних вода је сложен, тако да примена неке методe зависи од тога које супстанце садржи отпадна вода и у ком степену оне треба да буду уклоњене. Из тог разлога пречишћавање отпадне воде може да буде: примарно, секундарно и терцијално. Квалитет пречишћене воде се повећава са сваком степену пречишћавања. Најчешће се користе следеће методe пречишћавања отпадних вода:

- механичке методe;
- мешање отпадне воде,
- грубо цеђење,
- уклањање влакана,
- уклањање чврстих честица таложењем,
- одстрањивање течности које се не мешају са водом,
- одвајање чврстих честица хидроциклоном,
- одвајање честица центрифугирањем,
- одвајање честица филтрацијом,
- физичкохемијске методe;
- коагулација,
- флокулација,
- флотација,

- екстракција,
- евапорација,
- адсорпција,
- јонска измена,
- инверзна осмоза
- хемијске методе;
- хемијско таложење,
- неутрализација,
- редукција,
- оксидација,
- аерација,
- биолошке методе;
- анаеробна прерада талоба,
- септитанк,
- метатанк,
- термичке методе;
- упаравање раствора,
- сушење и разарање остатака из процеса упаравања,
- заштита од отпадака;
- поновно коришћење отпадака,
- спаљивање отпадака,
- пиролиза отпадака,
- депоновање у депоније за опасан отпад,
- депоновање на санитарним пољима.

7.3.2.9. Мере заштите земљишта

Принципи нормирања штетних супстанција у земљишту се значајно разликују од принципа на којима се заснива њихово нормирање у атмосферском ваздуху и водама. Разлика је условљена тиме што је непосредно доспевање штетних супстанци кроз земљиште у организам човека мало и ограничено је на неколико случајева (ручна обрада земље, земљишна прашина, игра деце у прашини итд.). Хемијске супстанце доспеле у земљиште; у организам човека доспевају преко ваздуха, воде и биљака које

су у контакту с њим; по биолошком ланцу: земљиште-биљке-човек; земљиште-биљке-животиње-човек, итд. При томе се у обзир узимају и други чиниоци, који у природним условима утичу на квантитативни садржај и понашање хемијских супстанци у земљишту (тип земљишта, механички састав, морфологија, микробиоценоза, рН, температура, влажност итд.).

Максимално дозвољена концентрација хемијске супстанце у граничном слоју земљишта је она концентрација изражена у mg/kg која не изазива непосредно или посредно негативно дејство на средине које долазе у контакт са земљиштем, здравље човека као и на способност самопречишћавања земљишта.

При оцењивању загађености земљишта узимају се у обзир резултати хемијског, бактериолошког и хелминтолошког испитивања.

У нашој земљи још не постоје нормативи на основу којих би се могло утврдити да ли постоји прекомерно загађење земљишта. Норме које постоје односе се на пољопривреду и нису подобне за хигијенско-медицинске сврхе.

Хемијским испитивањем земљишта се утврђује присуство и количина састојака који настају као продукт разградње органских материја. Тако се испитује количина органског азота, амонијака, нитрита, нитрата, хлорида, органског угљеника и фосфорне киселине. Ова испитивања се не могу поредити са стандардима (као што су на пример стандардне норме за воду за пиће). Према томе оцена се односи на поређење са неким земљиштем које није загађивано.

Међутим од значаја је хемијска анализа на штетне и токсичне материје, којих нормално нема у земљишту (тешки метали, пестициди итд.).

Методe пречишћавања земљишта. Методе и технологије пречишћавања земљишта се још називају и ремедијационе технологије, јер се примењују за обнављање земљишта. Основни циљ им је спречавање даљег загађења земљишта. Ове технологије су релативно нове и могу се сврстати у неколико група, према Америчкој агенцији за заштиту животне средине:

- биолошко обнављање,
- хемијска обрада,
- термичка обрада,
- екстракција испарења,
- испирање земљишта,
- остале методе.

Суштина биолошког обнављања је у томе да се органске загађујуће супстанце у земљишту обрађују са микроорганизмима при чему настају нетоксична једињења (неорганска и/или органска) која су подложна даљој разградњи.

Хемијско обнављање земљишта подразумева детоксикацију органских загађујућих супстанци, које не могу другим методама да се уклоне (метали).

Термичка обрада земљишта се своди на удување врелог ваздуха, који штетна испарења тера на површину, кондензује их или уништава сагоревањем.

Метода екстракције гасовитих и испарљивих супстанци се примењује код порозних земљишта у која се забијају порозне цеви, кроз које се на већим дубинама удувава ваздух, а на плићим дубинама усисава.

Метода испирања земљишта се примењује за уклањање загађујућих супстанци које се не могу уклонити претходно наведеним методама. Испирају се неорганске загађујуће супстанце (пре свега тешки метали) и органске супстанце, које се претходно растворе у одговарајућа уља.

Различите физичке, физичкохемијске и хемијске методе, представљају групу осталих метода, које нису много распрострањене јер се користе у специфичним случајевима.

7.3.2.10. Мере превенције

Мере за превенцију континуиране контаминације и хемијских удеса односе се на контролу техничко-технолошког процеса и његове безбедности и локације постројења и опреме; као и на кординирани рад служби заштите на раду, пожара и експлозије и животне средине. Исто тако превентивне мере обухватају: обуку радника, усавршавање средстава заштите и деконтаминације, као и мониторинг животне средине.

Посебно је значајно информисање јавности и то не само о ризицима који могу угрозити простор и људе ван круга фабрике, већ и о ризицима унутар фабрике. У развијеним земљама јавност је одавно постала осетљива на проблеме еколошког ризика, а у последње време је све осетљивија и у нашој земљи.

Мере превенције одређују се проценом опасности, а састоје се у:

- адекватном одређивању зоне заштите удаљености опасних технологија од насеља итд;
- преиспитивању постојеће технологије, локације постројења, средстава личне и колективне заштите и контаминације, обуке и увежбавања запослених и

сарадње са државним органима;

- усклађивању и организацији служби заштите и сарадњи са стручним организацијама;
- усавршавању система мониторинга и надзора;
- активирању средстава јавног информисања;
- отклањању уочених техничко-технолошких недостатака.

Да би се вероватноћа настанка удеса при складиштењу и манипулацији опасним материјама задржала на ниво којим се може управљати ризиком потребно је обрадити и иновирати постојећу документацију која се односи на извршене ремонтне радове, сервисирање, замену делова, атестирање и контролу уређаја и опреме.

Потенцијални удеси и континуиране емисије оцењују се на основу вероватноће настанка ризика и последице удеса и загађења животне средине и то:

- вероватноћа настанка ризика, последица удеса и ниво ризика одређени су Пројектом процена опасности за погон/складиште;
- за све ризике чија је вредност ВЕЛИКИ (IV) и ВЕОМА ВЕЛИКИ (V) руководилац службе безбедности на раду; издаје запис који доставља Координатору тима за одговор на контаминацију при складирању и руковању опасним материјама са захтевом да се спроведу мере приправности.

План заштите од контаминације треба да садржи [30]:

- организацију безбедности и заштите (име и презиме одговорних лица, односно групе лица у предузећу, улогу сваке особе у групи и њихове бројеве телефона);
- процену ризика од опасних материја (количинама, локалитету, карактеристикама), система заштите од пожара, других система заштите и сл.;
- процену ризика у околини;
- поступке у случају контаминације у систему информисања;
- одређени број подсистема;
- опрему и средства одговора (опрема противпожарне заштите, медицинска средства заштите; заштитна одећа, изолациони апарати, заштитне маске и одговарајућа цедила и друга средства личне и колективне заштите; опрема

везана за специфичности опасних материја и опасних активности);

- разрађен план вежби и провере знања запослених у предузећу и грађана, система безбедности и заштите на раду;
- писана упутства о поступцима у случају контаминације за свако постројење посебно;
- јасно дефинисану улогу и обавезе сваког учесника у одговору на контаминацију;
- шему руковођења и координације међу лицима која учествују у одговору на контаминацију;

Нормативна правна акта за мере превенције:

- правилник о безбедности и здравља на раду, заштити од пожара;
- план мера приправности, превенције и одговора на контаминацију при руковању опасним материјама и план заштите од пожара и експлозија;
- процедуре реаговања на контаминацију;
- упутство за безбедан рад са опасним материјама.

7.3.2.11. Мере приправности на контаминацију

Циљ процеса безбедности друштва је да се обезбеди заштита и реаговање на ризике ненамерних, намерних и природно изазваних акцидената, криза и катастрофа које ремете и имају последице по људе и кључну инфраструктуру.

Правилно управљање озбиљним инцидентом захтева систематско планирање приправности, реаговања и опоравка, уз поштовање 3 фазе ванредне ситуације/кризе „пре“, „током“ и „након“.

Ради подршке управљању ванредним ситуацијама и кризама ISO стандардизација обезбеђују систем управљачких стандарда у погледу заштите и безбедности:

ISO 27000	Информативна безбедност
ISO DIS 31000	Управљање ризицима
ISO 22000	Безбедност хране
ISO 22300	Безбедност друштва (на раду)
ISO 9000	Менаџмент квалитета
ISO PAS 22399	Безбедност друштва-Смернице за спремност за инциденте и управљање континуитетом пословања

Приступ безбедности друштва мора узети у обзир следеће основне факторе и начин међусобног деловања и међусобне зависности:

- претње које могу утицати на друштвене функције;
- делови друштва који ће узајамно деловати и/или бити погођени ризицима, и делови друштва који имају одговорност за управљање ризицима и реаговање на инциденте;
- средства која ће се користити за управљање оваквим врстама ризика пре, током или после акцидента.

Циљ управљања ванредним ситуацијама/кризама је да се избегне потпуни распад функционисања кључне инфраструктуре општине, региона или државе и брз повратак у нормално стање. Како би се постигао овај циљ, цео процес управља ванредним ситуацијама/кризама има осам фаза:

Анализа претње – Процена ризика – Анализа деловања – Спречавање – Приправност – Реаговање/Ублажавање последица – Континуитет – Опоравак.

На овај начин је могуће у потпуности описати деловање на безбедност организације или процеса. Процена ризика, оцена ризика, спречавање и приправност су фазе које се морају спровести пре него што дође до акцидента. Процењен ризик се може умањити превентивним мерама. На крају се преостали ризик мора упоредити са прихватљивим ризиком. У случају да не постоји дефиниција прихватљивог ризика путем аналитичких метода или законских прописа, може се користити принципом ALARA (што је ниже реално могуће).

Посебном одлуком надлежног органа (у предузећу, општини, граду, Републици) именује се Тим за израду плана заштите од удеса. По завршетку израде плана заштите, овај тим се именује као Тим за координацију одговора на контаминацију.

Планови заштите од контаминације (на свим нивоима доношења и израде) морају бити међусобно усаглашени и усклађени, као и са плановима заштите од елементарних и других већих непогода, заштите у ванредним условима.

Планови заштите обухватају превентивне мере заштите и мере за ублажавање последица:

- организацију безбедности и заштите на раду;
- процену ризика од опасних активности;
- процену ризика у околини;
- поступке у случају удеса и систем комуникације;

- опрему и средства за одговор на удес;
- писана упутства о поступцима;
- шему руковођења и координације;
- начин пријављивања потребних информација (метеоролошке, медицинске и др.).
- поступке и средства за јављање и узбуњивање;
- поступке и средства за обавештавање становништва;
- поступке за екипе за брзе интервенције;
- план заштитне опреме, техничких и других средстава за одговор;
- план евакуације и збрињавања повређених;
- план санација последица удеса;
- план мониторинга животне средине после удеса.

Уколико тим за координацију који је одговоран за управљање ризицима условљеним руковањем опасним материјама, констатује да се вероватноћа настанка удеса увећава, координатор тима проглашава мере приправности и издаје следеће записе: о повећању нивоа ризика од настанка удеса, о обавештавању директора и координатора тима; о ангажовању (мобилизацији-сталном дежурству и тсл.) тима за координацију одговара; о ангажовању средстава и опреме за одговор, о издавању упутствима за случај настанка контаминације.

7.3.2.12. Мере одговора на контаминацију

Циљеви реаговања на акцидент су:

- спасити животе, смањити опасност и деловање на виталне функције друштва;
- ограничити штетна дејства;
- узбунити организације и актере;
- упозорити јавност;
- пружити подршку одлукама командовања и контроле;
- подржати интероперабилност између учесника;
- омогућити сарадњу и координацију међу учесницима;
- правовремене, релевантне и прецизне информације.

Реаговање је део фазе „током“ акцидента. То подразумева почетак реаговања, заштиту становништва, командовање и контролу, информисање званичних органа и медија и ублажавање последица. Континуитет и опоравак почињу што је брже могуће након што се догодио инцидент не чекајући крај фазе реаговања.

Ефикасно реаговање на акцидент. Неопходне су основне функције, укључујући структурирано командовање и контролу, систем координације и сарадње како би се успоставили и спровели сви командни процеси, олакшао проток информација и координација и сарадња између организација, агенција и осталих учесника. Структуриран и ефикасан систем командовања и контроле требало би да избегне озбиљне организационе и оперативне блокаде. Шансе да се блокаде јаве веће су када је неопходно пружање помоћи у националним и трнснационалним инцидентима који се тичу безбедности друштва. Очигледно је да су структура и надлежност реаговања на акцидент у многим земљама засновани по постојећим законским условима. Принципи командовања и контроле обично се користе у оквиру појединачних организација, али се такође протежу на више организација уз употребу принципа координације и сарадње. Командовање и контрола састоји се из три основна дела: организације командовања, процеса командовања и командне инфраструктуре.

Лице које је одговорно за све аспекте реаговања на акцидент има подршку осталих носиоца функција у његовом командном тиму/штабу. Ове кључне улоге и надлежности у систему командовања и контроле треба да одговарају размери акцидента и треба да обухвате барем следеће:

- упознавање са ситуацијом и планирање,
- доношење одлука и спровођење,
- логистичку подршку,
- медије и штампу,
- везе између организација, актера и невладиних организација које учествују у реаговању,
- људство, администрација и финансије,
- везе и пренос,
- узбуњивање и контакте,
- заштиту и безбедност,
- везе са привредом и приватним службама.

Одговор на хемијски удес обухвата фазе:

- Посматрање
- Оријентација
- Одлучивање
- Анализа ситуације, планирање и доношење одлука
- Прикупљање и уступање информација
- Процену ситуације и предвиђање
- Планирање
- Заједничко доношење одлука
- Спровођење одлука
- Повратне информације и контролу.

Координација међу организацијама које су ангазоване, као на пример полиција, ватрогасне бригаде, медицинске службе, војска, обезбедиће и направити приоритете циљева како би се постигла ефикасна и одржива сарадња на терену између организација које ће координирати путем:

- интероперабилност веза, географске мреже и мреже управљања информацијама;
- спровођења плана тока комуникације и смерница за комуникацију;
- идентификација кључних потреба;
- управљање ресурсима;
- спровођење политике уступања информација и упознавања са ситуацијом;
- идентификације заједничких и транспортних процедура доношења одлука;
- припреме и спровођења мреже логистичке подршке;
- континуитета процеса координације уз флуктацију ангазованог особља;
- уступање информација у сарадњи и координацији.

На основу првих информација о хазардном догађају (место, време, врсте и количине опасних материја, прелиминарне процене ризика по животну средину итд), почиње одговор на удес. Одговор на удес почиње у предузећу и за I ниво (ниво опасних материја) и за II ниво (ниво индустријског комплекса).

Уколико тим за координацију одговоран на удес процени постојање последица по ширу околину активирају се планови заштите општине, града или Републике. Тим за координацију одговоран за хемијски акцидент врши: процену обима последица удеса, успостављање континуираног (комплетног) мониторинга животне средине, доношење одлуке о евентуалној евакуацији становништва и животиња, координира субјекте одговора на удес.

Субјекти одговора на удес су службе и органи:

- органи унутрашњих послова,
- средства везе ватрогасне,
- медицинске,
- комуналне,
- хидрометеоролошке,
- техничке екипе за санацију,
- комуналне,
- обавештајне,
- војне,
- цивилне заштите.

7.3.2.13. Мере отклањања последица контаминације (санација)

На основу квалитативно-квантитативне анализе испуштених опасних материја, након хемијског удеса или континуиране контаминације и величине површине захваћене контаминацијом врши се санација последица. Континуирани мониторинг врши се у току и на крају санације и хронолошки се прати стање на ризичној локацији и шаље извештај надлежним органима.

У зависности од обима хемијског удеса одлуку о почетку санације доноси координатор плана заштите (општина, град, Република), када опасност више не постоји (пожар, експлозија, испуштање опасних материја). Санација представља последњу (трећу фазу) у управљању еколошким ризиком са циљем да се животна средина обнови и врати у претходно стање.

Извештај о удесу (план санације удеса) мора да садржи: време потребно за санацију, дефинисани простор санације, снаге и средства, начин информисања, трошкове, континуирани мониторинг радне и животне средине; узрок, развој и последице удеса.

Хемијску деконтаминацију спроводи Ватрогасна јединица, својим средствима и опремом, као и материјама за деконтаминацију, пре свега водом, пеном, разблаженим хемикалијама и слично.

Рашчишћавање места удеса од уништене и оштећене опреме и инсталације, врше техничке и интервентне екипе са одговарајућом опремом.

Представници заштите на раду и лабораторије уз ангажовање надлежне институције акредитоване за контролу услова радне средине и стања животне средине, обављају стални надзор постудесне ситуације, врше мерења критичних параметара и мониторинг радне и животне средине на нивоу комплекса.

Размишљање о ризику од хемијског удеса треба да почне са првом идејом о изградњи објекта у коме ће се обављати активности са опасним материјама. Процес управљања ризиком обавља се пре изградње објекта (избор локације, планска и пројектна документација), у току експлоатације и после затварања објекта. Што се тиче транспорта опасних материја, размишљање треба усмерити на забрану саобраћаја возилима које превозе опасне материје појединим деоницама друмске, железничке и пловне инфраструктуре.

За управљање ризиком одговорни су надлежни органи републике и локалне управе, урбанисти, пројектанти, инвеститори, руководства предузећа која користе опасне материје и радници који рукују опасним материјама. Органи државне управе треба да обезбеде законску регулативу, урбанисти адекватну локацију, пројектанти и инвеститори су одговорни за избор поуздане технологије, руководства предузећа су обавезна да успоставе ефикасан систем управљања ризиком и одговарајућу климу унутар компаније, као и према окружењу (државна управа, јавност). Радници који непосредно рукују опасним материјама дужни су да спроводе упутства за безбедан рад и мере заштите у случају удеса.

Предузеће (правно лице, предузетник) које ради са опасних материјама дужно је да има анализу опасности од хемијских удеса или континуиране контаминације и сагласност надлежног министарства за заштиту животне средине и просторног планирања Републике Србије. Поред овога, предузеће мора да: има план заштите од удеса, да спроводи превентивне и заштитне мере управљања еколошким ризиком из тог плана, води евиденцију о врстама и количинама опасних материја, изради план безбедности, прибави дозволу за сваку врсту рада са опасним материјама, у случају контаминације да поступи по плану заштите од удеса.

У зависности од нивоа опасности, односно којом опремом се врши санација, удеси су сврстани у три ризичне групе:

- ризична група I (санација се врши стандардним средствима и опремом);
- ризична група II (посебном додатном опремом);
- ризична група III (специјалном опремом).

У случају када ризик није могуће прецизно проценити, препоручује се сврстати га у категорију већег ризика. Санација удеса у транспорту припада другој ризичној групи, осим ако се превозе велике количине опасних материја када је трећа група. Терористички напади и саботаже спадају у трећу ризичну групу.

Процена тока санације. За процену стања у току санације потребни су подаци о опасним материјама: физичко-хемијске особине, постројењу из кога су испуштене, количинама и врстама, концентрацији у атмосфери радне и животне средине, реактивности, запаљивости, експлозивности, корозивности.

Информације за процену ситуације током санације добијају се најчешће индивидуалном перцепцијом (опажањем), односно непосредним путем од лица (возачи, обучени појединци из техничких екипа итд) која су присутна након хемијског удеса или континуиране контаминације. Много поузданији извори информација су техничка документација, континуирани мониторинг радне и животне средине, као и подаци о метеоролошкој ситуацији и временској прогнози.

На основу добијених напред наведених параметара, који се уносе у софтверске системе врши се процена повредивих зона у индустријском комплексу и ван њега. Тако се добија процена о обиму и степену угрожености становништва, живог света, неживе природе и материјалних добара; продору опасних материја у сфере животне средине, као и у урбаној средини (објекти, канализација, итд).

Деконтаминација. Предузимање одговарајућих заштитних превентивних мера за спречавање контаминације директно утиче на њено смањење или потпуно елиминисање. Ако се ипак десила контаминација становништва, живог света, неживе природе или материјалних добара; циљ деконтаминације је уклањање или трансформисање опасне материје у нештетну.

Наука разликује природну и вештачку деконтаминацију.

Природа сама себе пречишћава под повољним метеоролошким условима за дужи временски период. У тим случајевима вештачка деконтаминација нема сврхе, а посебно из разлога неекономичности (захтева снаге и средства).

Вештачка деконтаминација се врши у свим случајевима када је немогућа природна. Техничко-технолошке мере и поступци ради уклањања, неутралисања или уништавања опасних материја са свих контаминираних површина представља вештачку деконтаминацију. При деконтаминацији контаминираних површина треба строго водити рачуна да исте не дођу у додир са неконтаминираним површинама. Исто тако, контаминиране унутрашње површине (објекти, уређаји, постројење, опрема, транспортна средства и остала средства рада) представљају посебан проблем јер захтевају специфичне поступке деконтаминације. Према томе, за деконтаминацију унутрашњих површина треба предходно:

- извршити квалитативно-квантитативну анализу опасних материја и избор одговарајућих деконтамината и поступака деконтаминације;
- обезбедити квалитетну вентилацију за лако испарљиве супстанце;
- за постојане контаминанте вршити деконтаминацију у целом објекту или по деловима у зависности од конструкције истог;
- треба проценити врсту деконтаминанта, јер оксидациони деконтаминанти могу да оштете осетљиве електронске уређаје и опрему, без обзира што су добра средства.

Методe и поступци неутрализације опасних материја. Неутрализација опасних материја врши се методама: физичким, физичко-хемијским и биолошким. Примена одређене врсте методе или метода зависи од природе техничко-технолошког удеса или континуиране контаминације као и од економских услова.

За спречавање простирања примарног облака (гасовити или аеросолни), који је формиран испуштањем гасова под притиском, лако испарљивих једињења или честичних супстанци користе се методе: коагулација, хемисорпција, кондензација, гасовити реагенси, катализатори, итд. Физичко-хемијским истраживањима у метеорологији утврђено је понашање примарних облака, односно њихове фазне трансформације, а на основу тога су утврђене ефикасне методе за ограничавање њиховог простирања.

Разливане опасне материје се уклањају или неутралишу воденим, водено-органским или органским растварачима; суспензијама, емулзијама, пенама, прашковима. У ове растворе се уводе различите примесе и додаци ради повећања њихове ефикасности у спречавању разливања и за смањење брзине испаравања. Као додаци се користе: сорпциона средства, хемијске пене, филмови, органски растварачи,

адхезиви, стабилизатори, диспергатори, итд. Веће количине разливане течности се уклањају препрекама од различитих материјала (песак, земља, итд) или претакањем пумпама у посебне резервоаре.

Деконтаминирани порозне површине објеката третирају се различитим суспензијама, а опасне материје на металним површинама се уклањају емулзионим смешама (органски растварачи, хемијски активне супстанце).

Најефикасније средство за уклањање опасних материја је пена са хемијским активним супстанцама. Деконтаминационо средство у виду пене смањује количину испуштања опасне материје, има способност да гаси пожаре чврстих и течних материја, доводи до изоловања већ формираних гасова и пара токсичних супстанци. Органске опасне материје могу да се уклоне и методом биолошке деконтаминације помоћу припремљених микроорганизама. Тако се уклањају токсичне органске супстанце из земљишта, или из посебних базена са активним муљем (бензен, фенол, крезол, итд).

Средства, уређаји и опрема за санацију. За санацију се користе различита средства, уређаји и опрема: моторне пумпе, ватрогасна возила (цистерне са водом и цистерне за деконтаминацију), ватрогасни бацачи, генератори пене, млазни уређаји итд.

За уклањање токсичних облака у атмосфери користе се снажни вентилатори који ефекат постижу струјањем и аерацијом. Млазни уређаји врше деконтаминацију атмосфере убризгавањем активних супстанци у струју топлог ваздуха. Спречавање простирања токсичних облака врши се и формирањем завеса. Формирање водених завеса врше уређаји за распршивање, обично удаљени око 20 метра од места испуштања опасних гасова и пара. Ватрене (димне) завесе се примењују у случајевима када токсични гасови не граде експлозивне смеше, односно долази до паљења контаминационог облака.

Возила са млазницама се користе у случајевима разливања опасних материја већих размера. Специјалним авионима врши се неутрализација водом, растварачима и пеном.

Грађевинска средства (булдожери, багери, грејдери, скрепери, итд) користе се за деконтаминацију земљишта са чврстим опасним материјама тако што пребацују контаминирани слој на место за накнадну неутрализацију.

Мере заштите при санацији. Руководилац тима за деконтаминацију врши:

- утврђивање извора и обима контаминације;
- одређивање граница опасне зоне;

- предузимање мера за спречавање развоја контаминације;
- изолацију контаминације;
- информисање посебно оних који су угрожени;
- организовање пружања прве помоћи;
- разрађивање плана деконтаминације (редослед активности, снаге, средства, опрема, уређаји, задаци јединицама, контрола деконтаминације, медицинске и мере заштите, лична и колективна заштитна средства).

Снаге за санацију. У зависности од природе и обима санације снаге за санацију су:

- специјализоване ватрогасне јединице;
- нападне снаге;
- снаге за допремање;
- снаге за деконтаминацију;
- војне јединице.

Санацију мањем обима врше ватрогасне јединице самостално (прве и основне мере заштите запослених и становништва).

Заустављање испуштања опасних материја (заптивање, техничко-технолошку помоћ) врше нападне снаге. Ове снаге са заштитном опремом спашавају становништво и животиње, обавештавају о врстама и количинама опасних материја, врше мониторинг животне средине итд.

Снаге за допремање снабдевају све остале снаге за санацију одређеним средствима, уређајима, опремом, медицинским и другим материјалима.

Снаге за деконтаминацију утврђују место контаминације, врше деконтаминацију у њему и његовој околини, обезбеђују воду и чувају доказе о узроку удеса.

8. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА И ПРАВЦИ ДАЉЕГ ИСТРАЖИВАЊА

На основу спроведеног истраживања и резултата истраживања који се презентовани у раду може се констатовати следеће:

- Предмет истраживања је у оквиру садржаја науке о заштити животне средине и представља интегрални део њеног знања.
- Предмет истраживања је развој методологије координације процене и управљања еколошким ризиком у индустрији боја и лакова, односно формирање нове синтетичке методе, јер свака процена било ког елемента опасности (супстанца, постројење, објекат, саобраћајно средство и остала средства рада) има свој корелат у мерама и поступцима превенције, приправности и одговора на контаминацију (континуирану или удесну) ради спречавања вероватноће њеног настанка и будућих последица, а све то подразумева управљање еколошким ризиком.
- Контаминација (континуирана и удесна) животне средине (земљиште, вода, ваздух), за време мира или рата, спада у ред најактуелнијих проблема савременог света.
- Предмет истраживања је реализован, основни циљ истраживања је постигнут, јер је одређена узрочно-последична веза између процене и управљања еколошким ризиком.
- Предмет истраживања има теоријски и практични значај и са тим представља и друштвени интерес. Ово истраживање је научни допринос у развоју методологије координације процене и управљања еколошким ризиком.
- Друштвена оправданост предмета истраживања је у томе што оно подиже на већи ниво знање и искуство свих субјеката процене и управљању еколошким ризиком, односно доводи до већег степена свести о потреби смањења или елиминисања ризика од контаминације (континуиране или удесне).
- Основна хипотеза је детерминисала истраживање на формирање модела те

функционално-каузалне зависности: деловање супстанце-процена последица по животну средину-предузимање управљачких мера. Истраживање је доказало основну и помоћне хипотезе, које су међусобно сагласне, односно примена датог модела координације процене и управљања еколошким ризиком спречава настанак контаминације или ризик од ње своди на прихватљив ниво.

- При истраживању су примењене опште научне метода, посебне метода сазнања, као и специјалне методе (примењују се само у области ризика). На основу синтезе неких елемената ових постојећих метода, дат је прилог формирању нове методологије, која на вишем нивоу координира два основна процеса еколошког ризика (процену и управљање).
- Само синергетска примена метода, односно садејство метода за процену ризика и метода управљања ризиком може омогућити редукцију ризика на прихватљив ниво. Адекватно управљање ризиком је могуће само ако претходи стручна процена ризика на основу научних метода, јер је процена ризика анализа, посебна метода сазнања, за утврђивање фактора ризика по здравље људи, неживу природу, живи свет и материјална добра. На основу процене ризика управља се ризиком одређивањем приоритета за предузимање мера; како ризик не би настао, ако је настао да се не повећава, да се смањи и/или потпуно елиминише ако је могуће.
- У индустрији боја и лакова основни извор загађивања радне и животне средине су пигменти (неоргански и органски) у спрашеном стању и лако испарљиви растварачи (органски) у радној средини, а преко ње у све сфере животне средине. У раду је теоријски претпостављено да свака супстанца, која улази или излази из технолошког процеса (сировина, међупроизвод, финални производ, отпад) може да доспе у сфере животне средине (воду или ваздух), при континуираној емисији или хемијским удесом.
- У раду је индустрија боја и лакова, као загађивач радне и животне средине, сагледана са свих потребних аспеката њеног утицаја на животну средину (човека, живи свет, неживу природу и материјална добра). Из тог разлога су изложена постојећа, примарна, теоријска знања о опасностима, изворима загађења, индустријским објектима, опасним материјама, континуираној емисији, хемијским удесима, еколошким ризику, процени и управљању

еколошким ризиком, постојећим методама за управљање еколошким ризиком. На основу такве опсежне теоријске покривености рада најбоље се види место и улога индустрије боје и лакова, у условима њеног деловања на животну средину.

- Истраживана индустрија боја и лакова је комплексно обрађена, односно замишљена је као хибрид више индустријских комплекса, ове гране хемијске индустрије различитог технолошког нивоа, јер свака појединачна конкретна фабрика не производи све врсте боја и лакова и не користи све наведене супстанце. Зато су у раду обрађене 142 супстанце, односне њихове физичко-хемијске особине и токсикологије, које се налазе у сировинама, међупроизводима, финалним производима и отпаду.
- Утицај индустрије боја и лакова на животну средину је објашњен врстама опасности, изворима загађења и објектима којима ова индустрија угрожава животну средину у својој околини.
- Од укупног броја супстанци које индустрија боја и лакова користи у производњи издвојене су опасне материје на основу својих општих, пожарно-експлозивних и токсичних особина; а посебно опасне материје које се најчешће користе и то у већој количини од осталих.
- Процена еколошког ризика је теоријски тако разрађена да обухвата: системско схватање, процес, формулацију, анализу, карактеризацију, и представљање еколошког ризика; процену последица, здравствени ризик и сценарио хемијског удеса.
- Управљање еколошким ризиком је обрађено овим редом: модели управљања, нивои прихватљивости еколошког ризика, као и концепт апсолутне безбедности.
- Методологија управљања ризиком у условима континуиране емисије опасних материја и у удесним ситуацијама садржи разраду управљања еколошког ризика, која недостаје у литератури. Управљање еколошким ризиком у стручној и научној литератури је теоријски и по обиму сразмерно мало разрађено у односу на процену еколошког ризика. То представља главну препреку за развој методологије координације процене и управљања еколошким ризиком. Проблем је у раду отклоњен разрадом мера управљања еколошким ризиком; на тај начин свака процена било ког појединог елемента

опасности има одговарајућу управљачку меру за решавање проблема еколошког ризика. Те мере постоје у науци али до сада нису на овај начин систематизоване и у целини, која је у раду интегрални део управљања еколошким ризиком. Тако свака процена било ког елемента опасности (супстанца, постројење, објекат, инсталација, средство рада) има управљачку меру за решавање проблема еколошког ризика.

- У раду је дата оригинална класификација мера управљања ризиком, које кореспондирају са одговарајућим проценама еколошког ризика. На основу поменуте класификације посебно су разрађене мере управљања еколошким ризиком: техничко-технолошке мере, хигијенско-медицинске мере, организационо-кадровске мере, мере заштите од пожара и експлозија, мере заштите земљишта, мере заштите вода, мере заштите ваздуха; превентивне мере, мере приправности, мере одговора на контаминацију и мере санације. Ове мере постоје у литератури, али овако нису систематизоване и дате као део управљања еколошким ризиком.
- Научни допринос представља и систематизација квантитативних параметара (фактора, индекса), који се користе при процени еколошког ризика за све сфере животне средине.
- У раду су објашњене чињенице, не само из предметног истраживања, већ и шире, тако да се истраживање може применити, скоро на све врсте хемијске индустрије, па и на остале индустрије уз одређене корекције и допуне, узимајући у обзир разлике и специфичности.
- Резултати истраживања могу да се користе и за друге врсте ризика. Исто тако, предметна методологија координације процене и управљања еколошким ризиком може да се примењује и код ризика од других стресора (физички, биолошки) са одређеним модификацијама.
- Овако урађено предметно истраживање има довољну продуктивност, односно даљом разрадом могу се извести и нови закључци и нове хипотезе. Развој методологије координације процене и управљања еколошким ризиком, односно предметна методологија ће бити довољно усавршена, када за сваку научно засновану процену ризика од конкретне опасности, у радној средини и у свакој сфери животне средине, постоје утврђене мере управљања еколошким ризиком, у свим условима и ситуационим варијантама.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анђелковић, Б., Крстић И. (2002). Технолошки процеси у животној средини, Универзитет у Нишу, Факултет заштите на раду у Нишу, Ниш.
2. Some Organic Solvents, Resin Monomers and Related Compounds, Pigments and Occupational Exposures in Paint Manufacture and Painting IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 47, IARC, 1989.
ISBN-13 978-92-832-1247-8
3. Abdullah Youssef, Abdal-Rhman (2019). Paints Industry: Raw materials & unit operations & Equipment & Manufacturing & Quality tests,
DOI: 10.13140/RG.2.2.22793.60007
4. Carter, E. R. (2011). Organic solvents: properties, toxicity, and industrial effects, Nova Science Publisher's, New York.
5. UN Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS), 2015
6. Smallwood, M. I. (1996). Handbook of Organic Solvent Properties, John Wiley and Sons, New York.
7. Verschueren, K. (1983). Handbook of Environmental Data of Organic Chemicals. 2nd ed. New York, NY: Van Nostrand Reinhold Co., p. 1131
8. Technical manual – Paint & varnishes industry, CSD Engineers, ISSPPRO, UNIDO, Environmental Management Branch, Vienna, July 2016.
9. Joshi, D. R., Adhikari, N. (2019). An Overview on Common Organic Solvents and Their Toxicity, Journal of Pharmaceutical Research International, 28(3): 1-18, Article no.JPRI.49840,ISSN: 2456-9119.
10. Путанов, П. (1980) Растварачи, Техничка књига, Београд.
11. Henderson, K. R., Jimenez-Gonzalez, C., Constable, J. C. D., Alston, R. S. (2011). Expanding GSK's solvent selection guide – embedding sustainability intosolvent selection starting at medicinal chemistry, Green Chemistry, DOI:

10.1039/c0gc00918k

12. Technical EIA guidance manual for integrated paint industry, IL&FS, Ecosmart Limited Hyderabad, September 2010.
13. Inglis, G. A. G., Fisher, G., Sherwood, J., Binks, P. S., Curzons, D. A. Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures Regulation 1272/2008.
14. Тепић, Г. (2019). Развој методолошког концепта за управљање ризиком у систему опасних материја, Докторска дисертација, Факултет техничких наука, Нови Сад.
15. The Industrial Emissions Directive 2010/75/EU.
16. Lorton, A. G. (1988) Hazardous Waste Minimization: Part III, Waste Minimization in the Paint and Allied Products Industry, JAPCA, 38:4, 422-427, DOI: 10.1080/08940630.1988.10466394. 2012.
17. Nair K. S., Manu, B., Azhoni, A. (2021). Sustainable treatment of paint industry wastewater: Current techniques and challenges, Journal of Environmental Management Volume 296, Page 113105.
18. Regester, M. Larkin, J. (2005). Risk Issues and Crisis Menagment / A Casebook of Best Practice, 3 edition, Chartered Institute of Public Relation, London /Sterling, VA.
19. Gheorghe, A. V. (2011). Integrated Risk and Vulnerability Management Assisted by Decision Support Systems: Relevance and Impact on Governance, Springer Publishing Company, Incorporated ©2011 , ISBN:9048168678 9789048168675
20. Thywissen, K. (2006). Components of Risk: A Comparative Glossary, Bonn, United Nations University
21. Rausand, M. (2011). Risk Assessment: Theory, Methods, and Applications.
22. Пачаиова, Х., Синај, Ј. (2003), Анализа ризик-Настрој пер волбу ефективнеј стратегије удржбу, Праха, Чр: Удржба.
23. Bedford, T., Cooke, R. (2001). Probabilistic Risk Analysis: Foundations and Methods.
24. P. L. (1998). Against the Gods: The Remarkable Story of Risk.
25. Hubbard, D. W. (2009). The Failure of Risk Management: Why It's Broken and How to Fix It.
26. Houseknecht, C. R. (1993). Ecological risk assessment case study. Special review

- of the granular u: A review of ecological assessment case studies from risk assessment. Washington, DC. U.S. Environmental Protection Agency – Risk Assessment Forum.
27. Kleut, N. (2009). О одређивању ризика, *Zaštita u praksi*, str. 15-23, Beograd.
 28. U.S. Environmental Protection Agency, (1998). Guidelines for ecological risk assessment. Washington, EPA/630/R-95/002Fa
 29. Construction and operations of the paint related manufacturing plant of neo paints factory (pty), ltd in brakwater, windhoek, environmental assessment scoping report, Neo Paints Factory (Pty) Ltd - Environmental Assessment - April 2019.
 30. Правилник о методологији за процену опасности од хемијског удеса и од загађивања животне средине, мерама припреме и мерама за отклањање последица („Сл. гласник РС“, бр. 60/94 и 63/94).
 31. Савић, С., Станковић, М. (2011). Теорија система и ризика. Академска мисао, Београд.
 32. Вујовић, Р. (2009). Управљање ризицима и осигурање, Београд.
 33. Шегудовић, Х. (2006). Предности и недостаци метода за квалитативну анализу ризика, ИНФИГО.
 34. Kevin W Knight A. M. (2009). International Standard for the Management of Risk.
 35. Ритз, И. (2013). Методе управљања ризицима по стандарду ИСО 31010, БЦМ Адриатиц.
 36. Chia-Chien, Hsu, Brian, A. Sandford (2007). The Delphi Technique: Making Sense of Consensus.
 37. Manual for the public health management of chemical incidents, WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, ISBN 978 92 4 159814 9, 2009
 38. Marhavalas, P. K., Koulouriotis, D., Gemeni, V. (2011). “Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000–2009,” *J. Loss Prev. Process Ind.*, vol. 24, no. 5, pp. 477–523, (Методологије анализе и процене ризика на радилиштима: О прегледу, класификацији и упоредном проучавању научне литературе периода 2000–2009).
 39. Reniers, G. L. L., Dullaert, W., Ale, B. J. M., Soudan, K. (2005) “Developing an external domino accident prevention framework : Hazwim,” *J. Loss Prev. Process*

- Ind., vol. 18, pp. 127–138.
40. Hazard Analysis Techniques for System Safety, Author(s): Clifton A. Ericson II, First published: 1 July 2005, Print ISBN: 9780471720195 | Online ISBN: 9780471739425 | DOI: 10.1002/0471739421, Copyright © 2005 John Wiley & Sons, Inc.
 41. Hong, Eun-Soo; In-Mo Lee; Hee-Soon Shin; Seok-Woo Nam; Jung-Sik Kong (2009). "Quantitative risk evaluation based on event tree analysis technique: Application to the design of shield TBM". Tunneling and Underground Space Technology. 24 (3): 269–277. doi:10.1016/j.tust.2008.09.004.
 42. Водич за процјену ризика у малим и средњим предузећима, Процјена ризика – опћи водич, 2010
 43. Гроздановић, М., Стојиљковић, Е. (2013). Методе процене ризика, Факултет заштите на раду, Универзитет у Нишу, Ниш.
 44. Брза процена ризика по животну средину и здравље, Rehra 2, Ministry for the environment and territory, 2003.
 45. Ђорђевић, А., Стевановић, В. (2020). Еколошки ризик, Факултет заштите на раду у Нишу, Универзитет у Нишу, Уџбеник, ИСБН 978-86-6093-091-2.
 46. Пејовић, Б. Б., Тадић, С. Г., Јотановић, Б. М., Томић, В. М., Мићић, М. В. Један модел за анализу и прорачун поузданости примењен на примеру из хемијске индустрије, Универзитет у Источном Сарајеву, Технолошки факултет, Зворник, Босна и Херцеговина СТРУЧНИ РАД УДК 66.095.26.001:66.023 DOI: 10.2298/ХЕМИНД091105002П.
 47. Lefayet Sultan Lipol and Jahirul Haq, Risk Analysis Method: FMEA/FMECA in the Organizations, International Journal of Basic & Applied Sciences IJBAS-IJENS Vol: 11 No: 05 (49-57), 2011, IJENS.
 48. Rausand, M., Haugen, S. (2020). Risk Assessment: Theory, Methods, and Applications, Print ISBN: 9781119377238 | Online ISBN: 9781119377351 | DOI: 10.1002/978111937735149. © 2020 John Wiley & Sons, Inc
 49. Nolan P. D. (2008). Safety and Security Review for the Process Industries: Application of HAZOP, PHA and What-If Review, William Andrew Inc., New York, USA.
 50. Ryabukhin, S. I. Methods and problems of analyzing process diagrams, Institute of mining - Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian

- Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia, Journal of Physics: Conference Series, doi:10.1088/1742-6596/2094/3/032025.
51. Helen Bolt & Julia Morris, Mauro Pedrali, Pedro Antão & C. Guedes Soares (2010). Techniques for human reliability evaluation, Safety and Reliability of Industrial Products, Systems and Structures – Guedes Soares (ed) © 2010 Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-0-415-66392-2.
 52. Saemi Shin, Hyung-Il Moon, Kwon Seob Lee, Mun Ki Hong and Sang-Hoon Byeon: A Chemical Risk Ranking and Scoring Method for the Selection of Harmful Substances to be Specially Controlled in Occupational Environments, International Journal of Environmental Research and Public Health, ISSN 1660-4601.
 53. Luqi Wang, Wenxian Li, Weimin Feng, Ruiyin Yang (2021). Fire risk assessment for building operation and maintenance based on BIM technology, Sciencedirect journal building and environment, Volume 205, 108188.
 54. Марко Микић, ... [ет ал.]: COST-Бенефит анализа , Београд : Факултет организационих наука, 2017 (Смедерево : Newpress), ИСБН 978-86-7680-345-3.
 55. Lars Harms-Ringdahl (2003). Assessing safety functions—results from a case study at an industrial workplace, Safety Science, Volume 41, Issue 8, Pages 701-720.
 56. Jo Swinnen, Benoit Depaire, Mieke Jans, Koen Vanhoof (2011) A Process Deviation Handling Methodology, Conference: Business Process Management Workshops - BPM 2011 International Workshops, Clermont-Ferrand, France, Revised Selected Papers, Part I DOI: 10.1007/978-3-642-28108-2_8.
 57. Thor Myklebust, Tor Stålhaneb, Geir Kjetil Hanssena and Børge Haugseta (2014). Change Impact Analysis as required by safety standards, what to do?, Conference Paper, DOI: 10.13140/2.1.4573.5049.
 58. Olivier Jolliet, Myriam Saadé-Sbeih, Shanna Shaked, Alexandre Jolliet and Pierre Crettaz (2016). Environmental life cycle assessment, CRC Press Taylor & Francis Group 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300 Boca Raton, FL 33487-2742 © 2016 by Taylor & Francis Group, LLC, International Standard Book Number-13: 978-1-4398-8770-7
 59. EN ISO 14121-2:2007, Safety of machinery – Risk assessment, Part 2: Principles

guidance and examples of methods

60. Гржетић, И. (2006). Управљање ризиком у животној средини и његова процена, Хемијски факултет, Универзитет у Београду, Београд.
61. Гржетић, И. (2001). Управљање ризиком и његова процена, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, Београд.
62. Borodzih, E. (2005). Risk, Crisis and Secutrity Menagment. John Wiley&Sons Ltd. Chicester, West Sussex.
63. Rausand, M. (2011). Risk Assessment: Theory, Methods, and Applications.
64. Rasche, T. (2001). Risk Analysis Methods-a Brief Review. Australia- The Uneversity of Queensland, Minerals Industiy Safety and Health Centre.
65. Пачаиова, Х., Синај, Ј. (2003), Анализа ризик-Nastroj per volbu efektivnej strategie udržbu, Praha, ČR
66. Macdonald, D. (2004). Practical Machinery Safety, Integra Software Services Pvt. Ltd, Pondicherry, India.
67. Адамовић, Ћ., Воскресенски, В., Тул, П. (2007). Одржавање на бази ризика, прво издање, Друштво за техничку дијагностику Србије, Београд.
68. Владимиров, В. А. и др. (2000). Управление риском. Москва: Наука.
69. Архипова, Н. И., Кульба, В. В. (1998). Управление в чрезвычайнйх ситуациях. Москва: РГГУ.
70. Белокапић-Шкуца В. (1994). Управление в чрезвычайних ситуациях. Россиискии Государствени Университет, Москва, 893-902
71. Меньшиков, Б. Б., Швыряев, А. А. (2003). Опасные химические объекты и техногенный риск. Москва: Государственный Университет имени М.В. Ломоносова.
72. Regester, M. Larkin, J. (2005). Risk Issues and Crisis Menagment / A Casebook of Best Practice, 3 edition, Chartered Institute of Public Relation, London /Sterling, VA.
73. Gheorghe, A. V. (2011) Integrated Risk and Vulnerability Management Assisted by Decision Support Systems: Relevance and Impact on Governance, Springer Publishing Company, ISBN:9048168678 9789048168675
74. Artto, K., & Hawk, D. (1999). Industry Models of Risk Management and Their Future. Proceedings from: The 30th Annual Project management Institute, Seminars & Symposium Philadelphia. Pennsylvania, USA.

75. Куљак, С. (2004). Индустријска токсикологија и заштита околине, Сојапротеин, Бечеј.
76. Howard R. Ludwig, Susan G. Cairelli, John J. Whalen. (1994). Documentation for Immediately Dangerous To Life or Health Concentrations (IDLHs), U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, Division of Standards Development and Technology Transfer, Cincinnati, Ohio, (IDLH)
77. EC Directive 92/69/EEC B.1 Acute Toxicity, Regulation (EC) No. 440/2008, Annex, B.2,
78. TOXICOLOGICAL PROFILE FOR, Toxicological Review of Naphthalene (CAS No. 91-20-3) in Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System
79. Hyo Eun Lee, Min-Gyu Kim, Seok J. Yoon, Da-An Huh and Kyong-Whan Moon (2021). Changes in Risk in Medium Business Plating and Paint Manufacturing Plants following the Revision of the Korean Chemical Accident Prevention System, International Journal of Environmental Research and Public Health, 18, 11982.
80. Manual for the classification and prioritization of risks due to major accidents in process and related industries IAEA, Vienna, 1996 IAEA-TECDOC-727 (Rev. 1) ISSN 1011-4289 © IAEA, 1996 Printed by the IAEA in Austria November 1996 (IAEA metoda)
81. NIOSH Chemical Listing and Documentation of Revised IDLH Values (as of 3/1/95).
82. Далмација, Б. (2011) Граничне вредности емисије за воде, ПМФ, Универзитет у Новом Саду, Нови Сад.
83. Integrated Risk Information System (IRIS). Duluth, MN. U.S. EPA. 2002.
84. Раковић, А. (1981). Загађивање и пречишћавање ваздуха, Грађевинска књига, Београд, 1981.
85. Милутиновић, С., Радосављевић, Ј. (1988). Индустријски објекти, Факултет заштите на раду, Ниш.
86. Милошевић, М., Виторовић, С. (1992) Основи токсикологије са елементима екотоксикологије, Научна књига, Београд.

87. Кристофоровић-Илић, М. (1998). Комунална хигијена, Прометеј, Нови Сад.
88. Путанов, П. (1980). Растварачи, Техничка књига, Београд.
89. Стричевић, Н. (1977). Технологија с познавањем робе, Школска књига, Загреб.
90. Виторовић, Д. (1975). Хемијска технологија, Београд.
91. Упутство о методологији израде и садржају процене ризика од катастрофа и плана заштите и спасавања („Сл. гласник РС“ бр. 80/2019).
92. Закон о ванредним ситуацијама („Сл.гласник РС“ бр.111/2009, 92/2011 и 93/2012),
93. ISO TS 223/SC, интернационални стандард за друштвену сигурност.
94. ISO 14001:2004 (SRPS ISO 14001:2007). Системи управљања заштитом животне средине - Захтеви са упутством за коришћење.
95. ISO 19011:2002. Смернице за проверавање система менаџмента квалитетом и система менаџмента заштитом животне средине.
96. ISO 31000 - Risk Management - Principles and Guidelines on Implementation
97. ISO/IEC 31010 Risk Management- Risk Assessment techniques
98. ISO 9001:2015 Систем за управљање квалитетом
99. ISO Guide 73:2009 Risk Management-Vocabulary
- 100.OHSAS 18001:2005 (OHSAS 18001:2006). Системи управљања заштитом здравља у безбедношћу на раду - Захтеви.
101. OHSAS 18002:2005 (OHSAS 18002:2006). Системи управљања заштитом здравља у безбедношћу на раду - Захтеви. – Упутство за примену OHSAS18001.
- 102.Правилник о садржини политике превенције удеса и садржини и методологији израде извештаја о безбедности и плана заштите од удеса „Службени гласник РС“, бр. 41/2010.
- 103.НАССР/ISO 22000:2005 (SRPS ISO 22000:2006). Системи менаџмента безбедношћу хране - Захтеви за сваку организацију у ланцу исхране.
- 104.ISO/DIS 9001:2000 -системи менаџмента квалитетом – захтеви. Савезни завод за стандардизацију. Београд, 2000.
- 105.Уредби о садржају, начину израде и обавезама субјеката у вези са израдом процене ризика од катастрофа и планова заштите и спасавања („Службени гласник РС”, број 102/2020).

106. Directive 2007/60/ EC of the European Parliament and of the Council on the assessment and management of flood risks
107. Directive 2007/60/ES; Службени гласник 30/10, 93/12b, 101/16
108. European Directive 82/501/CEE - Seveso I.
109. European Directive 96/82/CE - Seveso II.
110. Schultz, M., Maher, S. T. (2015). Changes in the PSM/RMP regulatory framework (California and national). In Proceedings of the Global Congress on Process Safety, Abu Dhabi, United Arab Emirates, (SEVESSO).
111. D. Hedley, B. Eng, D. K. Pritchard & G. T. Eaton, (2007). Assessment of fire and explosion risks in coating mixing operations, Health and Safety Laboratory Harpur Hill, Buxton, Derbyshire, SK17 9JN.
112. Liquid storage and handling guidelines, This publication replaces the Bunding guideline (EPA publication 347) 2018.
113. Pfaff, G. (2022). The world of inorganic pigments, Chem Texts, <https://doi.org/10.1007/s40828-022-00166-1>.
114. Howard R. Ludwig, Susan G. Cairelli, John J. Whalen. (1994). Documentation for Immediately Dangerous To Life or Health Concentrations (IDLHs), U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, Division of Standards Development and Technology Transfer Cincinnati, Ohio.
115. <https://archive.epa.gov/epawaste/hazard/web/pdf/section3-4.pdf>
116. <https://www.csb.gov/lyondellbasell-fatal-chemical-release-/?msclkid>
117. <http://www.qualres.org/HomeSemi-3629.html>
118. <http://www.fao.org/docrep/x5307e/x5307e08.htm>
119. http://www.ieee.hr/_download/repository/What-if___HAZOP_kratko%5B1%5D
120. https://www.google.hr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwjrq9yBp7TOAhXCFSwKHRU_Bo4QFgg8MAE&url=http%3A%2F%2F
121. https://www.theiet.org%2Ffactfiles%2Fhealth%2Fhsb26bpage.cfm%3Ftype%3Dpdf&usg=AFQjCNHFgfhwGfmtz7Ev3Jpxb34G2RiZQA&sig2=q2LMVaa6_-TwNsPDca8_Ww&bvm=bv.129389765,d.bGg&cad=rja
122. <http://www.ramentor.com/theory/cause-consequence-analysis/>
123. <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB.htm>.

124. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp67.pdf>
125. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp71.pdf>
126. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp3.pdf>
127. <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/intridl4.html>
128. <https://wwwn.cdc.gov/TSP/substances/ToxSearch.aspx>
129. <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp19.pdf>
130. <https://chem.nlm.nih.gov/chemidplus/rn/107-21-1>
131. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2-Chloroaniline#section=Other-Identifiers>
132. <https://cen.acs.org/articles/94/web/2016/04/Chemical-accident>
133. <https://www.hazardexonthenet.net/article/111211/Casualties-reported-in-Taiwan-chemical-plant-blast.aspx>
134. https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/fiche_detaillee/47045_en/?lang=en
135. <https://chinadialogue.net/en/pollution/8142-timeline-china-s-chemical-disasters/>
136. <https://www.portal-srbija.com/proizvodnja-veleprodaja-boja-i-lakova>
137. <https://www.stat.gov.rs/media/5918/industrijskaproizvodnjapoproizvodima>
138. https://www.b92.net/info/vesti/index.php?yyyy=2006&mm=11&dd=15&nav_id=220000
139. <https://mondo.rs/Info/Drustvo/a67909/Ugasen-pozar-u-fabrics-Nijansa-kod-Nisa.html>
140. <https://www.juznevesti.com/Hronika/Pirot-lokalizovan-pozar-u-fabrics-Suko.sr.html>
141. <https://www.srbijadanas.com/vesti/hronika/povreden-radnik-u-pozaru-u-fabrics-kod-uzica-nakon-eksplozije-zadobio-teske-opekotine-opasne-po-2019-08-16>
142. <https://www.politika.rs/sr/clanak/461621/Ugasen-pozar-u-magacinu-fabrike-Goeks-kod-Nisa>
143. <https://www.promat.com/sr-latn-rs/gradevinarstvo/novosti/145210/gorivost-grupe-klase-terminologija/>
144. <https://www.ekologija.gov.rs/dokumenta/zastita-voda/uredbe/Uredba-o-granicnim-vrednostima-prioritetnih-i-prioritetnih-hazardnih-24-14.pdf>
145. <https://www.paragraf.rs/propisi/uredba-granicnim-vrednostima-emisije-zagadjujucih-materija-u-vode.html>

БИОГРАФИЈА

Општи биографски подаци

мр Данијела Стојадиновић рођена је 14.08.1976. године у Крушевцу. Основну школу завршила је у Јасици, након које је уписала средњу Економско трговинску школу у Крушевцу коју је завршила 1995. године. Исте године уписала је Факултет заштите на раду у Нишу, Универзитета у Нишу на смеру заштита животне средине који је завршила 1999. године као студент генерације за шта је добила Повељу Универзитета у Нишу као најбољи дипломирани студент Факултета заштите на раду у Нишу у школској 1999/2000 године. На истом факултету је 02.12.2013. године магистрирала и стекла звање Магистар техничких наука – заштите животне средине успешном одбраном магистарске тезе под називом "Валоризација екосистема града Крушевца са аспекта хемијског загађења".

На факултету заштите на раду 2015 године уписује докторске академске студије, на студијском програму Инжењерство заштите животне средине при чему је рангирана као прва на листи од укупног броја пријављених кандидата.

Мр Данијела Стојадиновић је 01.10.2016. године засновала радни однос на Високој технолошко уметничкој струковној школи, сада Одсеку за технолошко уметничке студије у Лесковцу, Академије струковних студија Јужна Србија, у звању предавача за ужу област управљање ризиком на студијском програму Безбедност радне и животне средине.

На Одсеку за технолошко уметничке студије ангажована је на реализацији наставе на основним, специјалистичким и мастер струковним студијама на следећим предметима: Систем заштите животне средине и одрживи развој, Биотехнологије у животној средини на специјалистичким студијама у периоду од 2016-2018. године, Опасност од пожара и експлозија, Средства и опрема заштите на раду, Безбедност у технолошким системима и процена ризика, Ризици глобалних катастрофа на основним студијама у периоду од 2018 и даље и као асистент на предметима Систем заштите животне средине и одрживи развој и Директиве и стандарди у заштити животне

средине на мастер студијама од 2019 године и даље.

Била је ментор на већем броју специјалистичких радова (11) и завршних радова (20) и члан комисије за одбрану специјалистичких ,завршних радова и мастер радова (12) .

Аутор и коаутор многобројних радова који су дати у библиографији кандидата.

БИБЛИОГРАФИЈА

Преглед научних и стручних резултата мр Данијеле Стојадиновић на основу Правилника о стицању истраживачких и научних звања од 30.12.2020. године ("Сл. гласник РС", бр. 159/2020) је дата у наставку.

Библиографија кандидата

Радови објављени у научним часописима међународног значаја; научна критика; уређивање часописа M20

Рад у истакнутом међународном часопису M23 = 3

Stojadinović Danijela J. Đorđević Amelija V., Krstić Ivan M., Radosavljević Jasmina M. Atmospheric release of organic solvents due to hazardous events in the paints and varnishes industry, Hemijska industrija, 2023 OnLine-First (00):2-2 Details Full text (842 KB) <https://doi.org/10.2298/HEMIND220909002S>

Рад у истакнутом међународном часопису M22 = 5

Goran S. Nikolić, Dragana Marković Nikolić, Tanja Nikolić, **Danijela Stojadinović**, Tatjana Anđelković, Miloš Kostić, Aleksandar Bojić, Nitrate removal by sorbent derived from waste lignocellulosic biomass of *Lagenaria vulgaris*: Kinetics, equilibrium and thermodynamics. International Journal of Environmental Research 15(1) (2021) 215-230.

Саопштење са међународног скупа штампано у целини M33 = 1

Danijela Stojadinović, Viktor Domjan, Nebojša Arsić, Level of river water pollution in Kruševac using promethee method, XXIV International Conference „ Ecological Truth“ Eco-ist 16. (12-15 juna 2016), Vrnjačka Banja.

Novica Stanković, Aleksandar Zdravković, **Danijela Stojadinović** , Miodrag Šmelcerović M., Tanja Nikolić , Removal of urea from aqueous solutions by appliance of extracted enzyme and adsorbent, XVth Jubilee International Scientific Conference

KNOWLEDGE IN PRACTICE, International Journal KNOWLEDGE, Institute of Knowledge Management, Skopje, Macedonia, Vol. 20.5, 15-17.12.2017., Bansko, Bulgaria, pp. 2425-2430, ISSN 2545-4439, ISSN 1857-923X.

Danijela Stojadinović, Tanja Nikolić , Miodrag Šmelcerović M., Aleksandar Zdravković , Novica Stanković, Sustainable managing and evaluation of the air quality of the representative urban environment of South Serbia, XVth Jubilee International Scientific Conference KNOWLEDGE IN PRACTICE, International Journal KNOWLEDGE, Institute of Knowledge Management, Skopje, Macedonia, Vol. 20.5, 15-17.12.2017., Bansko, Bulgaria, pp. 2460-2464, ISSN 2545-4439, ISSN 1857-923XC

Novica Stanković, Aleksandar Zdravković, Goran Petković, Dragana Marković-Nikolić, Tanja Nikolić, **Danijela Stojadinović**, Miodrag Šmelcerović, Adsorption of ammonia by base activated bentonite clay: kinetic and equilibrium studies, XIXth, International Scientific Conference KNOWLEDGE IN PRACTICE, Institut of Knowledge Management, Skopje, Macedonia, vol.28, no 4, pp.1251-1258, issn: 2545-4439, Bansko, Bulgaria, 14-16.dec 2018,

Tanja Nikolić, **Danijela Stojadinović**, Novica Stanković, Aleksandar Zdravković, Goran Petković, Dragana Marković-Nikolić, Miodrag Šmelcerović, Valorization of the urban environment of South Serbia from the air quality aspect, XIXth International Scientific Conference KNOWLEDGE IN PRACTICE, International Journal KNOWLEDGE, Institute of Knowledge Management, Skopje, Macedonia, Vol. 28.4, 14-16.12.2018., Bansko, Bulgaria, pp. 1329-1334, ISSN 2545-4439, ISSN 1857-923X.

Danijela Stojadinović, Tanja Nikolić, Aleksandar Zdravković, Miodrag Šmelcerović, Dragana Marković-Nikolić , Novica Stanković, Goran Petković, The impact of communal noise on sustainable development of Leskovac town, Internacional Journal KNOWLEDGE, Insitute of Knowledge Management, Skopje, Macedonia, vol.35.3, no, pp.1059-1063, ISSN: 2545-4439, 1857-923 X, Скопље, Bansko, Bulgaria, 2019.

Amelija Đorđević, Jasmina Radosavljević, Ana Vukadinović, Ivana Ilić Krstić, **Danijela Stojadinović**, CAUSES OF AIR POLLUTION AND HEALTH RISK TO THE URBAN POPULATION OF SERBIA, IX International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection 2019 (IIZS 2019) October 3rd-4th, 2019, Zrenjanin, Serbia, pp. 344-351. ISBN 978-86-7672-324-9

Danijela Stojadinović, Aleksandar Zdravković, Tanja Nikolić, Analysis of Injuries at the Work in the Food Industry - A Case Study, 10th International Conference "Economics and

Management-Based on New Technologies" EMoNT-2020, 21-24 June 2020, Vrnjačka Banja Serbia.

Aleksandar Zdravković, Ivanka Ristić, Aleksandra Mičić, Dragana Marković Nikolić, **Danijela Stojadinović**, Tanja Nikolić, Nebojša Ristić, Optimization of removal process of cationic dye from water using natural sorbents, V International Scientific Conference Contemporary Trends Innovations in the Textile Industry, 15.-16. September 2022., Belgrade, Serbia, pp. 352-363.

Stojadinović, D.; Đorđević, A.; Zdravković, A.; Nikolić, T. ,Marković Nikolić, D.: The impact of the paint and varnish industry on the environment. In: Proceedings of the 12th International Conference "Economics and Management-Based on New Technologies" (EMoNT-2022); Vrnjačka Banja, Serbia; 19-22 June 2022. Vrnjačka Banja: SaTCIP Publisher Ltd., 2022, pp. 235–240. ISBN 978-86-6075-085-5.

Рад у врхунском часопису националног значаја M51 = 2,0

Dragana Z. Marković Nikolić, Goran Petković, Nebojša Ristić, Tanja Nikolić, Aleksandar Zdravković, **Danijela Stojadinović**, Stanko Žerajić, Goran Z. Nikolić, The green modification of lagenaria vulgaris, agro-waste: spectroscopic and morphological analysis, *Zaštita materijala* 2, 197-209, ISSN 0351-9465, Beograd 2019.

Tanja Nikolić, Aleksandar Zdravković, **Danijela Stojadinović**, Dragana Krstić, Dragana Marković Nikolić, Identification of pollution degree of the Nišava River in Serbia, The first internacional conference on sustainable environment and technologies proceedings, University "Union " Nikola Tesla, 24-25.septembar 2021., pp 163-173, ISBN 978-86-89529-33-3

Aleksandar Zdravković, Goran Petković, Dragana Marković Nikolić, **Danijela Stojadinović**, Ivanka Ristić, Nebojša Ristić, Tanja Nikolić, Assessment of water pollution of the South Morava River (Serbia) by statistical and index methods, *Materials Protection*, 63(4) (2022) 404-417.

Amelija Đorđević, Jasmina Radosavljević, Aca Božilov, **Danijela Stojadinović**, *The role of hazard, vulnerability and damage in the generation and definition of ecological risk caused by natural hazard sources*, *Facta universitatis Series: Working and Living Environmental Protection* Vol. 19, No 3, 2022, pp. 129 – 136

Рад у националном часопису M53 = 1,0

Danijela Stojadinović, Amelija Đorđević, Jasmina Radosavljević, Chemical risk assessment methodology, Journal for Scientists and Engineers *Safety Engineering, Niš* , vol 10.H0 1(2020), str.45-52, Univerzitet Niš 2020.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини M63 = 0,5

Danijela Gajić, Katastar izvora emisije otpadnih gasova na području grada Kruševca, XXIX savetovanje sa međunarodnim učešćem, *Zaštita vazduha 2001, Planiranje razvoja zaštite kvaliteta vazduha*, Beograd (11-12.12.2001.), pp.173-176, ISBN 86-80067-12-1

Danijela Gajić, Zagađenje vazduha i zdravlje ljudi, XXIX savetovanje sa međunarodnim učešćem, *Zaštita vazduha 2001, Planiranje razvoja zaštite kvaliteta vazduha*, Beograd (11-12.12.2001.), pp. 239-242, ISBN 86-80067-12-1

Viktor Domjan, **Danijela Gajić**, Određivanje statičke aktivnosti aktivnog uglja, XXIX savetovanje sa međunarodnim učešćem, *Zaštita vazduha 2001, Planiranje razvoja zaštite kvaliteta vazduha*, Beograd (11-12.12.2001.), pp.261-264 , ISBN 86-80067-12-1

Danijela Gajić, Modeliranje rasprostiranja zagađujućih materija u vazduhu, X Naučno stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine „Ekološka istina“, 2002, Donji Milanovac (05-08.06.2002.), pp. 247-253

Danijela Gajić, Zorica Tomić, Unapređenje kvaliteta životne i radne sredine u IMK „14.Oktobar“ AD -Kruševac, Nacionalni naučni skup sa međunarodnim učešćem - Društvene promene, zaštita životne sredine i obrazovanje, Fakultet zaštite na radu-Niš 2002 (23-24.05.2002), pp. 251-255

Vesna Nenadović, Duško Petković, **Danijela Gajić**, Mirjana Kitanović, Viktor Domjan, Zvezdan Kitanović, Stepen opterećenosti vodnog ekosistema Pepeljuše zagađivačima, X Naučno stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine „Ekološka istina“, 2002, Donji Milanovac (05-08.06.2002.), pp. 356-357

Danijela Gajić, Analiza kvaliteta vazduha na području Kruševca, XXX savetovanje sa međunarodnim učešćem, *Zaštita vazduha 2002, Izvori i načini rešavanja zagađivanja vazduha*, Beograd (12-13.12.2002.), pp.137-140, ISBN 86-903919-0-80

Danijela Gajić, Sava Manoilova 2002, Kvalitet vazduha životne i radne sredine u području i objektima IMK „14.Oktobar“ AD - Kruševac, XXX savetovanje sa međunarodnim učešćem, *Zaštita vazduha 2002, Izvori i načini rešavanja zagađivanja vazduha*, Beograd (12-13.12.2002.),.161-164, ISBN 86-903919-0-8

Danijela Gajić , Analiza praćenja koncentracije žive u vazduhu na nivou grada Kruševca u periodu od 1988. do 2000.godine, XI Naučno stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, Ekološka istina 2003., Donji Milanovac (02-04.06.2003.), pp. 171-172

Danijela Gajić , Vesna Agatonović, Viktor Domjan, Uticaj deponije na stanje životne sredine sela Srnja, XI Naučno stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, Ekološka istina 2003., Donji Milanovac (02-04.06.2003.), pp. 296-298

Danijela Gajić , Viktor Domjan , Analiza uticaja industrijskih postrojenja grada Kruševca na zagađenje vazduha, XXXI Savetovanje sa međunarodnim učešćem, "Zaštita vazduha 2003, Razvoj zaštite kvaliteta vazduha, Beograd, (16-17.12.2003.), pp. 107-109

Viktor Domjan, **Danijela Gajić** , Nada Budimović, Vesna Nenadović, Merenje i vrednovanje učinka u zaštiti životne sredine, XXXI Savetovanje sa međunarodnim učešćem, Zaštita vazduha 2003, Zaštita vazduha 2003, Razvoj zaštite kvaliteta vazduha, Beograd, (16-17.12.2003.), pp. 219-221,

Danijela Gajić, Viktor Domjan ,Uticaj specifičnih zagađujućih supstanci (teški metali) iz atmosfere Kruševca na biljni i životinjski svet, XXXII Savetovanje sa međunarodnim učešćem, Zaštita vazduha 2004., Stanje i perspektive kvaliteta vazduha u urbanim sredinama, Beograd, pp. 81-85

Viktor Domjan, **Danijela Gajić**, Definisanje opšteg mehanizma otrovnosti XXXII Savetovanje sa međunarodnim učešćem, Zaštita vazduha 2004., Stanje i perspektive kvaliteta vazduha u urbanim sredinama, Beograd , pp. 111-113

Danijela Gajić, Viktor Domjan, Specifične zagađujuće supstance i njihov uticaj na kvalitet vazduha, XXXIII Savetovanje sa međunarodnim učešćem, Zaštita vazduha, Beograd 2005., Nauka i praksa u zaštiti vazduha, pp.15-18

Viktor Domjan, **Danijela Stojadinović**, Snežana Đurđević, Upotreba hemijskog detektora u kontroli vazduha, XXXV Savetovanje sa međunarodnim učešćem, Zaštita vazduha, Beograd 2007., Kvalitet vazduha u životnoj sredini, (06 i 07.novembar, 2007), pp.75-78, SBN 978-86-80809-38-0

Viktor Domjan, **Danijela Stojadinović**, Snežana Đurđević S, Koncept ekološke zaštite područja Velikog Jastrepca, Ekološka istina, Soko Banja, 2008 (1-4.jun), pp.62-64, ISBN 978-86-80887-57-6

Danijela Stojadinović, Viktor Domjan, Snežana Đurđević, Monitoring specifičnih zagađujućih supstanci u vazdušnoj sredini grada Kruševca, Međunarodna naučna konferencija

kvalitet zaštite vazduha, Beograd, 2008. (20 i 21. oktobar), pp.197-201, ISBN 978-86-80809-43-4

Viktor Domjan, **Danijela Stojadinović**, Kvalitet vazduha kod planiranja razvoja grada Kruševca, Naučno-stručna konferencija sa međunarodnim učešćem „Zaštita Vazduha“ 2009. godine, (29 i 30. oktobar 2009.), pp. 127-129, ISBN 978-86-80809-47-2

Danijela Stojadinović, Viktor Domjan, Stanje zagađenosti vazduha mirisima od strane hemijske industrije „Župa“ i „Henkel- Merima“, Naučno-stručna konferencija sa međunarodnim učešćem „Zaštita Vazduha“ 2009. godine, (29 i 30. oktobar 2009.), pp. 131-133, ISBN 978-86-80809-47-2

Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу M64 = 0,2

Danijela Gajić, Sava Manoilova 2002, Kvalitet vazduha životne i radne sredine u području i objektima IMK „14.Oktobar“ AD-Kruševac, Jubilarno XXX-2 savetovanje sa međunarodnim učešćem, Zaštita vazduha 2002, Izvori i načini rešavanja zagađivanja vazduha, II knjiga radova, Beograd (25-26.februar.2003.), pp.118, ISBN 86-903919-0-8

Danijela Gajić, Analiza kvaliteta vazduha na području Kruševca, Jubilarno XXX-2 savetovanje sa međunarodnim učešćem, Zaštita vazduha 2002, Izvori i načini rešavanja zagađivanja vazduha, II knjiga radova, Beograd (25-26.februar.2003.), pp.125, ISBN 86-903919-0-8

Danijela Stojadinović, Tanja Nikolić „Rangiranje lokacija na teritoriji grada Kruševca na osnovu sadržaja teških metala u zemljištu primenom prometne metode, 8 simpozijum hemija i zaštita životne sredine sa međunarodnim učešćem, Kruševac, (30.maj-01.jun 2018.) , pp.175-176, ISBN 978-86-7132-068-9

Tanja Nikolić, **Danijela Stojadinović**, Čađ kao faktor kvaliteta vazduha na teritoriji grada Vranja, 8 simpozijum hemija i zaštita životne sredine sa međunarodnim učešćem, Kruševac, (30.maj-01.jun 2018.) , pp.177-178, ISBN 978-86-7132-068-9

Danijela Stojadinović, Tanja Nikolić, Dragana Markovića-Nikolić, Goran Petković, Novica Stanković, Aleksandar Zdravković Miodraga Šmelcerović, Valorization of soil quality of the town of Kruševac from the aspect of chemical pollution by heavy metals, 13th symposium „Novel technologies and economic development“, Leskovac, Serbia, 18.-19.10.2019., Book of abstracts, TSD-5, pp 125, ISBN 978-86-89429-35-0.

Dragana Marković-Nikolić, Goran Petković, Aleksandar Zdravković, Tanja Nikolić, **Danijela Stojadinović** ,Novica Stanković, Miodrag Šmelcerović, Green conversion of gourd shell biomass into value added product: analysis and valorisation, 13th symposium „Novel

technologies and economic development“, Leskovac, Serbia, 18.-19.10.2019., Book of abstracts, TSD-1, pp 121, ISBN 978-86-89429-35-0.

Aleksandar Zdravković, Goran Petković, Novica Stanković, Dragana Marković Nikolić, **Danijela Stojadinović**, Nebojša Ristić, Tanja Nikolić, The water pollution degree of the South Morava river, 14th symposium „Novel technologies and economic development“, Leskovac, Serbia, 22-23.10.2021., (accepted for publication). Book of abstracts, EE-11, pp. 117, ISBN 978-86-89429-44-2

Изјава 1.



ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Изјављујем да је докторска дисертација, под насловом

РАЗВОЈ МЕТОДОЛОГИЈЕ КООРДИНАЦИЈЕ ПРОЦЕНЕ И УПРАВЉАЊА ЕКОЛОШКИМ РИЗИКОМ У ИНДУСТРИЈИ БОЈА И ЛАКОВА

која је одбрањена на Факултету заштите на раду, Универзитета у Нишу:

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да ову дисертацију, ни у целини, нити у деловима, нисам пријављивала на другим факултетима, нити универзитетима;
- да нисам повредила ауторска права, нити злоупотребила интелектуалну својину других лица.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци, који су у вези са ауторством и добијањем академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада, и то у каталогу Библиотеке, Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Нишу, као и у публикацијама Универзитета у Нишу.

У Нишу, 22.05.2023.

Потпис аутора дисертације:

Данијела Ј. Стојадиновић

Изјава 2.



**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ЕЛЕКТРОНСКОГ И ШТАМПАНОГ
ОБЛИКА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Наслов дисертације:

**РАЗВОЈ МЕТОДОЛОГИЈЕ КООРДИНАЦИЈЕ ПРОЦЕНЕ И
УПРАВЉАЊА ЕКОЛОШКИМ РИЗИКОМ У ИНДУСТРИЈИ БОЈА И
ЛАКОВА**

Изјављујем да је електронски облик моје докторске дисертације, коју сам предала за уношење у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, истоветан штампаном облику.

У Нишу, 22.05.2023.гг.

Потпис аутора дисертације:

Данијела Ј. Стојадиновић

Данијела Ј. Стојадиновић

Изјава 3.



ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Никола Тесла“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу унесе моју докторску дисертацију, под насловом:

РАЗВОЈ МЕТОДОЛОГИЈЕ КООРДИНАЦИЈЕ ПРОЦЕНЕ И УПРАВЉАЊА ЕКОЛОШКИМ РИЗИКОМ У ИНДУСТРИЈИ БОЈА И ЛАКОВА

Дисертацију са свим прилозима предала сам у електронском облику, погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију, унету у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons), за коју сам се одлучила.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прераде (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

У Нишу, 22.05.2023.

Потпис аутора дисертације:

Данијела Ј. Стојадиновић