



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ФАКУЛТЕТ ЗАШТИТЕ НА РАДУ У НИШУ



Света Г. Цветановић

ИНТЕГРАЛНИ МОДЕЛ СИСТЕМСКОГ ПРИСТУПА УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ ОД ХЕМИЈСКИХ УДЕСА НА ЛОКАЛНОМ НИВОУ

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 се сматра 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 упознавање са садржајем пре одбране

Ниш, 2015.



UNIVERSITY IN NIS
FACULTY OF OCCUPATIONAL SAFETY IN NIS



Sveta G. Cvetanovic

**AN INTEGRAL MODEL OF SYSTEMATIC
APPROACH TO CHEMICAL ACCIDENT
RISK MANAGEMENT AT THE LOCAL
LEVEL**

doctoral dissertation

Nis, 2015.

Ментор:

Ванредни професор, др Данило Поповић, Универзитет у Нишу, Факултет заштите на раду у Нишу

Чланови комисије:

Редовни професор, др Ненад Живковић, Универзитет у Нишу, Факултет заштите на раду у Нишу

Ванредни професор, др Душица Пешић, Универзитет у Нишу, Факултет заштите на раду у Нишу

Ванредни професор, др Емина Михајловић, Универзитет у Нишу, Факултет заштите на раду у Нишу

Ванредни професор, др Радован Каркалић, Војна академија у Београду

Датум одбране:

ИНТЕГРАЛНИ МОДЕЛ СИСТЕМСКОГ ПРИСТУПА УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ ОД ХЕМИЈСКИХ УДЕСА НА ЛОКАЛНОМ НИВОУ

РЕЗИМЕ

Двадесети век, поред одређеног броја ратних сукоба, обележен је и бројним природним катастрофама и акцидентима разних врста са забрињавајућим последицама. Почетком *XXI* века, човек је принуђен да мења свој однос према животној средини и мора да предузима бројне мере заштите да би је очувао за даљи опстанак човечанства и живог света. Нова цивилизација остварује своје животне потребе са значајним штетним утицајима на биосферу, глобалним променама климе, уништавањем појединих врста флоре и фауне, проблемима депоновања отпада, повећањем морбидитета и морталитета људи и др. Штетне последице у основи могу бити: здравствене, социјалне, економске, еколошке и безбедоносне.

Удеси на хемијским објектима *XX* века активирали су научно-методолошку и организацијску делатност на стварање *система безбедности*. Сваки удес је по правилу, праћен повредама и усмрђивањем људи, великим материјалним губицима, високим нивоом загађења животне средине. Нарочито велике последице манифестују се од хемијских удеса у локалним заједницама.

Поставља се проблем како се што боље и ефикасније организовати и припремити локалну заједницу на ове претње; обезбедити што бољу усклађеност и функционисање активности и мера за спречавање настанка акцидентних услова и како унети значајне дугорочне и краткорочне промене у друштвени и технолошки развој који ће бити одржив. Стога истраживање има друштвени интерес и несумљив теоријски, али и практични значај.

Општи циљ истраживања је обједињавање постојећих научних праваца у истраживању хемијских опасности и ризика у циљу добијања резултујућег решења управљачке функције за минимизацију ризика од хемијских удеса, на бази системског приступа, конципираног за локални ниво.

Комплексност истраживања је условила да се у раду након увода обради појмовно одређење хемијске опасности и опасних материја; сагледају извори загађивања радне и животне средине при раду са опасним материјама; дефинишу хемијски удеси и одреди ризик од хемијских удеса (управљање ризиком, модели управљања, методе процене, субјекти у управљању, кумулативни ризик, предлог модела интегрисаног система управљања хемијским удесима на локалном нивоу); дају препоруке за информисање при хемијским удесима; као и препоруке за нормативну уређеност у области хемијских удеса са закључним разматрањима остварених резултата у истраживању.

Према томе предмет истраживања су хемијски удеси на локалном нивоу и интегрални модел управљања ризиком, базиран на синтези метода системског приступа у планирању, оцењивању, третирању и мониторингу ризика од хемијских удеса. Управљање ризиком у удесним ситуацијама изложено је кроз разраду: теоријских и методолошких основа формирања структуре система управљања у условима хемијског удеса; модела и метода превентивног планирања, стратешког и оперативног управљања; метода мобилизације субјеката у управљању операцијама ликвидације удесне ситуације; метода моделирања и анализе удесне ситуације коришћењем савременог математичког апарата; система за информатичку подршку и процеса брзог снабдевања информацијама.

Истраживање полази од основне хипотезе, која је у раду доказана, да до сада развијени методолошки научни правци у истраживању хемијских опасности и ризика, омогућавају на бази системског приступа истраживања, формирање управљачке функције за минимизацију ризика од хемијских удеса на локалном нивоу.

У раду је дато истраживање које се базира на примени општих научних метода, посебних метода сазнања (структурална, функционална, каузална, компаративна и генеричка анализа), као и низ специјалних метода.

Од реализованих задатака истраживања посебно истичемо класификацију фаза одвијања удеса. Мишљења смо да је класификација са четири фазе одвијања удеса, која се у литератури обично наводи, непотпуна и неадекватна, односно не даје потребне информације за временско и просторно правилно схватање хемијских удеса. По истом критеријуму поделе дат је предлог класификације са седам фаза одвијања удеса.

Научни допринос представља и структуризација показатеља опасног деловања опасних материја, узимањем у обзир неодређеност њиховог контакта са људима и животном средином, која је потребна за добијање различитих процедура прорачуна ризика услед загађивања ваздуха, вода и тла при хемијским удесима. Утврђени су критеријуми за оцену интензитета, количина и трајање емисија опасних материја у све сфере животне средине на основу физичко-хемијских параметара. Према томе, дата је квалитативна-квантитативна повезаност и условљеност особина опасних материја и њиховог понашања у радној и животној средини. Процена последица хемијских удеса по животну средину и популацију дата је комплексно са познатим аспектима који се наводе у литератури. Међутим процену ризика смо базирали на анализи потенцијалних утицаја хемијских удеса на и сваку сферу животне средине посебно, а степени утицаја смо конкретизовали одговарајућим квантитативним показатељима (параметри, индекси итд.).

У истраживању је извршена анализа технолошких специфичности објеката и утврђивање критеријума процене и рангирања ризичних објеката. У поступку истраживања извршена је анализа функција пословне делатности субјеката укључених у управљање ризицима у животној средини. Подлогу анализе чини стручна литература као и резултати истраживања који су вршени код нас и у свету из ове области за хемијске удесе на локалном нивоу.

Предложени интегрални модел системског приступа управљања ризиком од хемијских удеса на локалном нивоу је прилагођен и усклађен са актуелним политичким и економским променама у земљи, са нашим потребама и могућностима и са перспективама интеграције наше земље у савремену европску и ширу међународну заједницу.

Кључне речи: хемијска опасност, хемијски удес, ризик од хемијског удеса, методе процене ризика, опасне материје, испуштање опасних материја, пожари и експлозије, управљање хемијским удесима на локалном нивоу.

Научна област: Инжењерство заштите животне средине и заштита на раду.

Ужа научна област: Хемијске опасности у радној и животној средини.

УДК број: 504.064 : 614.878 (043.3)

AN INTEGRAL MODEL OF SYSTEMATIC APPROACH TO CHEMICAL ACCIDENT RISK MANAGEMENT AT THE LOCAL LEVEL

ABSTRACT

The twentieth century, despite a number of armed conflicts, was marked by numerous natural disasters and accidents of various kinds with troubling consequences. At the beginning of the 21st century, a man is forced to change their attitude towards the environment and must undertake numerous measures to preserve it for the future survival of humanity and the natural world. The new civilization realizes his living with significant adverse impacts on the biosphere, global climate change, the destruction of certain species of flora and fauna, the problems of waste disposal, increasing the morbidity and mortality of people and others. Harmful effects can basically be: health, social, economic, environmental and security.

Accidents at chemical facilities in the 20th century activated the scientific-methodological and organizational activities to create a *security system*. Every accident is typically accompanied by injuries and killing people and great material losses, as well as high levels of environmental pollution. Particularly large effects are manifested by chemical accidents in local communities.

This raises the problem of how to better and more efficiently organize and prepare the community to these threats; provide better coordination and operation of activities and measures for the prevention of accidental conditions and bring significant long-term and short-term changes in social and technological development that will be sustainable. Therefore, research has social interest and unambiguous theoretical, but practical as well.

The overall objective of the research is the integration of existing scientific directions in the study of chemical hazards and risks in order to obtain the resulting solution management functions to minimize the risk of chemical accidents, based on a systemic approach, conceived for the local level.

The complexity of the research has conditioned to, after the introduction, process conceptual definition of chemical hazards and hazardous substances; review the sources of pollution of working environment and environment when working with hazardous substances; defined chemical accidents and determine the risk of chemical accidents (risk management, management models, methods of assessment, subjects in management, cumulative risk, the proposal of model of integrated management of chemical accidents at the local level); make recommendations for information in chemical accidents; as well as recommendations for the normative arrangement in the field of chemical accidents with the conclusion remarks of the results achieved in the study.

Thus the subject of research are chemical accidents at the local level and integrated risk management model, based on the synthesis of methods of systematic approach to planning, assessing, treating and monitoring risks of chemical accidents. Risk management in the accident situations is exposed through elaboration: theoretical and methodological bases of formation of the management system in terms of chemical accidents; models and methods of prevention planning, strategic and operational management; Method of subjects mobilization in operations management liquidation of accidental situations; methods of modeling and analysis of accidental situations using modern mathematical apparatus; system for IT support processes and rapid supply of information.

The research starts from the basic hypothesis, which is proven in work, until now developed methodological research directions in the study of chemical hazards and risks, provide the basis of systematic approach to research, formation management functions to minimize the risk of chemical accidents at the local level.

The paper presents research that is based on the application of general scientific methods, special methods of knowledge (structural, functional, causal, comparative analysis and generic) and a series of special methods.

Among our research tasks we especially emphasize the classification phases of the accident. We believe that the classification of the four phases of the accident, which is usually reported in the literature, is incomplete and inadequate, or does not provide the information necessary for the proper temporal and spatial understanding of chemical accidents. By the same criterion of division we propose classification with seven phases of the accident.

The scientific contribution represents structuration indicators dangerous function of hazardous substances, taking into account the vagueness of their contact with humans and the environment, which is necessary to obtain different procedures risk assessment due to pollution of air, water and soil in chemical accidents. The established criteria for assessing the intensity, duration and quantity of emissions of hazardous substances in all aspects of the environment on the basis of physical and chemical parameters were established. Accordingly, the qualitative and quantitative relationships and conditioning properties of hazardous materials is given, as well as their behavior in the working and natural environment. Assessment of the consequences of chemical accidents to the environment and population is given complex, with known aspects referred to in the literature. However, the risk assessment are based on the analysis of the potential impacts of chemical accidents and to every sphere of environment in particular, and degree of influence we concretized by relevant quantitative data (parameters, indexes, etc.).

The study analyzed the technological specifics of facilities and establishing evaluation criteria and ranking of risk objects.

In the process of evaluation of the functions of the business activities of entities involved in the management of environmental risks has analyzed. The bases of analysis are professional literature and the results of research that were carried out in our country and the world in the field of chemical accidents at the local level.

The proposed integrated model of systematic approach to risk management chemical accidents risk management at the local level is adjusted and aligned with the current political and economic changes in the country, with our needs and possibilities and prospects of integration of our country into a modern European and wider international community.

Keywords: chemical hazards, chemical accidents, the risk of chemical accidents, methods of risk assessment, hazardous materials, discharge of hazardous substances, fires and explosions, chemical accidents management at the local level.

Scientific field: Environmental engineering and safety at work.

Scientific Area: Chemical hazards in the working environment.

UDK number: 504.064:614.878 (043.3)

САДРЖАЈ

1. УВОД	1
1.1. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА	3
1.2. ТЕОРИЈСКО ОДРЕЂЕЊЕ ПРЕДМЕТА ИСТРАЖИВАЊА	4
1.3. ОПЕРАЦИОНО ОДРЕЂИВАЊЕ ПРЕДМЕТА ИСТРАЖИВАЊА	5
1.4. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА	6
1.5. ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА	7
1.6. НАУЧНИ И ДРУШТВЕНИ ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА	8
1.7. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА	8
2. ОПАСНОСТИ	10
2.1. ПОЈМОВНО ОДРЕЂЕЊЕ ОПАСНОСТИ И ХАЗАРДА	10
2.2. КЛАСИФИКАЦИЈЕ ОПАСНОСТИ	10
2.2.1. Природне опасности	11
2.2.2. Антропогене опасности	11
2.2.3. Еколошка опасност	13
2.2.4. Мирнодопска и ратна опасност	13
2.2.5. Хемијска опасност	13
2.2.6. Остале класификације опасности	14
3. ОПАСНЕ МАТЕРИЈЕ	15
3.1. ПОЈМОВНО ОДРЕЂЕЊЕ ОПАСНЕ МАТЕРИЈЕ	15
3.2. ОСОБИНЕ ОПАСНИХ МАТЕРИЈА	16
3.2.1. Опште особине	16
3.2.2. Пожарно-експлозивне особине опасних материја	16
3.2.3. Токсичне особине опасних материја	17
3.2.4. Радиоактивне особине опасних материја	20
3.2.5. Корозивне особине опасних материја	21
3.3. КЛАСИФИКАЦИЈА ОПАСНИХ МАТЕРИЈА	21
3.3.1. Сировине и производи са својством опасне материје	21
3.3.1.1. Глобално хармонизовани систем за класификацију и обележавање хемикалија	22
3.3.1.2. Класификација опасних материја на основу категорија и степена опасности (NFPA класификација)	23
3.3.1.3. Класификација опасних материја у превозу	24
3.3.2. Отпад са својством опасне материје	27
3.3.2.1. Дефиниција опасног отпада према Базелској Конвенцији	28
3.3.2.2. Организација за економску сарадњу и развој	30
3.3.2.3. Програм Уједињених нација – Стокхолмска конвенција о постојаним органским загађивачима	30
3.3.2.4. Међународни кодекс за идентификацију отпада	30
4. ХЕМИЈСКИ УДЕСИ	32
4.1. ПОЈМОВНО ОДРЕЂЕЊЕ УДЕСА И ОСТАЛИХ МЕЋУСОБНО ПОВЕЗАНИХ ТЕРМИНА	32
4.2. КЛАСИФИКАЦИЈА ХЕМИЈСКИХ УДЕСА	36
4.3. ФАЗЕ ХЕМИЈСКИХ УДЕСА	37

4.4. ЗОНЕ УГРОЖЕНОСТИ ХЕМИЈСКИХ УДЕСА	38
4.5. КАРАКТЕРИСТИКЕ ХЕМИЈСКИХ УДЕСА	40
4.6. СТАДИЈУМ РАЗВОЈА ХЕМИЈСКИХ УДЕСА	40
4.7. ХЕМИЈСКИ УДЕСИ ПРАЋЕНИ ИСПУШТАЊЕМ (ИСТИЦАЊЕМ) ОПАСНИХ МАТЕРИЈА	41
4.8. ХЕМИЈСКИ УДЕСИ СА ПОЖАРОМ	56
4.9. ХЕМИЈСКИ УДЕСИ СА ЕКСПЛОЗИЈОМ	60
4.10. УТИЦАЈ ХЕМИЈСКИХ УДЕСА НА ЉУДЕ И ЖИВОТНУ СРЕДИНУ	64
4.10.1. Утицај ударног таласа	65
4.10.2. Топлотни утицај	66
4.10.3. Токсични утицај	67
4.10.4. Утицај неконтролисаног сагоревања	70
4.10.5. Радиоактивни утицај	71
4.10.6. Механички утицај	72
5. РИЗИК ОД ХЕМИЈСКИХ УДЕСА	73
5.1. ПОЈМОВНО ОДРЕЂЕЊЕ РИЗИКА И ОСТАЛИХ МЕЋУЗАВИСНИХ ТЕРМИНА	73
5.2. СУШТИНА И ПРИРОДА РИЗИКА	75
5.3. КЛАСИФИКАЦИЈЕ РИЗИКА	79
5.4. ПРИХВАТЉИВОСТ РИЗИКА	86
5.5. ДОСАДАШЊА ИСТРАЖИВАЊА ПРОЦЕНЕ РИЗИКА ОД УДЕСА	87
5.5.1. Сједињене Америчке Државе	90
5.5.2. Канада	90
5.5.3. Европска унија	91
5.5.4. Аустралија	93
5.5.5. Нови Зеланд	93
5.5.6. Јужна Африка	94
5.6. US ЕРА ОКВИР ЗА ПРОЦЕНУ ЕКОЛОШКОГ РИЗИКА	94
5.6.1. Формулација проблема	95
5.6.2. Анализа	99
5.6.3. Карактеризација ризика	107
6. УПРАВЉАЊЕ РИЗИКОМ ОД ХЕМИЈСКИХ УДЕСА – СИСТЕМСКИ ПРИСТУП	113
6.1 СИСТЕМСКО СХВАТАЊЕ РИЗИКА	113
6.2. РЕЖИМ ФУНКЦИОНИСАЊА СИСТЕМА УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ	114
6.3. КАРАКТЕРИСТИКЕ СИСТЕМСКОГ УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ	116
6.4. СИСТЕМСКИ ПРИСТУП УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ	117
6.4.1. Циклус управљања акциденталним ризицима	121
6.4.2. Главне компоненте управљања акциденталним ризицима	123
6.4.3. Методе за процену акциденталног ризика	125
6.4.3.1. Метода стабло догађаја	127
6.4.3.2. Метода стабло последица	129
6.4.3.3. Метода стабла отказа	129
6.4.3.4. Метода IDEA-TECDOC-72	129
6.4.3.5. Метода упитника	129
6.4.3.6. Статистичке методе	130
6.4.3.7. Методе експертских оцена	130

6.4.3.8. Метода анализе начина, учинка и критичности отказа (FMECA)	131
6.4.3.9. Метода вредновања фактора ризика	131
6.4.3.10. Метода упоредне анализе	132
6.4.3.11. Метода анализе узрока и последице	132
6.4.3.12. Метода анализе „Шта ако?“	132
6.4.3.13. Метода анализе ризика и поузданости (HazOp)	132
6.4.3.14. Метода „грубе“ анализе ризика	133
6.4.3.15. Метода анализе на основу дијаграмског приказа догађаја	133
6.4.3.16. Метода анализе учинка	133
6.4.3.17. Методе засноване на основу дијаграма	133
6.4.3.18. Метода анализе кварова, резултата и последица	134
6.4.3.19. Метода анализе способности	134
6.4.3.20. Метода анализе на основу обрнутог дијаграма с грешкама	134
6.4.3.21. Метода анализе људске поузданости	134
6.4.3.22. Метода индексног рангирања (Dow-Mondov индекс)	134
6.4.3.23. Гретенерова метода	135

7. ИНИЦИЈАТИВЕ И СТАНДАРДИ ЗА УПРАВЉАЊЕ

ХЕМИЈСКИМ УДЕСИМА	136
7.1. МЕЂУНАРОДНИ ОКВИР	136
7.2. НАЦИОНАЛНИ ОКВИР	138

8. ПРОЦЕНА РИЗИКА ОД ХЕМИЈСКОГ УДЕСА У ЛОКАЛНОЈ

ЗАЈЕДНИЦИ - ИНТЕГРАЛНИ ПРИСТУП	143
8.1. ИДЕНТИФИКАЦИЈА ОПАСНОСТИ	145
8.2. ПРИКАЗ МОГУЋЕГ РАЗВОЈА ДОГАЂАЈА-СЦЕНАРИО	147
8.3. АНАЛИЗА ПОСЛЕДИЦА	148
8.3.1. Моделирање ефеката	148
8.3.1.1. Моделирање ефеката пожара и експлозије	149
8.3.1.2. Моделирање ефеката испуштања и ширења гасова, пара, течности, аеросола и прашине опасних материја	150
8.3.1.3. Моделирање ефеката продирања и распрострањања течности у земљиште, површинске и подземне воде	158
8.3.1.4. Ширина повредиве зоне	166
8.3.2. Анализа повредивости	167
8.3.3. Могући ниво удеса	169
8.3.4. Процена ризика од хемијског удеса	174
8.3.4.1. Идентификација ризика	174
8.3.4.2. Анализа ризика	175
8.3.4.3. Оцена ризика	181
8.3.5. Оцена ризика по здравље људи, насеља од хемијског удеса	185
8.3.5.1. Прва фаза процене ризика - идентификација опасности	186
8.3.5.2. Друга фаза процене ризика - процена експозиције	192
8.3.5.3. Трећа фаза процене ризика. Процена зависности „доза – одговор“	196
8.3.5.4. Четврта фаза процене ризика (карактеристика ризика)	198
8.3.6. Процена ризика од постројења и објеката	205

8.4. ТРЕТИРАЊЕ РИЗИКА	207
8.4.1. Опције за ублажавање ризика	207
8.4.2. Опције за изводљивост примењених стратегија	208
8.4.3. Анализа цена/корист	208
8.4.4. Критеријум за одређивање преосталог ризика	209
8.5. МАПЕ РИЗИКА	209
8.6. МУЛТИ РИЗИК	212
8.6.1. Одређивање мулти ризика	212
8.6.2. Управљање мулти ризиком	214
8.6.3. Домино ефекат као посебна фаза управљања мулти ризиком	217
9. ПОСТУПЦИ И ПРЕВЕНТИВНЕ МЕРЕ ЗА СПРЕЧАВАЊЕ НАСТАНКА ХЕМИЈСКОГ УДЕСА, УБЛАЖАВАЊЕ ПОСЛЕДИЦА И АКТИВИРАЊА ЛОКАЛНЕ ЗАЈЕДНИЦЕ	219
9.1. ПРЕВЕНТИВНЕ МЕРЕ	219
9.2. ПРИПРЕМА ЗА ПОСТУПАЊЕ У СЛУЧАЈУ НАСТАНКА УДЕСА - МЕРЕ ПРИПРАВНОСТИ И МЕРЕ МОБИЛИЗАЦИЈЕ	221
9.3. ОДГОВОР ЛОКАЛНЕ ЗАЈЕДНИЦЕ НА ХЕМИЈСКИ УДЕС	230
9.4. ОБНОВА, ОДНОСНО РЕХАБИЛИТАЦИЈА ЛОКАЛНЕ ЗАЈЕДНИЦЕ ОД ПОСЛЕДИЦА ХЕМИЈСКОГ УДЕСА (САНАЦИЈА)	238
9.4.1. Основни појмови санације хемијских удеса	238
9.4.2. Елементи плана санације	241
9.4.3. Деконтаминација	245
9.4.3.1. Појам РХБ деконтаминације	245
9.4.3.2. Подела РХБ деконтаминације	248
9.4.3.3. Значајни параметри хемијских опасних материја за деконтаминацију	250
9.4.3.4. Методе и поступци неутрализације опасних материја	251
9.4.3.5. Средства за санацију удеса/хаварија с опасним материјама	252
9.4.3.6. Мере безбедности при санацији удеса/хаварија с опасним материјама	253
9.4.4. Снаге за санацију хемијских удеса	255
9.4.5. Групе мера у санацији за поједине класе опасних материја	256
10. УЛОГА ЛОКАЛНЕ ЗАЈЕДНИЦЕ У ИНТЕГРИСАНОМ СИСТЕМУ РЕАГОВАЊА У ВАНРЕДНИМ СИТУАЦИЈАМА У СРБИЈИ	258
10.1. ОРГАНИЗАЦИОНА СТРУКТУРА СИСТЕМА	258
10.2. ОБАВЕЗЕ И ИНГЕРЕНЦИЈЕ ОРГАНА ЛОКАЛНЕ САМОУПРАВЕ И ДРУГИХ АКТЕРА У ХЕМИЈСКОМ УДЕСУ	265
10.3. СМЕРНИЦЕ ЗА ИЗРАДУ ОДЛУКЕ О СТАЛНОМ ТЕЛУ ЗА УПРАВЉАЊЕ ВАНРЕДНИМ СИТУАЦИЈАМА НА ЛОКАЛНОМ НИВОУ	268
10.4. СТВАРАЊЕ ЕФЕКТИВНОГ ТИМА ЗА УПРАВЉАЊЕ	270
10.5. ПРОЦЕС ИЗГРАДЊЕ ТИМА ЗА УПРАВЉАЊЕ УДЕСИМА НА ЛОКАЛНОМ НИВОУ	270
10.6. КАРАКТЕРИСТИКЕ ЕФЕКТИВНИХ ТИМОВА	271

10.7. ОБАВЕШТАВАЊЕ ЈАВНОСТИ О БЕЗБЕДНОСНИМ МЕРАМА И ПОСТУПЦИМА У СЛУЧАЈУ ХЕМИЈСКОГ УДЕСА	272
10.7.1. Потреба и право локалне заједнице на информисаност о хемијском удесу	272
10.7.2. Поступак информисања о удесу	276
10.7.3. Опхођење са службеним органима	276
10.7.4. Опхођење са медијима.....	277
10.7.5. Процедуре евидентирања, регистравања и извештавања о удесу	279
11. ЗАКЉУЧАК	282
12. ЛИТЕРАТУРА	285
13. ПРИЛОЗИ.....	295
13.1. ПРИЛОГ 1	295
13.2. ПРИЛОГ 2.....	297
13.3. ПРИЛОГ 3.....	298
14. БИОГРАФИЈА	302
15. ИЗЈАВЕ АУТОРА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ	306

1. УВОД

Људско друштво налази се у све већем раскораку између повећања потреба и захтева за сигурношћу и повећања броја и врста угрожавања, које квалитетом и интензитетом стално расту, проширују се и глобализују. Поплаве, земљотреси, акциденти на нуклеарним постројењима, објектима и процесима са хемијски опасним материјама, загађење ваздуха, воде и земљишта и друго, указују не само на присуство ових догађаја, него и на висок степен угрожавања људи, њихових материјалних добара и животне средине. Последице ових догађаја су здравствене, социјалне, економске, еколошке и безбедоносне.

Индустријска постројења са опасним материјама имају значајан удео у загађивању животне средине, стога је један део политике и права ЕУ у области животне средине оријентисан на примену различитих мера у односу на изворе емисија загађујућих супстанци пореклом из индустрије, нарочито када су у питању безбедност индустријских постројења са опасним хемикалијама.

Неколико већих хемијских акцидентата у свету били су, на жалост, најбољи доказ да технолошки процеси нису у потпуности сигурни и да се проблему хемијских удеса мора посветити значајна пажња. Посебну опасност у последњих двадесетак година представљају акциденти у облику хаварија или неконтролисаног испуштања опасних материја. Од великих несрећа у хемијској индустрији у свету, које су се догодиле у другој половини XX века а поред деградације животне средине и људских жртава, имале шире друштвене, економске и политичке импликације, треба истаћи: Небраска (1969), Филксбороу (1974), Савезо (1976), Лос Алфатес (1978), Мисисага (1979), Бопал (1984), Сандоз (1986), Лахоре (1996) итд.

Најтеже последице у историји хемијске индустрије су настале у Бопалу (Индија) у хемијској фабрици за производњу пестицида *"Union Carbide" India*, једне од најпознатијих мултинационалних компанија са седиштем у САД.

У Републици Србији до сада нису забележени хемијски акциденти слични онима у Савезу, Бопалу, Сандозу и др. али их је било и то са значајним последицама. Сви акциденти су успешно санирани расположивим снагама и средствима у срединама где је хемијски акцидент настао. Анализа хемијских акцидентата код нас указује да су они последњих година све чешћи пратилац индустријске производње (последњих неколико година, осим великих акцидентата) са значајним економским, социјалним и политичким последицама. Разлог овоме треба тражити у декларативном, нормативном и стварном стању пословних политика предузећа усмерених за спречавање хемијских акцидентата, и развоју хемијске индустрије оптерећене вишегодишњим санкцијама међународне заједнице што је имало за последицу стагнацију у производњи, хронични недостатак финансијских средстава и др.

Према подацима којима располаже Министарство заштите животне средине и просторног планирања Републике Србије, у нашој земљи, годишње се региструје од 20-25 хемијских удеса мањег обима, који у највећем броју случајева нису прелазили оквири индустријског комплекса. Број хемијских удеса код нас је био испод просека који се региструје у индустријски развијеним земљама Европе и Северне Америке.

Складиштење великих вишкова муниције и других експлозивних средстава и проблеми везани за то нису карактеристични само за Србију. Опасност је и код већине источноевропских и земаља бившег Варшавског пакта. Страни експерти процењују да у Русији има пет милиона тона неупотребљиве муниције, а као доказ за то је експлозија око 96 хиљада тона муниције у Украјини.

У комбинованом хемијском удесу један догађај узрокује нови хемијски удес који може изазвати веће последице. Није лако систематизовати све теоретски могуће комбинације које производе сложене хемијске удесе. Чак и интервенције на спречавању или локализовању хемијског удеса могу имати озбиљне последице. Пожар у индустрији Сандоз у Швајцарској (1966) пример је да је интервенција на хемијски удес (пожар) довела до контаминације реке Рајне, јер се вода којом се гасио пожар одливала у реку. Само познавањем локалних услова и анализом извештаја о хемијским удесима који су се већ десили можемо у знатној мери предвидети ситуацију у којој неке опасности могу изазвати комбиновани хемијски удес.

Seveso акцидент који се догодио 1976. године у Италији, у хемијској фабрици пестицида, имао је значајан утицај на развој политике и регулативе Европске Уније (EU) у области спречавања и контроле индустријских загађења и управљања ризиком. До данас, у циљу превенције и смањења негативних утицаја које индустрија има или може да има на животну средину, предузето је мноштво различитих активности и донесен је велики број прописа и докумената којима се регулише ова област.

Савет Европске Заједнице је 1982. године донео Директиву 82/501/ЕЕС о опасностима озбиљних удеса извесних индустријских активности познатију као *Seveso* директива. Након преиспитивања акцидената који су уследили у годинама после доношења напред поменуте директиве и њених измена и допуна, 1996. године, усвојена је посебна Директива 96/82/ЕС о контроли опасности великих акцидената који укључују опасне супстанце познатија као *Seveso II* Директива. Ова директива, која је три пута мењана и допуњавана, у потпуности је заменила првобитну *Seveso* директиву и од 1999. године одредбе ове директиве су постале обавезне за индустрију и јавне власти држава чланица EU.

У овом тренутку, Државе чланице EU регулишу област хемијских удеса одредбама *Seveso III* Директиве. У поређењу са *Seveso I* и *II*, *Seveso III* омогућава бољи приступ грађана (локалне заједнице) информацијама о ризицима који настају од активности компанија које користе или транспортују опасне материје, о понашању у случају удеса, и о ефикаснијим правилима у вези учешћа јавности.

У Србији, одредбе *Seveso II* Директиве Савета су знатно преузете у српски закон о заштити животне средине. Одредбе *Seveso III* Директиве Савета тек треба узети у обзир. Актуелност питања безбедности индустријских постројења за Републику Србију треба посматрати, превасходно у светлу процена о ризицима које рад појединих индустријских постројења са собом носи. Један од првих (од осам) краткорочних приоритета Републике Србије у области управљања хемикалијама и заштите од удеса, односи се на „успостављање и унапређење система управљања хемикалијама и бицидним производима на основу развијене регулативе, процедура и стандарда усклађених са *EU Acquis communautaire*“.

Удеси на хемијским објектима активирали су научно-методолошку и организацијску делатност на стварање *система безбедности*. *Безбедност* је једна од основних људских потреба: гаранција опстанка, напретка и благостања, економске сигурности и могућности, хуманости и поретка, слободног живота без страха или тешкоћа, добро на које сви имају право. *Безбедност* се може сматрати процесом, а пре свега производом тог процеса - стањем. Бити безбедан значи бити заштићен од утицаја непожељних појава, и осећати се заштићеним у предвидивом и заштићеном амбијенту.

Угрожавање безбедности је супротност безбедности. Реч је о свим појавама и процесима које су деструктивне по референтне вредности и интересе јер онемогућавају

или отежавају њихово достизање, постојање, уживање и развој. *Угрожавање безбедности* постоји увек када се доводи у питање постојање, испољавање и уживање оног што је вредно и значајно, односно када се на референтним вредностима јављају или се могу јавити нежељене промене или се не могу несметано уживати.

Управљање удесним (акциденталним) ризицима у циљу остваривања безбедности система друштва итд. подразумева суму свих активности, мера и програма који се предузимају пре, у току и након удеса у циљу избегавања удеса, смањења његовог утицаја и опорављања од претрпљене штете.

У поступку истраживања овог рада извршена је анализа функција пословне делатности субјеката укључених у управљање ризицима у животној средини. Подлогу анализе чини стручна литература као и резултати истраживања који су вршени код нас и у свету из ове области за хемијске удесе на локалном нивоу. У истраживању се полази од тога да су заштита и унапређивање живота, здравља људи и животне средине динамичан процес који се све више налази у сфери узрока, а све мање у сфери последица. Савремени приступи у анализи ризика полазе од могућности избора акција и алтернатива којима се ризик смањује, односно од уверења да се ризиком може управљати тамо где превенција има посебан значај.

1.1. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА

Предмет истраживања, је модел управљања ризиком од хемијских удеса на локалном нивоу, базиран на синтези метода системског приступа у планирању, оцењивању, третирању и мониторингу ризика, а полазећи од законодавства *EU* за хемикалије *REACH*, (*Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of CHemicals*).

REACH је ново законодавство у Европској заједници на подручју хемикалија. Објављено је као Уредба (*Regulation EC No. 1907/2006*), као одговор на изражене пропусте у акцидентима са хемикалијама те немогућности превентивног деловања у оквиру предходног система. Најважнији недостаци у досадашњем управљању хемикалијама су били:

- недостатак сазнања о утицају већине хемикалија које су у употреби на људско здравље и околину;
- преспор напредак у идентификацији и процени ризика који прете од појединих хемикалија;
- непостојање законских мера које би подстакле замену опасних хемикалија мање опасним.

REACH регулатива ступила је на снагу 2007. године, чиме се успоставља један сасвим нови приступ у контроли производње, превоза и употребе хемикалија. Главни циљеви *REACH* су:

- заштита људског здравља и околине,
- подстицање и унапређивање тржишне конкурентности европске хемијске индустрије,
- побољшање транспарентности у чувању хемикалија,
- интеграција у међународне системе на подручју управљања хемикалијама,

У ту сврху потребно је у оквиру система управљања ризиком предузимати активности за утврђивање особина материја (физичко-хемијска, токсиколошка и екотоксиколошка

својства предвиђена *REACH* системом коју произвођач или увозник мора испитати у зависности од количине произведене односно увезене хемикалије. Надаље, морају се испитати могућа изложеност људи и околине код планиране примене хемикалије, планиране годишње производње, предлог разврставања и обележавања материја, сигурносно-технички лист, претходне процене ризика код намеравањег коришћења, као и предлог мера за сигурно чување хемикалија.

Функционисање система управљања ризиком у овим условима одликује се изненадношћу и неочекиваношћу хемијских удеса. Таква новонастала ситуација задаје систему управљања нове задатке који не одговарају нормалном-стационарном режиму рада и захтева од система да на време донесе одговарајуће контрамере и решења како би неутралисали новонасталу кризну ситуацију. Новонастала ситуација доводи до тога да постојећи планови рада не одговарају новој ситуацији, а такође она може довести и до тога да руководиоци на постројењима и објектима не реагују на време, да се успаниче и таквим својим поступцима доведу до још компликованијих ситуација.

Интегрални модел управљања ризиком од хемијских удеса конципиран је за примену на локалном нивоу друштва. Наиме, органи локалне управе надлежни за заштиту животне средине, носиоци активности заштите и спасавања, урбанизам, здравство итд., треба да буду приправни на опасности на свом подручју и околностима које би могле довести до хемијских удеса. Напред наведени модел прилагођен је и усклађен са актуелним политичким и економским променама у земљи, са нашим потребама и могућностима и са перспективама интеграције наше земље у савремену европску и ширу међународну заједницу.

1.2. ТЕОРИЈСКО ОДРЕЂЕЊЕ ПРЕДМЕТА ИСТРАЖИВАЊА

Учесталост хемијских удеса у последњој половини XX века, поставило је људско друштво пред неопходношћу заузимања новог става о питањима безбедности. У земљама *EU* постављен је циљ формирања опште политике безбедности, која је заснована на концепцији „прихватљивог“ ризика и методологије његовог обезбеђивања, узимајући у обзир специфичности у појединим земљама.

У циљу обезбеђивања „прихватљивог“ ризика сложених технолошких система, у *UN* и *EU* је донешен низ препорука и упутства за реализацију ових програма, као што је, на пример, Директива Савета 96/82/EC (*Seveso II*), Директива 96/61/EC, *UN/ECE* Конвенција о трансграничним ефектима индустријских удеса, *UN/ECE* Конвенција о процени утицаја на животну средину у трансграничном контексту и Протокол уз конвенцију о стратешкој процени утицаја, *APELL* - „Свест и приправност за опасности на локалном нивоу“ је публикација програма *UNEP IE/PAC*, *TransAPELL* – „Савети за планове локалне заједнице у поступању са транспортом опасних материја [7], [43], [44], [81], [133], [134].

Дефинисање елемената за управљање ризиком у Србији почиње доношењем Методологије за процену опасности, дате у оквиру документа „Правилник о методологији за процену опасности од хемијског удеса и од загађивања животне средине, мерама припреме и мерама за отклањање последица“, 1994 [174]. Правилник је донешен на основу Директиве Савета 82/501/EEC (*Seveso I*), па је јасно да не укључује Директиву 96/82/EC, Директиву 96/61/EC, *UN/ECE* Конвенцију о трансграничним ефектима индустријских удеса, *UN/ECE* Конвенцију о процени

утицаја на животну средину у трансграничном контексту и Протокол уз конвенцију о стратешкој процени утицаја.

Доношењем Закона о заштити животне средине („Службени гласник РС“, бр. 135/04); Закона о интегрисаном спречавању и контроли загађења животне средине, („Службени гласник РС“, број 135/04) и Закона о процени утицаја на животну средину („Службени гласник РС“, бр. 135/04), започиње нова фаза у развоју методологије за процену ризика од опасних материја [178], [179], [180].

Основни оквир за програме управљања ризиком од опасних материја су: усклађеност са документима *EU*; дефинисани методолошки приступ у процени опасности; дефинисање улоге локалне заједнице за реаговање на могуће хемијске опасности, као и мере које власти локалне заједнице и/или производне, складишне и транспортне компаније треба да предузимају да би заштитили заједницу од тих опасности; методе за препознавање и процену опасности за одређене врсте опасних материја; процедуре за израду планова и процену планова о приправности производних и транспортних компанија и локалне заједнице за случај опасности од хемијских акцидентата; процедуре за проверу планова и вршење обуке за поступање у акцидентима са опасним материјама.

Теоријско одређење предмета истраживања у докторској дисертацији садржано је у разradi Интегралног модела управљања ризиком од хемијских удеса на локалном нивоу. С обзиром да ризик представља потенцијални проблем управљања хемијским удесима постоји потреба за постојањем и разрадом система менаџмента који посебно третира ризике. Менаџмент ризиком омогућава идентификацију потенцијалних ризика и предвиђање њихове појаве, као и предузимање адекватних мера за смањивање, ублажавање или елиминацију ризика. Исто тако, третира факторе који могу зауставити реализовање планираних задатака и спречава да дође до „прекретница“, нарочито у негативном смеру. Менаџмент ризиком покушава да предвиди проблеме и да испланира начине да смањи шансу њихових избијања и ублажи последице могућих проблема.

Интегрисање значи комбиновање, постављање интерних менаџмент система у један систем, али не као одвојене компоненте. Да би ови системи били интегрални део менаџмент система, треба да постоје компактне везе између процеса. Када се говори о систему првенствено се мисли на повезаност између компонената да би се постигао постављени циљ. Те компоненте обухватају организацију, ресурсе и процесе.

Пошто се ради о интегрисаном моделу, врши се идентификовање ризика са становишта квалитета, заштите на раду и заштите животне средине. Такође врши се квантификовање ризика како би се рангирали и да би био дефинисан приоритет корективних мера. По утврђивању регистра идентификованих и квантификованих ризика спроводе се мере.

1.3. ОПЕРАЦИОНО ОДРЕЂЕЊЕ ПРЕДМЕТА ИСТРАЖИВАЊА

Операционо одређење предмета истраживања обухвата:

- прикупљање одговарајуће литературе претходних истраживања у овој области;
- анализу литературних података;
- утврђивање, процену и рангирање ризика;

- процену било које врсте опасности упоређивањем физичко-хемијских параметара са одговарајућим стандардима;
- утврђивање вероватноће настанка хемијског удеса;
- утврђивање обима последица хемијског удеса;
- процену ризика од хемијског удеса на основу систематски прикупљених података за процену и прогнозу хемијске ситуације и
- интегрални модел системског управљања ризиком од хемијског удеса на локалном нивоу.

1.4. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Општи циљ истраживања је анализа постојећих модела управљања ризиком од хемијских удеса, њихова синтеза и на основу тога креирање интегралног модела управљања ризиком, који је базиран на системском приступу, на локалном нивоу.

Поред овога, циљ овог истраживачког рада јесте детаљна анализа циклуса управљања акциденталним ризицима на примеру хемијских удеса, нарочито фаза које претходе самом удесу.

Такође, као битан циљ истраживања представљен је методолошки оквир управљања акцидентним ситуацијама и процена угрожености на локалном нивоу, чија је примена итекако неопходна свим општинама у нашој држави у овом тренутку.

Поред овога, обрађен је и нацрт креирања плана управљања хемијским удесима, као и кораци које би требало следити при формирању институција и радних група које би биле одговорне у управљању хемијским удесима. Због тога је неопходно развити системе за подршку у одлучивању, али и системе за образовање и обуку актера у процесу управљања. Развој ових система треба да буде базиран на савременим информационим технологијама које ће омогућити адекватан, ефикасан рад институција и бољу комуникацију, размену података служби и појединаца-учесника у процесу. Реаговање у правом тренутку и одговарајуће управљање често је одлучујући фактор.

Од технолошких хазарда у Европи се приоритет даје заштитити подручја са великом густином насељености и оних са важним и осетљивим екосистемима. За правовремено реаговање битно је да ли се ризику прилази експертски, лаички или институционално. Ако се ризик јасно препозна и идентификује, односно детаљно испита и спозна, онда се повећавају могућности да се он контролише и да се евентуално њим и управља.

Током сваког рада неопходно је дефинисати основне појмове, дефиниције и скраћенице које се користе у раду. Све чињенице и подаци требало би да су засновани на званичним извештајима који су свима доступни.

Може се закључити да су планирање и припремљеност, превенција, ублажавање, реаговање и пружање прве помоћи приликом удеса од највеће важности за смањење негативног утицаја и штете. У даљем развоју заштите и реаговања треба постепено уводити мере које се базирају на принципу „живети са катастрофама“. То је нови, интегрални концепт заштите и реаговања, који се уклапа у међународно прихваћени концепт одрживог развоја, а тежи усаглашавању захтева „хумане“ компоненте (заштите добара и људских живота) и „еколошке“ компоненте (очување или поновно успостављање природних функција и ресурса погођеног подручја).

У раду је дат преглед поступања, организације и хијерархије у случају удеса. На први знак удеса прво реагују државне службе које су за то посебно припремљене (полиција, хитна помоћ, ватрогасци). Када су угрожени сами владини сервиси који реагују и

њихова немогућност да пружи праву помоћ угроженима, наглашава се улога локалних заједница и становништва (појединаца) у предузимању мера за ублажавање утицаја удеса. Управљање на локалном нивоу представља саставни део сваког националног планирања. То представља и суштину закона о ванредним ситуацијама Републике Србије. У условима садашњег друштвеног и економског развоја може се очекивати стално повећање потребе за усавршавањем, едукацијом и опремањем служби за спашавање и хитне интервенције.

Свака хитна интервенција се одвија по тачно одређеним плановима. На основу садашњих искустава можемо научити како да предвидимо, спречимо и што ефикасније санирамо насталу штету како би умањили утицаје катастрофе. У свакој држави је план одбране и збрињавања другачији и у већој или мањој мери усаглашен са међународном регулативом. Углавном се формирање планова реаговања ослања на:

- јачање могућности локалне заједнице да се носи са катастрофама,
- формирање партнерстава и савеза,
- размена информација и
- алати за развој и одлучивање.

1.5. ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

У истраживању се полази од основне хипотезе да постоји квалитативна и квантитативна условљеност и повезаност рањивости (повредивости) локалне заједнице и нивоа хемијске опасности од акцидентног ризика.

Из основне хипотезе развијене су појединачне хипотезе кроз које ће се објаснити појава техничко-технолошког угрожавања безбедности од феномена хемијских удеса, као и суштина самих хемијских удеса, начини њиховог деловања, начини борбе против ове опасности по друштво и државу и степен успешности.

Објашњење појмова и анализа појава хемијских удеса, као и анализа феномена удеса од његовог настанка, преко његовог дефинисања, класификације, појавних облика, до мера заштите, дају статус аксиоматског става што би омогућило и давање одређених прогностичких оцена везаним за истраживање. Овај свеобухватни приступ проблему иде у прилог тези да само исцрпно и детаљно објашњење одређене ствари омогућује да она буде од свих схваћена и увек препозната.

Посебна хипотеза је садржана у чињеници да се савремени привредни развој одвија у условима просторне дисперзије опасних материја кроз било који елемент животне средине, а ако се он одвија изван контроле, онда човек више није у стању да утиче на очување животне средине. Техничко-технолошки облици претњи и опасности хемијских удеса, су један од великих проблема због којих могу настати велике последице по људске животе и здравље, као и материјалне и еколошке вредности.

1.6. НАУЧНИ И ДРУШТВЕНИ ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА

Научни допринос представљају следећи резултати:

- обједињавање постојећих научних праваца у истраживању управљања, опасности и ризика, у циљу добијања резултујућег решења управљачке функције за минимизацију ризика од хемијског удеса на бази системског приступа.
- одређивање приоритета утицаја опасних материја, узимајући у обзир динамику њиховог деловања на здравље људи, настанак пожара и експлозија.
- научни допринос представља и структуризација показатеља опасног деловања опасних материја, узимањем у обзир неодређеност њиховог контакта са људима и животном средином, која је потребна за добијање различитих процедура прорачуна ризика услед загађивања ваздуха, вода и тла при хемијским удесима.

Друштвени значај и потреба истраживања су одређени:

- знањем и искуством које сви учесници у процесу управљања ризиком стичу,
- постизањем већег степена свести о потреби смањења ризика од хемијских удеса.

1.7. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Приликом израде овог рада коришћене су методе карактеристичне за ову врсту научне области: општефилософска метода у оквиру које је коришћена *дијалектичка метода* (дијалектичка анализа проблема, дијалектичке супротности и противречности, дијалектичко јединство и сл.) и општенаучна метода у оквиру које се користи: *хипотетичко-дедуктивна метода, метода моделовања и статистичка метода*.

У оквиру *хипотетичко-дедуктивне* методе су евидентирана различита искуства стечена приликом истраживања предметне области у свету и у окружењу. Ова сазнања су затим упоређена са различитим, већ утемељеним, знањима и уверењима. Након тога се приступило уклапању теоријски и практично утврђених правилности у постојећи систем сазнања о хемикалијама и техничко-технолошком угрожавању безбедности и формирао стереотип на основу утврђених правилности а њиховим потврђивањем, овој правилности се додељује статус аксиоматског става.

Код методе *моделовања*, као предмет су третирани појам и врсте техничко-технолошких удеса и хемијски удеси од његовог порекла, преко дефиниције до заштитних мера и активности. У односу на циљ овде се ради о научно-истраживачком моделу који је усклађен са појединачним циљевима научног истраживања, односно, у овом случају, дескрипцијом и класификацијом. Осим тога, с обзиром на научну област којој припада ово истраживање, модел је еластичан и отворен. Као средство моделовања користи се мисаони процес истраживача исказан у писаној форми.

Статистичка метода у овом истраживању је заступљена због корисности у истраживању масовних појава, односно масовних чинилаца стварности. Због обиља ставова, судова и закључака до којих се дошло, ни тзв. теоријска истраживања не могу да заобиђу *статистичку* методу. У овом случају је примењена идентификација статистичке масе, где су извори прикупљени подаци у односу на предмет овог рада, из света као и из непосредног окружења. Подаци су прикупљени методом квалитативне и квантитативне анализе докумената. Груписање статистичких података је такво да се

сличности и разлике могу лакше уочити, односно истаћи најважније карактеристике ових проблема. Као извори података користи се различите врсте официјелних и неслужбених докумената, научни и стручни радови, као и средства масовних комуникација (часописи, интернет, и др.). Као метод прикупљања података користиће се директна анализа (посматрање) података.

2. ОПАСНОСТИ

2.1. ПОЈМОВНО ОДРЕЂЕЊЕ ОПАСНОСТИ И ХАЗАРДА

Свакодневне активности човека било у процесу рада или живљења у вези су са појавом одређених стања-опасности, која утичу на његово здравље и загађивање животне средине. У стручној литератури, *опасност* се дефинише као стање система у коме присуство извора емисије, енергије супстанци или прекомерна психофизичка и информациона оптерећења, могу да доведу до угрожавања здравља људи, материјалних и природних добара. У Речнику српског књижевног језика, под појмом опасност се подразумева: опасно стање, положај, ситуација. Такође, опасност се дефинише и као стање система у коме постоји вероватноћа губитка контроле над материјалним, енергетским и/или информационим токовима у систему. Губитак контроле над неким од наведених токова прати појава и развој фактора опасности. Уколико је губитак система сигурна последица појаве, развоја и дистрибуције фактора опасности, не може се говорити о ризику. Он се подразумева са одређеном вероватноћом, али исто тако постоји и одређен ниво вероватноће да до губитка неће доћи.

Под *опасношћу* се подразумевају појаве, процеси, деловања или услови, које поседују потенцијал, који може нанети штету људском здрављу, довести до смрти људи, нанети штету животној средини, довести до оштећења објеката антропогеног порекла. Треба подвући вероватну природу тог појма. Опасност-представља претечу могућих негативних догађаја, а не саме те догађаје. Они се могу десити, али се могу и не десити.

Хазард се може дефинисати као опасно стање или опасан догађај који представља потенцијалну претњу и може да нанесе штету људима, својини или животној средини. Хазарди могу да се сврстају у две категорије: природни и хазарди проузроковани људским активностима [81].

Природни хазарди су они који настају услед природних феномена (метеоролошког, геолошког па чак и биолошког порекла). Примери природних хазарда су циклони, цунамији, земљотреси и ерупције вулкана које су искључиво природног порекла. Клизишта, поплаве, суше и пожари су социо-природни хазарди, будући да су проузроковани и природним и људским активностима. На пример, поплаве могу настати због обилних падавина, клизишта или блокирања одводних система комуналним отпадом.

Хазарди проузроковани људским активностима углавном настају због људског немара. Они су повезани са индустријским постројењима и постројењима за производњу енергије и обухватају експлозије, ослобађање опасног отпада, попуштања брана итд.

2.2. КЛАСИФИКАЦИЈЕ ОПАСНОСТИ

У природи и друштву постоји већи број различитих потенцијалних опасности које се међусобно разликују по својим особеностима и карактеристикама (начину настајања и испољавања, времену, објектима и ефектима разарања и сл.) због чега их је могуће груписати и класификовати према различитим критеријумима.

У савременом класификационом приступу постоји већи број прихваћених класификација опасности; користе се различити прилази, тумачења и груписања опасности углавном базираних на логичним и рационалним разлозима. Стога се у

литератури могу срести разне поделе и груписања опасности које, најчешће, нису довољно доследне и прецизне у систематизацији опасности. Наиме, опасност исте групе често могу имати заједничке карактеристике са опасностима из других група, с једне стране, као што разне групе ванредних ситуација сврстаних по истом критеријуму могу такође имати заједничке особине и поред својих специфичности с друге стране. Дакле, многе природне и техничко-технолошке опасности деловањем природних сила и човека могу се појавити у миру и рату, као што се и многе условно назване мирнодопске опасности могу догодити у време рата, односно разне опасности у време мира.

Уопште гледано све опасности би се могле условно класификовати према истим или сличним критеријумима. Међутим, класификације опасности у разне групе према различитим критеријумима; те сличности и разлике појединих група опасности груписаних по истом или другом критеријуму класификацију чине конфузном и недовољно конкретном.

На основу порекла опасности могу да буду природне и вештачке (антропогене).

2.2.1. Природне опасности

Како су у природи извори опасности физичка поља, супстанце и микроорганизми, према томе, природне опасности можемо да класификујемо у три основне групе, и то: физичке, хемијске и биолошке.

Ако као критеријум класификације узмемо сферу животне средине у којој се јављају опасности, произилазе следеће основне групе опасности сфера неживе природе (абиотичка животна средина): литосферско-педолошке, атмосферско-метеоролошке и хидросферско-хидролошке.

Биотичка животна средина (жива природа, живи свет) узрокује опасности: епидемије, епизоотије, епифитолије итд.

Према времену трајања природне опасности могу да буду изненадне, споре и периодичне (епидемије).

2.2.2. Антропогене опасности

То су опасности које настају деловањем људског фактора и чине посебну групу под називом антропосферске или антропогене опасности. И вештачке опасности класификујемо у три основне групе узимајући у обзир да су извори опасности физичка поља, супстанце и микроорганизми: физичке, хемијске и биолошке.

И вештачке (антропогене) опасности, можемо класификовати на основу сфере животне средине, опасности техносфере и опасности социоекономске сфере.

Опасности техносфере. Техносфера обухвата: људска насеља (градови и села и њихови елементи), инфраструктурне објекте (енергетска постројења, саобраћајни, мелиорациони, производни, водоводни, канализациони, рекреациони објекти итд.), системе технике и технологије, предмете за задовољавање људских потреба (домаћинство, хигијена, спорт итд.) и све остале антропогене објекте и појаве које су производ људског рада и других човекових активности. То је вештачка животна средина у којој човек ради и живи, а истовремено врши загађивање и деградацију биосфере и извор је опасности. Радна средина је део техносфере, односно животне средине, амбијент, у коме се одвија радна делатност, као и простор ван радних места и

просторија и други објекти, тј. укупан простор унутар радне организације, То је затворени или отворени простор (радилиште, рад у пољопривреди итд.).

Техносферске опасности обухватају: опасности материјалне радне средине и опасности друштвено економских односа. Опасности материјалне радне средине састоје се из три основне подгрупе, и то: техничко-технолошке опасности, организационо-кадровске опасности и хигијенско-медицинске опасности.

У техничко-технолошке опасности радне средине спадају опасности које су резултат непридржавања потребних нивоа, квалитета, својстава, и то су: ниво механизације и аутоматизације; квалитет и дотрајалост средстава за рад (опрема, машине, уређаји, инсталације, објекти, средства транспорта); квалитет и конструктивна својства производа; технолошка својства производње; одржавање средстава за рад; ергономски ниво; ниво физичко-хемијских параметара радне средине (осветљење, температура, влага, притисак, струјање ваздуха, бука, вибрације, зрачење, концентрација токсичних, запаљивих и експлозивних материја) и квалитет личних заштитних средстава.

Организационо-кадровске опасности материјалне радне средине произилазе из некоректне и нестручне: организације процеса производње; организације радних места; расподеле радника на радним местима према способностима (знање, вештина, навике, радно искуство, стручна спрема итд.) и небриге о здравственом стању; неадекватне радне дисциплине; едукације радника за безбедну и стручну припрему и руковање средствима за рад.

У хигијенско-медицинске опасности радне средине спада непридржавање правила: колективне хигијене (хигијена радних просторија и радних места); индивидуалне хигијене (хигијена тела, одеће и хране); превентивним лекарским прегледима (претходни прегледи, систематски прегледи, контролно-периодични прегледи, прегледи запослених жена и омладине).

Друштвено-економски односи, односно, опасности социјалне радне средине су резултат некоректних: политичких, међуљудских и породичних односа; неадекватних животних услова, социјално-психолошких фактора искоришћења слободног времена.

Техничко-технолошке опасности у којима учествује човек могу да буду:

- техничко-технолошке опасности у којима учествује човек без намере да их проузрокује, а резултат су његовог нехата, погрешног и нестручног рада или незнања.
- опасности које човек намерно изазива и иницира, свесно, добро осмишљено и злонамерно. Ове активности се планирају и изводе најчешће у тајности по строго утврђеном сценарију. Могу се изводити у миру, периоду непосредне ратне опасности и у току рата. То су опасности у облику саботажа, диверзија и терористичких акција, односно све опасности које су намерно изазване тајним субверзивним акцијама.

Опасности социоекономске сфере. Ова група опасности представља стање непосредне угрожености по безбедност земље која настаје због нагомиланих унутрашњих слабости друштвеног система и неефикасности институција у њиховом решавању. Ове врсте опасности испољавају се када се на одређеном степену друштвеног развоја вишеструко увећају друштвене противречности које битно угрожавају нормално функционисање друштва и укупну стабилност земље.

За разлику од унутрашње угрожености безбедности земље изазване деловањем спољних фактора, ове опасности настају као последица неефикасности деловања друштвених институција.

Као препознатљиве опасности наглашавају се политичка нестабилност, тешка економска ситуација, социјална криза, нефункционисање правног система, национална нетрпељивост, а узрокују их: велике социјалне разлике, економска криза, кршење људских права, организовани криминал и корупција, верска и национална нетрпељивост, недостатак друштвене дисциплине и одговорности, политичка нестабилност, неефикасност у функционисању органа власти, демонстрације, немири и штрајкови.

2.2.3. Еколошка опасност

Еколошка опасност представља угрожавање екосфере, односно биосфере и антропосфере. Многе људске активности којима се човек и људско друштво баве, свесно или несвесно, непосредно или посредно, утичу на нарушавање и ремећење нормалних природних процеса који угрожавају неживу природу (литосфера, хидросфера, атмосфера), живи свет (животиње, биљке, микроорганизми), социоекономску сферу и техносферу.

2.2.4. Мирнодопска и ратна опасност

Уопште посматрано све опасности би се могле сврстати у две групе: мирнодопске опасности и ратне опасности. Међутим, многе условно назване мирнодопске опасности могу се појављивати и у време рата као природне појаве (земљотреси, поплаве и сл.) или да су намерно изазване (хаварије у великим хемијским и нуклеарним погонима, рушење брана великих хидроакумулација итд.) путем директног дејства по њима или кроз диверзантско-терористичке акције снага агресора.

Ратне опасности настају употребом савремених оружја и система, као и оружја за масовно уништење, односно то су опасности изазване борбеним дејствима са копна, мора и ваздуха и природне и техничко-технолошке опасности изазване ратним дејствима.

2.2.5. Хемијска опасност

Од укупног броја објеката техносфере значајан удео објеката припада хемијским објектима у којима се ради са различитим опасним материјама. И поред користи коју имамо од хемијских материја и потребе за њима, оне у себи крију знатне опасности (токсичност, запаљивост, експлозивност итд.) по људе и животну средину. Све то упућује на опасност објеката који раде са опасним материјама.

У индустрији, пољопривреди, у домаћинствима, већ сада се користи више од 100 хиљада хемијских материја и сваке године њихов број се увећава за око 1000 нових хемикалија.

Најважнија хемијска опасност је токсичност опасних материја која се одликује низом важних специфичних карактеристика:

- токсичне хемијске материје (сировине, међупроизводи, производи, отпад итд.) налазе се у многим опасним објектима.

- токсична опасност хемијских продуката, који се производе и користе у индустрији, испољава се не само у удесима, већ и у нормалном режиму технолошких процеса.
- хемијска опасност, условљена доспевањем токсичних супстанци у животну средину, може се испољити на знатној удаљености од извора токсичног загађења (трансгранични и трансконтинентални пренос).

Хемијску опасност можемо да класификујемо на основу поделе опасних материја у класе. На тај начин произилазе следеће хемијске опасности:

- експлозивна опасност,
- опасност од гасова под притиском,
- опасност од запаљивих течности,
- опасност од запаљивих чврстих материја,
- опасност од материја склоних самопаљењу,
- опасност од материја које у додиру са водом развијају запаљиве гасове,
- оксидирајућа опасност,
- опасност од органских пероксида,
- токсична опасност,
- опасност од гадних и заразних материја,
- радиоактивна опасност,
- корозивна опасност и
- остале хемијске опасности.

Токсична опасност предодређена је постојањем токсичног потенцијала. Пожарна и експлозивна опасност су условљене енергетским потенцијалом. Приликом ослобађања токсичног потенцијала концентрисаног на објекту, опасност може прећи у токсични удес. Ослобађање енергетског потенцијала може довести до тога да постојећа опасност пређе у пожар или експлозију. Могући су комбиновани удеси: пожар у комбинацији са токсичним удесом, када је запаљива материја истовремено и токсична материја или када нетоксична материја или смеша материја (материјал) приликом горења ослобађа токсичне материје. Међусобна повезаност и условљеност између различитих врста хемијских опасности доводи до комбинованих хемијских удеса.

2.2.6. Остале класификације опасности

Опасности можемо да класификујемо и на основу: интензитета, узрока настанка и пространства (територије).

У односу на последице које испољавају на човека, његова материјална добра и животну средину опасности се разликују по интензитету (броју жртава и обиму материјалног разарања): инциденти, акциденти, удеси, катастрофе, катаклизме.

Такође, опасности се могу поделити према:

- **узроку који их изазива, на:** пожаре, поплаве, експлозије, епидемије, итд.
- **пространству на:** локацијске (манифестују се у оквиру комплекса предузећа), изванлокацијске (превазилазе територију комплекса предузећа), општинске, регионалне, националне, континенталне и глобалне.

3. ОПАСНЕ МАТЕРИЈЕ

Развој науке и технологија условио је примену различитих материја које могу да представљају опасност у погледу угрожавања здравља људи као и материјалних и природних добара. Данас се у свету производи више од милион различитих хемијских једињења од којих неколико стотина хиљада има широку примену.

Реализација логистичких процеса, у производњи, превозу и складиштењу намеће значајне промене како у структури робе која се транспортује тако и у приступу реализације транспортних процеса. Стога код транспорта и складиштења материја велики значај добија аспект управљања ризиком при превозу и руковању. У складиштима логистичког система, у којима су присутне опасне материје, транспортно-претоварно-складишни процеси представљају места у којима је присутна највећа опасност и највећа вероватноћа појаве удеса.

Проблем заштите од дејства ових материја подразумева две основне групе активности: са једне стране, потребно је изучавати карактеристике опасних материја у циљу сагледавања могућности и механизма њиховог штетног дејства, а, са друге стране, на бази сазнања о њиховим карактеристикама потребно је дефинисати мере заштите којима се вероватноћа настанка штете и евентуалне последице акцидента могу умањити. Према томе заштита од опасних материја обухвата два аспекта:

- основне карактеристике опасних материја;
- превентивна заштита од нежељеног дејства опасних материја.

3.1. ПОЈМОВНО ОДРЕЂЕЊЕ ОПАСНЕ МАТЕРИЈЕ

У нашој литератури, на пример, као синоними за термин „опасна материја“ употребљавају се следећи изрази: токсикант, токсични агенс, хемијски агенс, токсична материја, штетна материја, штетна хемикалија, штетна материја (*JUS.Z.BO.001.1991*), отров, отровна хемијска супстанца, материја опасна по живот, нокса, полутант, контаминат, загађивач, загађење итд.

С обзиром да опасне материје обухватају посебне подгрупе супстанци (експлозивне, оксидационе, редукционе, запаљиве, самозапаљиве, незапаљиве, токсичне, корозивне, отпадне, радиоактивне и остале супстанце) очигледно је да ови термини нису синоними.

Опасне материје су супстанце (експлозивне, запаљиве, самозапаљиве, незапаљиве, токсичне, оксидационе, редукционе, летљиве, корозивне, радиоактивне итд.) које у затвореном или отвореном простору, под одређеним условима доводе до оштећења биосистема, неживе природе и материјалних добара.

Обично супстанце имају само једну групу особина на основу којих одговарају за примену. Не треба се одређи корисних супстанци, већ студијом особина (физичких, хемијских, опасних) утврдити услове њене безопасне примене.

Директива 98/24/EC о заштити здравља и безбедности радника изложених ризицима препознаје хемијска једињења на радном месту. Под опасним хемијским средствима подразумевају се:

- хемијска средства која испуњавају критеријуме да буду класификована као опасне супстанце или смеше,

- хемијска средства који нису класификована као опасна могу због својих својстава или начина на које се користе на радном месту представљати ризик по здравље и безбедност запослених и
- хемијско средство коме је додељена гранична вредност изложености на радном месту.

3.2. ОСОБИНЕ ОПАСНИХ МАТЕРИЈА

Под термином „особина“ подразумевамо неку, експериментално измерену или математички израчунату, квантитативну карактеристику проучаване супстанце.

Супстанце (природни, синтетички и производи настали трансформисањем природних производа), које се свакодневно сусрећу у радној и животној средини и у приватном животу све су бројније и разноврсније. Чисте супстанце поседују одређене карактеристике на основу којих се утврђује њихов квалитет и налазе примену. Међутим, осим ових позитивних особина, супстанце често располажу и опасним (штетним) особинама, које могу да доведу до оштећења здравља човека, оштећења и уништавања животне средине или да нанесу штету материјалним добрима. Такве супстанце називамо штетне или опасне супстанце. Опасне или штетне особине, које могу да поседују супстанце су: експлозивност, оксидоредукционе особине, запаљивост, самозапаљивост, токсичност, корозивност, радиоактивност итд. Мали број супстанци је без ових особина. Супстанца ретко има само једну опасну особину, обично су повезане две или више особина. Број супстанци, на пример, које карактерише запаљивост је знатно већи од експлозивних супстанци, што значи да је неопходно имати податке о запаљивости супстанци са којима се ради.

Свака супстанца која учествује у неком технолошком процесу, без обзира колико је њена цена повољна, мора да задовољи још два основна критеријума: да има особине које препоручују њену примену, и да буде довољно безбедна за рад. Како ниједна супстанца није потпуно безбедна и нештетна, испада да се човек мора одрећи многих супстанци са добрим технолошким особинама. Међутим, ово се не дешава, јер и за супстанцу са најопаснијим особинама постоје начини за њену безопасну примену. Према томе, очекивана корист од примене неке супстанце мора да буде већа од цене за истраживање начина за безбедну примену. Овај однос би требао да буде услов за примену неке супстанце, мада се често користе супстанце без научно утврђених услова безопасне примене. Ово се дешава јер су од научних и етичких разлога јачи економски и друштвени фактори.

3.2.1. Опште особине

Под општим особинама подразумевају се особине које дефинишу опште стање опасне материје и особине везане за фазне трансформације и растварање: хемијска формула, агрегатно стање, боја, мирис, укус, тачка кључања, испарљивост, тачка топљења, растворљивост, концентрација. Ове особине омогућују информативно и оријентационо процењивање опасности супстанце.

3.2.2. Пожарно-експлозивне особине опасних материја

Супстанце, поред директног дејства, могу да делују и индиректно на човека, живи свет и материјална добра. Супстанце индиректно делују ефектом својих реакција, при којима долази до ослобађања енергије у различитим егзотермним процесима, од којих

је један од најчешћих сагоревања. Ови процеси могу да се разликују не само по издвојеној количини топлотне енергије већ и по времену за које се овај процес одиграва. Отуда и постоји могућност да се уоче процеси при којима се ослобађа већа или мања количина топлоте, као и они при којима се ослобађање топлоте врши тихо, брзо или тренутно.

У овом случају, за нас су најинтересантнији они процеси при којима долази до ослобађања већих количина топлоте, и то у краћем временском интервалу или тренутно. Најчешће до оваквих појава долази при сагоревању и експлозијама.

Да би дошло до оваквих процеса, неопходно је да буду испуњена три основна услова: присуство материја које су погодне за сагоревање (горива); присуство кисеоника као оксидационог агенса, који се најчешће појављује у виду гасне смеше као што је ваздух; присуство топлотног извора који омогућује да се смеша горива и оксидационог агенса доведе до температуре која је неопходна за даље несметано развијање процеса.

Сагоревање је, према томе, хемијски процес горива са кисеоником, при чему се издваја и одређена количина топлоте, а може да буде и често је праћено пламеном. Уколико су сва три поменута услова испуњена, сагоревање се нормално и контролисано одвија, док се регуларност процеса нарушава, уколико дође до поремећаја у неком од поменутих услова. Потпуно неконтролисано сагоревање је пожар.

Код пожарно-експлозивне материје треба познавати одређене параметре који ће бити наведени у даљем тексту:

- групу запаљивости,
- температуру запаљивости,
- температуру паљења,
- температуру самопаљења,
- границе запаљивости,
- температурне границе запаљивости пара у ваздуху,
- минимални експлозивно опасни садржај кисеоника,
- температуру спонтаног загревања,
- температуру тињања,
- минималну енергију паљења,
- нормалну брзину горења,
- брзина сагоревања,
- максимални притисак експлозије,
- брзину пораста притиска при експлозији,
- потенцијал запаљивости и
- минималну гасиву концентрацију.

3.2.3. Токсичне особине опасних материја

Токсичност је веома значајна особина хемијских супстанци. Важност ове особине посебно истиче чињеница што у зависности од услова она долази до изражаја на различите начине. Супстанце се међусобно много разликују по својој токсичности, што је у складу са њиховом природом. Тако интервал степена токсичности се креће од супстанци које уопште нису токсичне, преко супстанци за које се каже да су токсичне, до изузетно токсичних супстанци код којих контакт са њима представљају озбиљну опасност. Поред овог, познато је да су неке супстанце токсичне за људе, а безопасне за животиње, али и обрнуто. Исто тако једна иста супстанца у минималним количинама је

неопходна за нормално функционисање организма, у нешто већим количинама је лек, а још у већим количинама може бити отров. Из наведеног се види да токсичност неке супстанце представља њену особину, која се под одређеним условима открива само у међудејству са живим организмом (биосистемом).

Токсична супстанца је хемијски елемент или једињење, која се једном или стално (понављање токсичних доза) уноси у организам или у њему ствара у токсичној количини (доза), делујући на њега, под одређеним условима, хемијски или физичко-хемијски, проузрокујући обољење, са лакшим или тежим последицама или престанак егзистенције живог организма.

Класификације супстанци на основу токсичних особина. На основу токсичних особина све супстанце се могу сврстати у три основне групе: нетоксичне супстанце, токсичне супстанце и супстанце непознате токсичности.

Група нетоксичних супстанци обухвата супстанце које ни под каквим условима не изазивају никакве надражаје, на било који од органа човека и супстанце које могу да изазову токсичне ефекте код људи само под неуобичајеним условима или у неуобичајеним концентрацијама.

Токсичне супстанце које изазивају надражаје на поједине органе организма сврстане су, на основу степена надражаја, у групе: слабо токсичне супстанце, умерено токсичне супстанце, веома токсичне супстанце, екстремно токсичне супстанце, супер токсичне супстанце.

Путеви уношења токсичних супстанци у организам. Токсичне супстанце се могу унети у организам инхалацијом загађеног ваздуха, ингестијом са храном и пићем или апсорпцијом преко коже и слузокоже.

Врсте експозиција. На основу учесталости и трајања експозиција може да буде акутна и хронична. Ако је изложеност токсичним супстанцама на радном месту, ради се о професионалној експозицији. Еколошка експозиција је последица загађења животне средине (ваздух, вода, земљиште, храна) и не односи се само на човека, већ и на живи свет.

Акутна експозиција је обично врло краткотрајна, приликом уношења једне једине дозе токсичне супстанце, али понекад траје и више часова. Хронична експозиција траје дуго са мањом или већом учесталошћу. При великој учесталости може се говорити о континуираној експозицији.

Локализација токсичних ефеката. Токсичне супстанце унешене у организам на различите начине, чак и у минималним количинама, узрокују физиолошке, биохемијске и/или структурне промене у организму. Ако промене, које изазивају токсичне супстанце, настају на местима примарног контакта са организмом, онда се ради о локалним ефектима. Системски ефекти се појављују тек после ресорпције и расподеле токсичне супстанце у организму.

Основни токсични параметри. Количина токсичне супстанце која се унесе у живи организам назива се доза (*dosis*). Према томе, доза је количина неке супстанце која доводи до одређеног ефекта или количина која је потребна да би се постигла одређена концентрација те супстанце на извесном месту у живом организму.

Најмања количина супстанце која не проузрокује никакав ефекат, а присутна је у организму, назива се гранична количина или неефективна доза (*ND*) или физиолошка доза (*dosis physiologica*). Количина супстанце која је већа од неефективне дозе, којом се постиже неки ефекат у организму назива се ефективна доза (*ED*). Већа количина

супстанце од ефективне дозе, која изазива токсичан ефекат тј. доводи до тровања назива се токсична доза (*dosis toxica*) (*TD*). Још већа количина супстанце од токсичне дозе, је количина која може изазвати смрт живог организма, назива се смртна или летална доза (*dosis letalis*) (*LD*). Вредност *LD*₅₀ посматрана сама за себе не може дати тачну представу о токсичним особинама неке супстанце. *LD*₅₀ је један од најважнијих критеријума токсичности супстанце и треба га користити са што већим бројем осталих особина супстанце, при токсиколошкој оцени исте. Најнижа публикована вредност за минималну леталну дозу обележава се само са *LD* или *LDL*₀. У литератури се срећу вредности различитих врста леталних доза (нпр. *LD*₇₅, *LD*₂₅, *LD*₁₀), које представљају леталне дозе одговарајућег процента настрадалих експерименталних животиња, што показује број у индексу ознаке. Вредност за леталне дозе односе се на супстанце у чврстом и течном агрегатном стању.

Токсични параметар *LD*₅₀ се изражава односом масе (*mg*) токсичне супстанце и телесне масе (*kg*) коришћене експерименталне животиње (*mg/kg*). Поред дате вредности за *LD*₅₀ треба назначити начин уношења токсичне супстанце и врсту експерименталне животиње.

Као и дозе, и концентрације могу да буду: неефективне (*NC*), ефективне (*EC*), токсичне (*TC*) и леталне (*LC*).

Дефиниције концентрација су аналогне дефиницијама за дозе. Као и код дозе са *LCL*₀ се обележава најнижа публикована вредност за смртну (леталну) концентрацију. Минимална летална концентрација (*LC*₁) убија 1 %, а максимална летална концентрација (*LC*₁₀₀) изазива смрт код свих експерименталних животиња. На основу вредности *LC*₅₀ може се приближно израчунати *LC*₁₀₀ при ма којој експозицији, за неку супстанцу. Од свих вредности леталне концентрације, као и код доза, најодређенију карактеристику токсичности у квантитативном смислу представља параметар *LC*₅₀.

При оцењивању безбедности при раду са токсичним супстанцама, користи се МДК. Под МДК се подразумевају оне просечне концентрације токсичних супстанци (гасови, паре, аеросоли) које при свакодневном осмочасовном раду, за време радног века, не доводе до патолошких промена или обољења (које се могу утврдити савременим медицинским методама), под нормалним микроклиматским условима, нефорсираном дисању, за средње тешке физичке послове, за раднике код којих пре ступања на радно место нису лекарским прегледима утврђене никакве здравствене сметње за рад са токсичним супстанцама и без употребе личних заштитних средстава.

За токсичне супстанце које се нормално не налазе у организму сваки позитиван резултат у биолошком материјалу представља знак експозиције. МДК вредности за биолошки материјал су у ствари, концентрације токсичних супстанци или њихових метаболита у биолошком материјалу, које одговарају експозицији организма у загађеној атмосфери.

Биолошки мониторинг у токсикологији представља процену укупне експозиције хемијским токсичним супстанцама, на основу мерења погодних показатеља (биомаркера) у биолошким узорцима сакупљених од експонираних особа у одређеном временском периоду.

Комбиновано дејство токсичних супстанци. Комбиновано дејство загађујућих супстанци, имајући пре свега у виду чињеницу да се у радној и животној средини истовремено налазе загађујуће супстанције различитог и састава и механизма деловања, представља централни проблем токсикологије. Осим комбинованог дејства различитих загађујућих супстанци, као што је већ напоменуто, треба имати у виду и

њихову комбинацију са чиниоцима животне средине пре свега температуром, влагом, притиском ваздуха и различитим врстама зрачења али и другим, пре свега биолошким чиниоцима. Човек може бити изложен не само штетним утицајем различитих комбинација загађујућих супстанци, које истовремено пристижу из неког извора, већ и утицају једне те исте супстанције која пристиже из различитих средина (воде, ваздуха, животних намирница). Недовољно је знати само то какви се отрови и у којој количини налазе у ваздуху, већ је потребно знати и то како ће они деловати при заједничком присуству у радној или некој сфери животне средине.

Термин синергизам употребљава се као синоним потенцирања и изражава такво стање када ефекат комбинованог дејства токсичних загађујућих супстанци надмашује збир ефеката сваке појединачне токсичне супстанце: $(A+B) > (A)+(B)$.

Када је ефекат две или више токсичне загађујуће супстанције раван збиру ефеката сваке појединачне супстанце ради се о адитивном дејству: $(A+B) = (A)+(B)$.

Антагонизмом се назива дејство две или више супстанције када је ефекат дејства мањи од збира ефеката појединих супстанци које улазе у комбинацију: $(A + B) < (A) + (B)$.

3.2.4. Радиоактивне особине опасних материја

Радиоактивност се може дефинисати као својство које поседују језгра атома неких елемената да спонтано емитују зраке, при чему настају нове атомске врсте.

Радијациони параметри. Радијационе јединице и границе озрачавања заснивају се на препорукама Међународне комисије за заштиту од јонизујућег зрачења. Препоруке су израђене на основу свеукупних научних сазнања и искустава из свих области које су од значаја за заштиту од зрачења.

Активност радиоактивног извора (A) дефинисана је бројем распаднутих атома у јединици времена. Од броја распаднутих атома зависи колико ће радиоактивни елемент да емитује честица, односно каква је његова активност. Јединица за активност радиоактивног извора је бекерел (*becquerel*), а ознака Bq . Бекерел је активност радиоактивног извора у коме се дешава један распад радиоактивног језгра у једној секунди ($1 Bq = s^{-1}$).

Свака врста радиоактивног зрачења карактерише се тиме колику енергију предаје супстанци у интеракцији са њеним молекулима. Величина којом се изражава та карактеристика назива се апсорбована доза јонизујућег зрачења (D). Апсорбована доза јонизујућег зрачења је количина енергије коју је апсорбовала јединица масе озраченог материјала. Јединица за апсорбовану дозу је греј (*gray*) – Gy . Греј је апсорбована доза у телу чија је маса један килограм, а коме је јонизујућим зрачењем предата енергија од једног џула ($1 Gy = 1 J/kg$).

Велики значај има и време за које је примљена одређена доза зрачења. Јачина апсорбоване дозе (D) је апсорбована доза у јединици времена. Јединица за јачину апсорбоване дозе је греј у секунди, чија је ознака Gy/s или $J/kg \cdot s$. Како је $J/s = W$ (*vat*), то је јединица јачине апсорбоване дозе ват по килограму (W/kg).

Апсорбована доза јонизујућег зрачења зависи од природе и својства зрачења и супстанце кроз коју зраци пролазе. Тако α -зраци много више оштећују ћелије због веће јонизационе способности него иста доза β или γ -зрака. Ову чињеницу узима у обзир величина названа **еквивалент дозе** (H). Еквивалент дозе добија се када се апсорбована доза помножи одговарајућим коефицијентом (фактором):

$$H = D \cdot K \quad (3.1)$$

Вредност тог коефицијента зависи од врсте зрачења. Јединица за еквивалент дозе је сиверт (Sv). Сиверт се изражава истим јединицама као и греј ($1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg}$). Да би се предузеле мере заштите, потребно је познавање и мерење дозе зрачења којој је неки организам изложен. Заштита од зрачења бави се заштитом појединаца, њихових потомака и целокупног становништва. Становништво не сме бити изложено озрачавању изнад $1,7 \text{ mSv}$ (милисиверта или $\text{mSv} = 10^{-3} \text{ Sv}$) годишње, а појединци не смеју бити изложени озрачивању целог тела изнад 5 mSv .

3.2.5. Корозивне особине опасних материја

У корозивне материје се убрајају киселине и њихови анхидриди и алкалије. Ове материје могу да разоре и судове у којима се налазе а уколико су испарљиве могу да загаде и атмосферу у магацинским просторијама. Неиспарљиве корозивне материје, међутим, енергично реагују са влагом из ваздуха. Паре киселина реагују са металима и хидридима метала ослобађајући водоник, док у другим случајевима могу да ослободе токсичне, а евентуално, и запаљиве гасовите продукте, реагујући са једињењима, као што су: сулфиди, сулфити, цијаниди, арсениди, телуриди, фосфиди, бориди, силициди, карбиди, флуориди, селениди итд. И под дејством алкалија може доћи до појаве да се развија водоник, уколико алкалије дођу у додир на пример, са алуминијумом, као и његовим легурама. Смеше киселина и њихових пара, могу да нападају и грађевинске материјале и уређаје, изазивајући њихову корозију, уз истовремену појаву различитих гасовитих продуката. Саме киселине, њихове смеше, као и њихове паре су токсичне.

3.3. КЛАСИФИКАЦИЈА ОПАСНИХ МАТЕРИЈА

3.3.1. Сировине и производи са својством опасне материје

Сировине и производи у технолошком процесу производње представљају у суштини хемикалије. Према Закону о хемикалијама (Службени гласник РС бр. 36/2009), хемикалија је супстанца, хемијски елемент или једињење, у природном стању или добијена у производном процесу, укључујући и додатке (адитиве) који су неопходни за одржавање његове стабилности, односно нуспродукти (нечистоћа) који су резултат процеса добијања хемикалије; осим растварача који се могу издвојити без утицаја на стабилност супстанце и промене њеног састава. Хемикалија је и смеша, мешавина или раствор две или више хемијских супстанци. Дакле, на основу Закона о хемикалијама опасне хемикалије дефинишу се као:

- ствари и смеше који испуњавају критеријуме за физичке опасности, опасности за здравље или околину утврђене Директивом 67/548/EEZ (Директива о опасним хемикалијама, Dangerous Substance Directive (DSD)) и Директивом 1999/45/EZ (Директива о опасним препаратима; Dangerous Preparation Directive (DPD))
- ствари и смеше које испуњавају критеријуме за физичке опасности, опасности за здравље или околину утврђене у 2. - 5. делу Прилога I. Уредбе (EZ) бр. 1272/2008.

Опасне хемикалије се класификују према типу и степену њихових здравствених и физичких ризика. Ризична својства мешавина састављених од две или више хемикалија се одређују према проценама заснованим на ризицима својственим хемикалијама које

се налазе у њиховом саставу. Од пестицида који повећавају обим и квалитет прехранбене производње, до фармацеутских производа који лече болести, и производа за чишћење који помажу у успостављању хигијенских услова живота, хемикалије су кључне за здрав живот и савремене погодности. Хемикалије су такође кључни део индустријских процеса за развијање производа који су важни за глобалне животне стандарде. Међутим, контролисана изложеност овим хемикалијама на радном месту, као и њихове ограничене емисије у животну средину, су задаци за чије решавање држава, послодавци и радници настављају да се боре.

Доказано је да хемикалије у животној средини имају значајан утицај, од климатских промена до уништавања дивље природе и загађења пијаће воде. Јасно је да је разумнија употреба хемикалија и контролисано испуштање у околину и одлагање од суштинске важности за обезбеђивање будуће еколошке безбедности и здравља.

3.3.1.1. Глобално хармонизовани систем за класификацију и обележавање хемикалија (GHS)

Најрелевантнији међународни извор информација о хемијској безбедности је Глобални хармонизовани систем за класификацију и обележавање хемикалија (GHS). GHS је направљен тако да покрије све хемикалије, укључујући и чисте супстанце и мешавине, и да постави услове за обавештавање у случају хемијских ризика радног места, транспорта ризичне робе, потрошача и животне средине. Као такав, он је заиста хармонизован и универзални технички систем који има далекосежни утицај на све националне и међународне регулативе за хемијску безбедност. *GHS* има листу критеријума класификације према здравственим, физичким и еколошким ризицима.

Уредба (ЕЗ) бр. 1272/2008 (*Regulation on classification, labelling and packaging* је тзв. *CLP* Уредба) је нова *EU* Уредба о разврставању, обележавању и паковању ствари и смеша. Према Правилнику о класификацији, паковању, обележавању и оглашавању хемикалије и одређеног производа („Службени гласник РС бр. 59/10, 25/11 и 5/12), хемикалије се класификују у једну или више класа опасности тако што се подаци о својствима хемикалије упоређују са критеријумима за класификацију у одређену класу опасности. На основу овог правилника прописани су графички знакови (симболи) и ознаке упозорења за опасне твари и смеше, ознаке упозорења „P“ за означавање опасних материја, ознака „C“ за означавање опасних материја. У складу са *CLP* Уредбом, H и P ознаке упозорења и ознаке замењују R и S ознаке од 2015. године.

На основу физичких и хемијских својстава и критеријума хемикалије се могу класификовати у следеће класе опасности:

- експлозивно,
- оксидујуће,
- веома лако запаљиво,
- лако запаљиво и
- запаљиво.

На основу својстава која утичу на живот и здравље људи и критеријума хемикалије се могу класификовати у следеће класе опасности:

- веома токсично,
- токсично,
- штетно,

- корозивно,
- иритативно,
- сензибилизационо,
- карциногено,
- мутагено и
- токсично по репродукцију.

На основу својстава која утичу на животну средину и критеријума хемикалије се могу класификовати у класу опасности:

- опасно по животну средину.

3.3.1.2. Класификације опасних материја на основу категорија и степена опасности (NFPA класификација)

The *National Fire Protection Agency (NFPA)* је донела Стандардни систем за идентификацију опасности од опасних материја при управљању ризиком M704 (*Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response*). Сврха стандарда је да штити животе лица која учествују у акцидентним ситуацијама са опасним материјама. Према овој класификацији опасности су сврстане у три категорије и то: опасност по здравље, опасност од паљења, опасност од реактивности. Свака од три категорије опасности дели се у погледу опасности на још пет степени опасности: од степена 0, који означава да нема опасности те категорије, до степена 4, који означава највећу опасност. По здравље су опасне оне материје које могу директно или индиректно изазвати оштећење или онеспособљеност, привремено или трајно, додиром, удисањем или уношењем у организам.

Материје нултог (0) степена опасности су материје које у пожару не стварају опасност већу од опасности обичне запаљиве материје класе А, према стандарду *JUS Z.C0.003*.

Материје првог (1) степена опасности су материје које изазивају надражај коже или дисајних органа или само мања оштећења, ако се не пружи лекарска помоћ. Ту су укључене и материје које захтевају употребу побољшане заштитне маске с изолационим апаратом. У материје овог степена убрајају се: материје које у условима пожара развијају надражујуће продукте, материје које на кожи изазивају надражаје без разарања ткива.

Материје другог (2) степена опасности су материје које јаким или непрекидним деловањем могу изазвати привремену онеспособљеност или трајно оштећење организма, ако се не пружи брза лекарска помоћ. Овој групи припадају и материје које захтевају употребу заштитне опреме за дисајне органе с независним доводом ваздуха. У материје овог степена убрајају се: материје које при пожару испуштају токсичне или иритирајуће продукте, материје које, било под нормалним условима или условима пожара, испуштају токсичне паре или развијају токсичне продукте, чија се присутност не може открити људским чулима.

Материје трећег (3) степена опасности су материје које кратким деловањем могу изазвати привремено или трајно оштећење, чак и ако се пружи брза лекарска помоћ. У угрожено подручје може се ући само с одговарајућом одећом и обућом, укључујући изолациони апарат за дисање. Површина коже не сме бити изложена деловању материје овог степена опасности. У материје овог степена убрајају се: материје које

при пожару испуштају врло токсичне продукте, материје које су агресивне према живом ткиву или токсичне када се апсорбују у кожи.

Материје четвртог (4) степена опасности су материје које и врло кратким деловањем могу изазвати смрт или врло трајно оштећење, чак и ако се пружи брза лекарска помоћ. У овај степен укључене су и оне материје којима се рукује само са специјалном заштитном опремом. У материје овог степена убрајају се: материје које могу продрети кроз обичну гумену заштитну одећу, материје које под нормалним условима или у условима пожара испуштају гасове, који су токсични или агресивни ако се удишу или апсорбују кроз кожу или ако се дође у додир с њом.

На основу категорије и степена опасности одређује се транспорт, складиштење, вентилација, рад са опасним материјама, чишћење резервоара и уређаја у којима се налази материја, организационе мере заштите, лична заштитна средства, поступци у случају изненадне опасности, поступци приликом хаварије при транспорту, заштита од пожара и експлозија, прва помоћ, детоксикација и деконтаминација и заштита животне средине.

3.3.1.3. Класификације опасних материја у превозу

Опасне материје су према сличним особинама које карактеришу одређену опасност сврстане у одређене групе, тј. класе. Циљ оваквог груписања је свођење огромног броја различитих опасних материја у неколико класа, тј. група. То омогућује примену идентичних мера заштите за одређене групе, односно класе.

Данас у свету постоји више националних и међународних прописа, препорука и споразума о начину класификације опасних материја, који у себи садрже прецизно дефинисање класификационе групе. Обзиром да је већина земаља потписница Међународне конвенције о превозу опасних материја, практично не постоје суштинске разлике националних система класификација. Једина разлика може се уочити у броју класификационих група, који је последица примењеног степена детаљизације у разврставању опасних материја.

Класификација опасних материја коју су усвојиле *UN* и препоручиле свим земљама света представља полазну и најзначајнију карику у решавању проблема у раду са опасним материјама.

Класификација опасних материја у друмском транспорту. Класификација опасних материја у друмском саобраћају је извршена у складу са међународним прописима који уређују њихову употребу, превоз и складиштење. Према Европском споразуму о међународном превозу опасних материја у друмском саобраћају (*ADR*), опасне материје сврстане су у девет класа.

Европски споразум о међународном превозу опасне робе у друмском саобраћају - *ADR* (скраћеница потиче од изворног текста на француском језику "*Accord European relatif ou transport international de marchandises Dangereuses par Route*") закључен у Женеви 30.09.1957. године и ратификовала га је бивша СФРЈ (Службени лист СФРЈ, бр. 59/79 - Међународни уговори). Даља разрада овог документа поверена је Економској комисији за Европу *UN* - Комитету за унутрашњи саобраћај - Радној групи за транспорт опасних добара, са седиштем у Женеви. Најновије измене донете су 2000. године са роком примене и важења од јануара 2003. године.

Класа 1 - експлозивне материје:

Класа 1.1 - материје и предмети који представљају опасност од експлозије целокупне масе (практично једновременно експлодира, обухватајући целокупни садржај);

Класа 1.2 - материје и предмети који представљају опасност од разлета фрагмената, али не и опасност од експлозије целокупне масе;

Класа 1.3 - материје и предмети који представљају опасност од пожара, уз минималну опасност од разлетања фрагмената или експлозије, али не предвиђају опасност од експлозије целокупне масе. Артикали ове групе:

- сагоревају са радијалним ширењем топлотног зрачења,
- сагоревају једно за другим, иницирајући минорне ефекте разлета или експлозије;

Класа 1.4 - обухвата материје и предмете који не представљају значајну опасност. То су материје и предмети који имају малу опасност у случају паљења или иницирања током превоза. Ефекти се практично у потпуности задржавају у оквиру паковања и не очекује се фрагментално ни пробојно дејство. Спољни пламен не изазива симултану експлозију целог садржаја паковања.

Класа 1.5 - врло неосетљиве материје, које у случају иницирања представљају опасност од експлозије у маси. Веома је мала вероватноћа иницирања или преноса стања пожара у детонације под нормалним условима транспорта.

Класа 1.6 - екстремно неосетљиве материје које не поседују опасност од експлозије у маси. Предмети могу садржати само екстремно неосетљиве детонирајуће супстанце које имају безначајну вероватноћу акцидентног иницирања или пропагације.

Класа 2 - збијени гасови, гасови претворени у течност и гасови растворени под притиском. Материје које имају критичну температуру испод 50 °C односно материје које на 50 °C имају притисак већи од 3 bar.

Класа 3 - запаљиве течности-чине запаљиве течности или смеше течности које на температури од 50 °C имају притисак пара нижи од 3 bar, а тачку паљења мању од 61 °C.

Класа 4 - запаљиве чврсте материје:

Класа 4.1 - запаљиве чврсте материје - које кад су у сувом стању могу лако да се запале у додиру са пламеном или варницом (сумпор, целулоид, нитроцелулоза, црвени фосфор) али нису склоне самопаљењу;

Класа 4.2 - материје склоне самопаљењу - пале се у додиру са ваздухом или водом без посредства других материја или извора паљења (бели и жути фосфор, цинкови алкали, отпаци нитроцелулозни филмови, сирови памук, употребљаване –науљене и замашћене крпе итд.);

Класа 4.3 - материје које у додиру са водом ослобађају запаљиве гасове - пале се у додиру са пламеном и варницом (натријум, калијум, калцијум карбид).

Класа 5 - оксидирајуће материје и органски пероксиди:

Класа 5.1 - оксидирајуће материје-у додиру са другим материјама, се разлажу и при том могу проузроковати пожар (хлориди, перфлорати, водени раствор водоник-супероксида, пероксиди алкалних метала и њихове смеше);

Класа 5.2 - органски пероксиди-органске материје са вишим степеном оксидације које могу да изазову штетне последице по здравље и живот људи или оштећење материјалних добара. Велики број органских пероксида је осетљив на повећане температуре и ударе, при чему могу експлодирати. Због своје нестабилности, неки од њих, морају се складиштити и транспортовати на ниским температурама.

Класа 6 - отровне (токсичне) и инфективне материје:

Класа 6.1 - отрови (токсичне материје) - материје синтетичког, биолошког или природног порекла и препарати произведени од тих материја који унесени у организм или у додиру са организмом могу угрозити живот или здравље људи или штетно деловати на животну средину;

Класа 6.2 - инфективне материје, и материје које шире непријатан мирис или садрже микроорганизме или њихове токсине за које се зна да могу изазвати заразна обољења код људи и животиња (свежа усољена или не усољена кожа, отпаци од производње туткала, изнутрице, жлезде, фекалије, мокраћа, природно ђубриво итд.).

Класа 7 - радиоактивне материје које садрже радиоактивне атоме.

Класа 8 - корозивне материје. Материје које у додиру са другим материјама и живим организмима изазивају њихово оштећење или уништење (сумпорна киселина, азотна киселина, мравља киселина, бром, натријум хлороксид, хидроксиди, халогени елементи). Корозивне материје у додиру са људском кожом изазивају тешка оштећења коже, очију, дисајних путева и органа за варење. Деловањем на друге материје могу издвојити топлоту, отровне гасове и паре што може довести до пожара и експлозија.

Класа 9 - остале опасне материје. Материје које за време превоза представљају опасност, а које се не могу сврстати у претходне класе (азбест, суви лед, магнетни материјали и сл.).

Опасним материјама сматрају се и сировине од којих се производе опасне материје и отпаци, ако имају особине тих материја.

Поред поделе опасних материја у класе и подкласе *ADR* прописи обухватају поделу материја у реструктивне и нереструктивне (слободне) класе, а наведени су и такозвани ивични бројеви ради лакшег налажења појединих материја, с обзиром да је као прилог *ADR* прописа дат и списак опасних материја по појединим класама.

Класификација опасних материја у железничком транспорту. Прва међународна конвенција о превозу робе на железници под називом (*Convention international concernant le transport par chemin de fer des marchandises CIM*) потписана је у Берну 14.10.1980. године. Од тада па до данас, та је конвенција доживела неколико ревизија. Превоз опасних материја регулише се једним чланом ове Конвенције, а на основу тога донет је Прилог 1 конвенције који, у ствари, обухвата прописе о превозу опасних материја железницом. Тај прилог носи назив "*Reglement international concernant le transport des marchandises dangereuses*" - Међународни правилник о превозу опасне робе (*RID*). Усавршавање и разрада ових прописа поверени су Комитету експерата у Берну. Аналогно класификацији опасних материја по *ADR* систему, и у оквиру ове класификације дефинишу се реструктивне и нереструктивне класе и наводи се списак опасних материја означених тзв. „ивичним бројевима“, према *RID*.

Класификација опасних материја у транспорту на унутрашњим пловним путевима. Истовремено са разматрањем прописа о транспорту опасних материја на путевима, Европска економска комисија (*EEC*) је разматрала и проблем транспорта опасних материја на унутрашњим пловним путевима. Оригинални назив документа

kojim se регулишу питања из ове области је *"Accord europeen relative autransport international des marchandises dangereuses par voie de navigation interieure"* (Европски споразум о међународном транспорту опасних добара унутрашњом пловидбом), а званична скраћеница је *ADN*. Од значаја је напоменути да је у унутрашњој пловидби прихваћена класификација аналогна претходно наведеном.

Класификација опасних материја у поморском саобраћају. Први прописи у области поморског транспорта опасних материја датирају из седамдесетих и осамдесетих година XIX века, а важили су углавном у Европи. Прво издање Међународних правила о транспорту опасних производа морем (*International Maritime Dangerous Goods-Code-IMDG*) *IMCO* је објављен 1965. године, од када је доживео већи број измена и допуна. Класификација опасних материја према *IMDG* препорукама заснива се на критеријумима које је усвојио Комитет за транспорт опасних материја при *OUN*.

Класификација опасних материја у ваздушном саобраћају. Међународна организација цивилног ваздухопловства (*International Civil Aviation Organization-ICAO*), је почела са радом 1944. године, са седиштем у Монтреалу. Анекс 18 те конвенције односио се на транспорт опасних добара (*The Safe Transport of Dangerous Goods by Air*). На бази тог анекса, уз сарадњу стручњака за транспорт опасних роба при комитету *UN* развијене су и тзв. Техничке инструкције за безбедан транспорт опасних добара у ваздушном транспорту (*Technical instructions for the safe transport of dangerous goods by air*). Ове инструкције обухватају опште одредбе, класификацију и списак опасних материја, упутства за паковање, утовар, тестове, начин означавања, складиштење и сл.

3.3.2. Отпад са својством опасне материје

Широм света развој и експанзија индустријских процеса и непрестано увођење у производњу нових хемијских производа ствара све веће количине опасног отпада који представља потенцијалну претњу животној средини и јавном здрављу. Уколико не постоје одговарајући закони, компаније ће се радије опредељивати за најјевтиније и најпогодније опције одлагања свог опасног отпада - опције које могу изазвати непоправљиву штету у животној средини. У многим земљама је повећана свест о неповољном дејству лошег управљања опасним отпадом по животну средину и о потреби заштите земљишта, ваздуха и воде за добробит данашње и будућих генерација, развила интересовање за програме управљања опасним отпадом (Табела 3.1.).

Табела 3.1. Критеријуми за дефинисање опасног отпада

Базелска конвенција	ЕПА критеријуми	УНЕП критеријуми
1. Запаљивост 2. Оксидирајућа својства 3. Отровност 4. Инфективност 5. Корозивност 6. Екотоксичност	1. Запаљивост 2. Корозивност 3. Токсичност 4. Реактивност	Отпади, сви осим радиоактивних који на бази хемијске активности или токсичности, експлозивности, корозивности или других карактеристика проузрокују опасност или штетност по здравље и животну средину
+ отпади дефинисани анексом 1 и анексом 3	+ амбалажа и други материјали који су били у контакту са опасним отпадом	

Опасни отпад јавља се у разним облицима - од посуда са течним хемикалијама па до сијалица и батерија које садрже тешке метале. И док се сматра да су производне индустрије највећи извор опасног отпада, његовом нагомилавању доприносе и болнице, лабораторије, војне базе, фарме, мала предузећа и домаћинства. У Програму Уједињених нација о животnoj средини процењено је да се у свету ствара између 300 и 500.000.000 m^3 опасног отпада сваке године.

Лоше и неодговарајуће одлагање оваквог отпада често и у одсуству политике и програма којима би се оно регулисало може имати тешке последице по животну средину, јавно здравље, привреду и политику земаља света. Да би се опасност свела на најмању могућу меру, неопходно је да се овим отпадом, уз одговарајуће безбедносне услове, рукује на начин који је у складу са захтевима животне средине усвојеним на Базелској конвенцији. Циљ Базелске конвенције о контроли прекограничног кретања опасног отпада и његовог одлагања и њених протокола је да се обезбеди свеобухватна контрола прекограничног кретања опасног отпада. Ова конвенција подразумева и одговорност и благовремену исплату накнада за штете које проистекну услед прекограничног кретања таквог опасног отпада, укључујући и инциденте који се јављају као последица незаконитог промета.

Базелска конвенција је усвојена 1989. године, са основним циљем да се смањи или што је више могуће ограничи прекогранично кретање опасног отпада. У тексту Базелске конвенције истакнута су четири основна циља:

- смањење прекограничног транспорта опасног отпада на минимум,
- еколошко управљање са прекограничним транспортом опасног отпада,
- депоновање опасног отпада на месту настајања,
- смањење настајања опасног отпада.

План акција укључује следеће:

- промовисање и коришћење чистијих технологија и производних метода,
- даље смањење транспорта опасног отпада,
- превенција и праћење илегалног транспорта опасног отпада,
- побољшање институционалних и техничких капацитета – кроз технологије,
- развој регионалних центара за обуку и трансфер технологија.

Саставни део имплементације Базелске конвенције је и изградња капацитета за управљање и одлагање опасног отпада. Кроз програм обуке и трансфер технологија, земље у развоју и земље у транзицији, кроз регионалне центре, усвајају вештине и „алате“ неопходне за решавање проблема сопственог опасног отпада.

Еколошко управљање опасним отпадом подразумева *„предузимање свих у пракси могућих корака како би се осигурало да се опасним и другим отпадом управља на начин који ће заштитити људско здравље и животну средину од негативних ефеката који могу настати од таквог отпада“*.

3.3.2.1. Дефиниција опасног отпада према Базелској Конвенцији

Опасним отпадом сматра се 45 категорија отпада плус категорије отпада које поседују једну или више опасних карактеристика:

- запаљивост,
- оксидирујућа својства,

- отровност,
- инфективност,
- корозивност и
- екотоксичност.

Запаљивост. Запаљивим отпадом се сматра сваки отпад или материјал, који може да проузрокује или интензивира ватру за време употребе или његовог руковања. Отпад се сматра запаљивим ако спада у једну од следећих категорија:

- све врсте течности које су запаљиве на температурама нижим од 60 °C;
- све чврсте материје које су у условима стандардне температуре и притиска могу лако да се запале путем трења или неке спонтане хемијске реакције и процеса, при чему је то горење константно или се појачава током времена;
- све врсте запаљивих гасова и
- сва оксидациона средства.

Корозивност. У ову врсту отпада спадају све јако киселе и јако алкалне хемикалије које су способне да врше корозију, односно нагризање метала. Отпад се сматра корозивним ако спада у групу:

- све течности са *pH* вредношћу мањом или једнаком 2, односно већом или једнаком 12,5 и
- све течности које имају способност нагризања челика више од 6,35 mm годишње.

Реактивност. Отпад има особину реактивности, ако је:

- нестабилан у нормалним условима;
- бурно реагује са водом;
- потенцијално експлозиван при контакту са водом;
- у контакту са водом генерише токсичне гасове, испарења и дим, чија једињења прелазе дозвољене концентрације и представљају потенцијалну опасност по људско здравље и животну средину;
- током складиштења и чувања у условима са *pH* вредношћу између 2 и 12,5 може да генерише токсичне гасове, испарења и дим, чија једињења прелазе дозвољене концентрације и представљају потенцијалну опасност по људско здравље и животну средину;
- склон експлозији у контакту са топлотом и
- у групи забрањених експлозива или у спада у експлозивна средства класе А или класе Б.

Токсичност. Токсичност се у оквиру *EPA* дефинише уз помоћ *TCLP* ("*Toxicity Characteristic Leachate Procedure*") лабораторијског теста. Овим тестом мери се колика концентрација токсичних једињења из отпада може доспети у површинске и подземне воде, уколико се посматрани отпад неправилно третира. *TCLP* тест базира се на праћењу једињења у склопу отпада која су позната по токсичним својствима. Ту спадају пре свега токсични метали, као што су олово и жива, органска једињења попут бензола, разне врсте пестицида итд.

3.3.2.2. Организација за економску сарадњу и развој

Земље чланице Организације за економску сарадњу и развој (*OECD*) почеле су да стварају један систем контроле кретања опасних отпада још у раним осамдесетим годинама *XX* века, и тако допринеле како конципирању директива Европске заједнице тако и Базелске конвенције. Системом *OECD* пружају се информације којима се помаже тридесет земаља чланица да стварају и доносе националне законске прописе о контроли и извештавању прекограничног кретања опасног отпада. У марту 1992. године земље чланице *OECD* обавезале су се да ће спроводити програме контроле прекограничних кретања отпада који се упућује на рециклажу у оквирима земаља *OECD*. *OECD* разврстава отпад који је намењен рециклажи у три категорије, и то: зелена, ћилибарски жута и црвена, а складу са њиховим потенцијалом да изазову оштећење. Зелени отпад не сматра се опасним. Кад је отпад разврстан као ћилибарски жут или црвен, сматра се опасним и на њега се онда примењује систем *OECD*. Ћилибарски жути отпади обухватају отпаде који у себи садрже метале; затим отпаде са претежно неорганским састојцима, као што је стакло из катодних цеви; отпаде са претежно органским састојцима, као што су искоришћено моторно уље, халони и стари аутомобилски текстил; као и извесне отпаде у производњи који могу садржати или неорганске или органске компоненте. Црвена листа подељена је на превасходно органске отпаде, укључујући отпаде контаминирани полихлорираним бифенилима (*PCB*); затим претежно неорганске отпаде као што је азбест; као и оне отпаде који могу садржати било неорганске било органске састојке, као што су било који сродни елементи полихлорираног ди-бензофурана или диоксина и талози муља са оловом и пероксиди (изузев водоник пероксида).

3.3.2.3. Програм Уједињених нација - Стокхолмска конвенција о постојаним органским загађењима

Владе преко сто земаља широм света изразиле су своју намеру да се обавезу на постепено искључење из употребе 12 опасних хемикалија посредством Стокхолмске конвенције, закључене 2001. године. Та Конвенција представља договорени и правно обавезни инструмент којим се од влада захтева да предузимање одговарајуће акције ради елиминисања 12 постојаних органских загађивача (*POP - persistent organic pollutants*), укључујући: алдрин, хлордан, *DDT*, диелдрин, ендрин, хептахлор, мирекс, токсафен, полихлориниране бифеноле, хексахлоробензен, диоксине и фуране.

Престанак коришћења треба да се постигне спровођењем контролних мера у области производње, увоза, извоза, употребе и одлагања ових хемикалија. Владама земаља се препоручује да донесу одговарајуће националне законске прописе и спроведу у дело акциони план којим се фаворизују најбоље расположиве технологије и пракса у циљу замене постојећих постојаних органских загађивача, као и спречавања развоја нових оваквих загађујућих хемикалија.

3.3.2.4. Међународни кодекс за идентификацију отпада

Европска заједница донела је прописе којима се регулише кретање отпада на територијама држава чланица, као и његово уношење на те територије и изношење са тих територија. Притом је интегрални елеменат система праћења Документ о прекограничним пошиљкама отпада у коме се употребљава Међународни кодекс за

идентификацију отпада (*IWIC - Int'l Waste Identification Code*). У табели кодова овог Међународног кодекса налази се описна листа опасних карактеристика (нпр. експлозивни, запаљиви чврсти материје, оксидирајуће материје, итд.), а такође и листа састојака потенцијално опасних отпада (нпр. хексавалентна једињења хрома, једињења калаја, азбест, крезол). Све државе чланице усвојиле су, у већој или мањој мери, прописе који се односе на прекограничне пошљке отпада.

Конвенције и споразуми који су горе укратко споменути представљају само неке примере међународних и регионалних напора на пољу дефинисања опасног отпада и успостављања механизма за документовање и контролу прекограничног кретања ових отпада.

4. ХЕМИЈСКИ УДЕСИ

Хемијски удеси (акциденти) као облик угрожавања људи, живог света, неживе природе и материјалних добара без обзира на простор и време у коме се дешавају и степен индустријског и друштвеног развоја конкретних средина испољавали су одређене особине које за све акциденте могу бити заједничке.

Велики број опасних материја и њихових споредних једињења која могу настати, непредвидивост с обзиром на време, врсту и локацију условљавају недовољно познавање могућих последица. Специфичности на могућност настанка акцидента и чињеница да прелазе границе једне државе и погађају веће групе људи отежавају благовремено предузимање мера заштите становништва.

Имајући у виду анализу низа таквих догађаја јавност није благовремено обавештена, због чега је настајала паника. Свако одуговлачење, неадекватна припрема, незнање или непостојање одговарајућих оспособљених и опремљених тимова и поступака екипа за интервенције повећавају просторну угроженост и насталу штету. У многим случајевима специјализоване службе задужене за одговор на акцидент нису благовремено реаговале у циљу спречавања последица и нису поседовале унапред припремљене планове, организацију и надлежност.

Различите индустријске објекте са хемијским производима који садрже опасне материје, чији се рушење или дехерметизација могући, уз појаве неких непредвидивих околности или у случају рата, треба разматрати као додатне изворе опасности за становништво, војску и војне објекте, који се налазе у рејону где се могу десити овакви догађаји. У такве објекте спадају:

- објекти хемијске индустрије,
- издвојени погони и складишта опасних материја,
- нафтно-прерађивачки комплекси,
- производни капацитети других индустријских грана, које користе опасне материје,
- транспортна средства (ауто-цистерне, вагон-цистерне, речни и морски танкери са опасним материјама).

4.1. ПОЈМОВНО ОДРЕЂЕЊЕ УДЕСА И ОСТАЛИХ МЕЂУСОБНО ПОВЕЗАНИХ ТЕРМИНА

Према подацима Међународне организације за рад (*ILO*) у свету се, процентуално, око 40 % од укупног броја удеса догоди у производним погонима, око 35 % удеса се дешава при транспорту, а око 25 % се односи на удесе приликом складиштења.

Поступање са опасним материјама у производњи, употреби, превозу, транспорту, промету, складиштењу и одлагању врши се на начин да се не доведе у опасност живот и здравље људи, не загади животна средина, на начин да се обезбеде и предузму мере заштите од удеса и друге мере утврђене законом. Заштита од удеса обухвата планирање, организовање и предузимање превентивних и других мера управљања опасним материјама на основу анализе опасности од удеса, а све у циљу смањења ризика од настанка удеса. Као резултат удесног догађаја или манифестовања негативних фактора на одређеном простору настају удесни услови. Удесни *услови* су детерминисани стањем у одређеном простору (објекту, у региону и др.) и његовим

карактеристикама које настају као резултат удесних догађаја и других фактора (отежавајућих или стабилизирајућих) који делују истовремено са догађајем у локалним условима. Удесни догађај и удесни услови који се јављају у одговарајућој зони формирају удесну ситуацију. Последице удесног догађаја представљају непосредан след тог догађаја, изражен у виду губитака, штета и других негативних фактора. Особености одређене удесне ситуације су детерминисане карактеристикама зоне (објекта, региона и др.) у којој је настала удесна ситуација, а које указују на њено стање, последице удесног догађаја, ангажованост ресурса, обим спроведених активности и др.

Постоји много различитих дефиниција појма удес (често се користи и назив **акцидент** од енгл. речи accident) у зависности од научног приступа, правних синонима и дефиниција које су усвојиле одређене међународне организације.

Према Закону о заштити животне средине удес јесте изненадни и неконтролисани догађај или низ догађаја, који настаје неконтролисаним ослобађањем, изливањем или расипањем опасних материја при производњи, промету, употреби, превозу, преради, складиштењу, одлагању и дуготрајном неадекватном чувању. Овај израз не обухвата: војна постројења; нуклеарне удесе; генетички модификоване организме; транспорт опасних материја цевоводима, укључујући и пумпне станице; удесе при истраживању и експлоатацији минералних сировина; оштећења брана, са изузетком последица индустријских удеса проузрокованих таквим оштећењем.

Према Директиви *EU Seveso II*, удес (акцидент) представља појаву велике емисије загађења у животној средини, пожара или експлозије настале као резултат непланских догађаја у оквиру неке индустријске активности, које угрожавају људе и животну средину, одмах или након одређеног времена, у оквиру или ван граница предузећа, и то укључујући једну или више опасних хемикалија. Сваки удес има одређене специфичности тако да се сваки мора појединачно посматрати у зависности од врсте, јачине тј. просторног обухвата, обима последица и временског трајања. Према томе пратеће појаве се могу поделити на следеће категорије:

- испуштање опасних материја у животну средину;
- експлозије материја и
- пожари.

Сходно дефиницији удеса *хемијски удес* се дефинише као ненамерни и неочекиван догађај у коме долази до ослобађања хемијских материја који се дешава изненада и представља опасност по људе материјална добра и животну средину. Према томе то је специфична, препознатљива, и непланирана ситуација која се дешава на одређеном месту у одређено време а подразумева генерално негативан исход, који се могао избећи или спречити да су се околности које воде до удеса могле препознати и да се на основу тога деловало. Према томе хемијски удес јесте изненадни и неконтролисани догађај који настаје ослобађањем, изливањем или расипањем опасних материја, обављањем активности при производњи, употреби, преради, складиштењу, одлагању или дуготрајном неадекватном чувању.

Хемијски удес, у ужем смислу, се може третирати као појава са ограниченим временом трајања, али при неким ширим разматрањима не треба искључити ни дуготрајне емисије са малим билансом у јединици времена, због збирних учинака који кулминирају у неком релативно кратком периоду после дуготрајне експозиције.

Хемијски удар који настаје и употребом хемијског оружја у ратним дејствима и хемијски удес у миру имају сличне карактеристике по начину дејства, ефектима и

последицама по људе и остали живи свет. Разлике се огледају, пре свега, у разноврсности хемијских материја, њиховој великој количини, опасним концентрацијама, великом домету контаминираних облака, отежаној идентификацији, недовољној ефикасности хемијске заштите, дезорганизацији посла и паници.

У вези са удесом је и **катастрофа** (*disaster*). **Катастрофа** представља изненадну непогоду или екстреман несрећан догађај који наноси велику штету како људским бићима, тако и биљкама и животињама. Катастрофе се дешавају брзо, са великим интензитетом, насумично, не бирајући време, место и степен рањивости погођеног подручја. Ови екстремни догађаји, било да су природни или проузроковани од стране људи, превазилазе границу подношљивости у времену дешавања, чине регулисање ситуације веома тешким и резултују катастрофалним губицима својине и прихода. Они отежавају и погоршавају природне процесе у животној средини и изазивају догађаје катастрофалне по људско друштво, на пример: тектонска померања земљишта доводе до земљотресе и вулканских ерупција, дужи суви периоди доводе до дугих суша, поплава, поремећаја у атмосфери итд. Катастрофа настаје као резултат опасности (хазарда), рањивости и недовољно могућности или непостојања одређених мера за смањење потенцијалног ризика. Катастрофа настаје када хазард погоди рањиву популацију и нанесе штету, губитке у људству и ремећење нормалних активности. Сваки хазард (поплава, земљотрес, пожар, експлозија) је тзв. догађај покретач који у комбинацији са повишеним степеном рањивости (неприступачност извору, стари и болесни људи, недостатак свести и информисаности итд.) доводи до катастрофе и људских, као и материјалних губитака.

Према Закону о ванредним ситуацијама („Службени гласник РС“ бр. 111/2009.) **техничко-технолошки удес** је изненадни и неконтролисани догађај или низ догађаја који је измакао контроли приликом управљања одређеним средствима за рад и приликом поступања са опасним материјама у производњи, употреби, транспорту, промету, преради, складиштењу и одлагању, као што су пожар, експлозија, хаварија, саобраћајни удес у друмском, речном, железничком и авио саобраћају, удес у рудницима и тунелима, застој рада жичара за транспорт људи, рушење брана, хаварија на електроенергетским, нафтним и гасним постројењима, акциденти при руковању радиоактивним и нуклеарним материјама; а чије последице угрожавају безбедност и животе људи, материјална добра и животну средину.

У **хаварије**, на стационарним објектима, сврставају се и удеси у производним системима, магацинима и резервоарима, као и на стационарним цевоводима, транспортним тракама и слично, у оквиру неког производног система. Основна карактеристика је, да се зна тачна локација могуће хаварије. Једино је немогуће предвидети време када ће доћи до хаварије. У хаварије у не стационарним објектима сврставају се оне које се дешавају при транспорту опасних материја, како у сувоземним (железницом и друмским саобраћајем), тако и воденим путевима (бродовима), као и хаварије у ваздушном саобраћају.

У стручној јавности често се без јасне свести о међусобним односима и разграничењима значења, а неретко и као потпуни синоними за појам ванредна ситуација, нарочито у енглеском језику, користе термини: криза; несрећа, односно ванредни догађај који је узрокован факторима који нису под контролом, а има за последицу угрожавање живота или здравља људи или животиња и материјалну штету; догађај који није био предвидив; акцидент који означава несрећу узроковану људским фактором укључујући и технологију а која превазилази оквире техничко-технолошког постројења у коме је настала; ванредно стање (велики инцидент) које представља сваки

догађај који може узроковати смрт, повреде, оштећење имовине, промене у животној средини те поремећаје у нормалном функционисању друштва, а чије деловање и последице се не могу спречити, ублажити или санирати расположивим средствима и капацитетима заједнице; катастрофа, којим се означава несрећа узрокована природним факторима.

Појам и класификацију ванредних ситуација одређују различите врсте опасности, које угрожавају безбедност и које могу довести до ванредне ситуације на одређеној територији. Према томе, када се редовним активностима (превентивним, оперативним и другим) не могу спречити и отклонити последице изазване опасностима, онда стања опасности добијају карактер ванредне ситуације. Врло је тешко формулисати јединствену, свеобухватну и прецизну дефиницију ванредне ситуације која би обухватила све њихове карактеристике и специфичности. Уједињене нације ванредну ситуацију (осим рата) третирају као последицу катастрофа, а њу дефинишу као *„озбиљан распад функционисања друштва, који проузрокује људске, материјалне губитке или губитке природног окружења, чиме се онемогућава једној земљи да користи своје ресурсе за опстанак живота у погођеној средини“*. Неки истраживачи [81] под **ванредном ситуацијом** подразумевају ризике са могућим значајним последицама, кумулативне и удесне, антропогене и природне, односно она је посебан вид ризика. Њих изазивају догађаји који нарушавају нормално функционисање служби и предузећа, угрожавају живот, природна и материјална добра и представљају претњу по стабилност (одрживост) локалног, националног и глобалног развоја. Неки аутори управљање ванредним ситуацијама једноставно дефинишу као дисциплину која се бави ризиком и избегавањем ризика. Анализа реаговања служби на овакве ситуације у Србији, а и у свету, указује на недостатке, како у организацији, тако и у методологији за реаговање и управљање.

Законом о ванредним ситуацијама („Службени гласник РС“ бр. 111/2009) одређено је значење израза *ванредна ситуација* као *„стање када су ризици и претње или последице катастрофа, ванредних догађаја и других опасности по становништво, животну средину и материјална добра таквог обима и интензитета да њихов настанак или последице није могуће спречити или отклонити редовним деловањем надлежних органа и служби, због чега је за њихово ублажавање и отклањање неопходно употребити посебне мере, снаге и средства уз појачан режим рада“*.

Према подацима Министарства унутрашњих послова, на територији Србије у ванредним догађајима као што су пожари, технолошки инциденти, експлозије и слично, годишње погине око 700 лица, а и материјална штета је знатна. У ванредним ситуацијама, када су ризици и опасности по становништво, животну средину и материјална добра таквог интензитета да их није могуће спречити или отклонити редовним деловањем надлежних органа и служби, примењују се посебне мере и посебне снаге безбедности. Очигледно је да **ванредна ситуација** може прерасти у **ванредно стање** уколико *„ризичи и претње или последице катастрофа, ванредних догађаја и других опасности по становништво, животну средину и материјална добра“* достигну такав обим и интензитет да не буду довољне посебне мере предвиђене режимом ванредних ситуација за отклањање кризне ситуације и опасности. Тако, ванредна ситуација, у ствари, постаје посебан, блажи облик ванредног стања.

Ванредно стање подразумева посебан правни режим, који је релативно прецизно регулисан законом који најчешће се успоставља посебном одлуком надлежног државног органа (влада, председник или парламент) којом се суспендује нормално функционисање владе и државне управе. Грађани се у таквој ситуацији упозоравају да

измене свој уобичајени начин живота или понашање како би заштитили животе и имовину, а владине службе добијају налог да делују према плановима за ванредне ситуације, при чему се одређене слободе и права грађана могу ограничити. Узроци за увођење ванредног стања обично су природне катастрофе, масовни грађански нереди или објава, односно почетак рата у ком случају се користи и израз ратно стање.

4.2. КЛАСИФИКАЦИЈЕ ХЕМИЈСКИХ УДЕСА

Систематизација удеса, односно класификациони приступ своди се на класификације на основу различитих критеријума. У литератури, у већини случајева налазимо неусаглашене класификације, а често и са помешаним критеријумима поделе. На основу порекла удеси могу бити: природни и вештачки (антропогени).

Природни удеси представљају догађај или ситуацију узроковану природним силама које су непредвидиве и човек не може утицати на њихову појаву, облик и интензитет испољавања, па чак ни на последице. Класификују се на основу сфере животне средине у којој се јављају.

Антропогени удеси настају у техносфери, односно сфери животне средине коју је створио човек, који у њој ради и живи. Антропогени, техногени или техничко-технолошки удеси се даље класификују на следећи начине:

Према месту настанка удеси се могу поделити на удесе на фиксној инсталацији (производна постројења, складишта, претоварне станице, гасоводи и нафтоводи) и у транспорту (друмски, железнички, водени и ваздушни).

Удеси везани за фиксне инсталације обухватају:

- експлозије материја у производњи и складиштењу,
- пожар и експлозије опасних материја укључујући и пожар испуштених опасних материја у животну средину,
- испуштање токсичних материја у животну средину-токсични облак, испуштање у водотокове (загађење вода).

Према месту настанка хемијски удеси се класификују у пет основних група:

- производни и други погони у којима се опасне материје производе или употребљавају,
- индустријска и друга складишта опасних материја,
- средства и путеви за превоз опасних материја,
- депоније-стоваришта отпада која имају својства опасних материја,
- свакодневно коришћење, употреба опасних материја.

На основу распрострањености, односно географске површине која трпи последице удеса извршена је класификација на: локалне, општинске, регионалне, националне и глобалне.

Локални удеси имају последице које не излазе из оквира комплекса предузећа; општински (града, места); регионални захватају неколико региона или република, али не излазе из оквира државе; национални из оквира државе; глобални удеси по својим последицама излазе изван територије државе и распростиру се на друге државе (последице се санирају како снагама државе, тако и уз помоћ међународне сарадње).

Према брзини распрострањања опасности удеси се могу класификовати на:

- изненадне (експлозије, транспортне хаварије, изненадне деструкције постројења);
- са брзим ширењем опасности (хаварије са емисијом гасовитих материја);
- са умерено брзим ширењем (хаварије на комуналним системима);
- са спорим ширењем опасности (не односе се на еколошке).

Према подацима *OECD* о броју смртних случајева у удесу извршена је класификација на:

- технолошке катастрофе (са 25 или више мртвих),
- велики удеси (са 5 или више мртвих),
- значајни удеси (са 3 или више мртвих).

Према нивоу последица удеси имају своју специфичну класификацију на:

- удесне ситуације постројења (чије су последице ограничене поремећајем процеса производње);
- удесне ситуације објекта (чије су последице ограничене територијом/зоном објекта);
- удесне ситуације (последице се шире преко граница санитарно-заштитне зоне опасног објекта).

Појаве које настају као резултат удеса са опасним материјама се могу класификовати на:

- испуштање опасних материја у сфере животне средине;
- експлозије;
- пожари.

4.3. ФАЗЕ ХЕМИЈСКИХ УДЕСА

У односу на време пре настанка удеса, почетак, трајање, ток, престанак и време после удеса могу се дефинисати фазе удеса. Познавање фаза удеса су од посебног значаја за адекватан одговор на удес, као и за комплекс активности које треба предузети у циљу уклањања негативних последица удеса. У литератури се обично наводе четири фазе одвијања удеса. Мишљења смо да је класификација са четири фазе одвијања удеса непотпуна и неадекватна, односно не даје потребне информације за временско и просторно разумевање удеса. По истом критеријуму класификовања предлажемо следећих седам фаза удеса:

- *I* фаза - време пре настанка,
- *II* фаза - време настанка,
- *III* фаза - време трајања удеса у границама објекта (производног, складишног, транспортног),
- *IV* фаза - време трајања удеса ван граница објекта,
- *V* фаза - време престанка удеса,
- *VI* фаза - време непосредно након удеса и
- *VII* фаза - време после удеса.

У првој фази треба предузети све потребне мере да би се спречило настајања удеса. Познавање времена настајања удеса је значајно због припреме за трећу фазу и одређивања приоритета спашавања живота и материјалних добара. У трећој фази је потребно обезбедити спашавање живота радног персонала и предузети одређене техничко-технолошке мере за спречавање ширења удеса, ван граница објекта. Четврта фаза обухвата обезбеђивање услова за спашавање становништва, флоре, фауне, привредних и антропогених објеката. У петој фази дознаје се захваћена територија удесом и врши се припрема за шесту фазу. У шестој фази непосредно после удеса се пружа прва помоћ у храни, у погледу смештаја и медицинска помоћ, односно евакуацијом становништву се обезбеђује опстанак у новонасталим условима. Седма фаза обухвата предузимање одговарајућих мера за локализацију, санацију и отклањање последица удеса.

Ширење удеса у времену и простору зависи од више чинилаца: физичко-хемијских својстава материје, температуре средине, метеоролошких и хидролошких услова, топографских карактеристика локалитета итд. Динамика одвијања удеса и ниво квалитета санације зависе од карактера и масе (количине) испуста, својстава материје, карактеристика рељефа и климатских услова терена, као и од припремљености и техничке оспособљености јединица које изводе такве радове. Експерименти су показали да прскања резервоара са опасним материјама, у чврстом и течном стању, доводе само до локалног деловања у месту удеса или ближеј околини. Паре и гасови опасних материја могу се простирати и на десетине километара, што осетно повећава размере опасности.

4.4. ЗОНЕ УГРОЖЕНОСТИ ХЕМИЈСКИМ УДЕСОМ

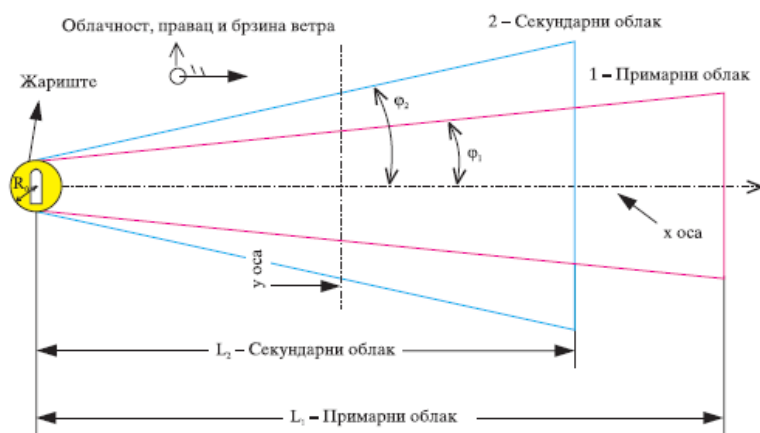
Ризик од настанка удеса постоји током процеса производње, транспорта и складиштења опасних материја. Из овога произилази да се као места настанка удеса могу идентификовати:

- производна и технолошка постројења у којима опасне материје учествују у процесима;
- складишта, магацини и објекти у којима се депонују или чувају опасне материје;
- депоније и
- средства и комуникације којима се превозе опасне материје.

При удесима на објектима са опасном материјом разликујемо:

- *Жариште удеса* представља замишљени простор на којем је дошло до изливања опасне материје и ваздушни простор изнад тог земљишта у којем се формира примарни облик са опасном материјом. У појмовном значењу жариште удеса одговара *примарно захваћеном рејону* (ПЗР), која се формира при хемијским ударима. У рејону жаришта удеса манифестује се непосредно дејство примарних ефеката дејства опасне материје после настанка хемијског удеса.
- *Примарни облак* је облак пара опасне материје настао при тренутној дехерметизацији (или експлозији) резервоара са опасном материјом, преласком опасне материје из течне у парну фазу. При простој дехерметизацији резервоара са опасним материјама (без ефекта експлозије или наглог повећања температуре у резервоару) примарни облак формира само она опасна материја чија је температура кључања нижа од температуре околне средине.

- *Секундарни облак* је облак пара опасне материје настао испаравањем разливене опасне материје у заштитни базен или по околном земљишту (Слика 4.1).



Слика 4.1. Основни елементи приказа хемиског удеса

φ_1 и φ_2 - половина угла сектора простирања примарног односно секундарног облака;
 x оса - правац ветра или смер ширења облака (правац ветра дефинисан је у степенима или странама света одакле ветар „дува“, а смер ширења пара дефинисан је у степенима или странама света према којима се креће облак контаминације);
 y оса - правац нормалан на правац ветра (користи се при одређивању ширине жаришта и примарног и секундарног контаминационог облака).

Правац ветра може имати вредности од 0° до 360° и, за разлику од смера ширења пара (облака), означава „из ког правца ветар дува“. Према томе, када добијемо метеоролошки податак „правац ветра 90° “ то значи да је у питању „источни ветар“-ветар који дува из правца истока и који гони паре и аеросоле контаминационог облака насталог при удесу, тако да се контаминациони облак креће према западу, што значи да је „смер ширења ветра 270° “.

Однос између правца и смера ширења пара изузетно је битан за процену и прогнозу. Ако се погрешно протумачи „правац ветра“, последице могу бити катастрофалне.

На основу анализе и процене ризика, могуће је за сваки конкретан случај одредити зоне угрожености након настанка удеса. Главне зоне су следеће:

- *Прва зона* је зона у којој је настао удес и у којој се пружање прве помоћи угроженом становништву своди на ефикасну примену заштитних средстава;
- *Друга зона* се може дефинисати временском категоријом у интервалу од 10-30 минута од момента настанка удеса и за које време долази до интензивног распрострањања токсичних материја. Просторни обухват ове зоне зависи од обима удеса, врсте опасних материја и услова који владају на том простору (метеоролошки, топографски и др.). У овој зони је могуће спровођење одређених мера у циљу смањивања продора токсичних материја у просторије, уз истовремену евакуацију угроженог становништва.
- *Трећа зона* је одређена територијом на којој ће се хемијске материје појавити након 30 минута па све док се буде осећао њихов утицај. Ова зона представља дефинитивну зону угрожености територије неким хемијским удесом. У њој се такође предузимају мере заштите становништва, евакуација и друге мере и поступци одређене плановима заштите.

4.5. КАРАКТЕРИСТИКЕ ХЕМИЈСКИХ УДЕСА

С обзиром на могућност настанка, превенцију, обим могућих последица и начин санације, могу се издвојити следеће основне карактеристике удеса:

- релативно су непредвидиви у односу на време и врсту удеса, као и локацију када се ради о транспорту;
- захтева се тренутно реаговање према раније утврђеним организационим мерама и плановима у случају удеса;
- према месту настанка могу бити везани за техничко-технолошка постројења или за транспорт;
- често се не располаже потребним или довољним информацијама и опремом за брзо реаговање на процени врсте и степена опасности што повећава просторну угроженост, обим последица по људе и животну средину као и димензије штета;
- учешће на отклањању последица и санацији штете је веома тешко и захтева дуготрајан процес;
- спречавање настанка захтева комплексне мере превенције, разрађен информациони систем и адекватне мере смањења негативних последица.

Хемијске удесе прате појаве са карактеристикама продирања опасних материја у животну средину (токсични гасови, запаљиве или експлозивне супстанце), експлозије материја (приликом којих долази до избацивања у атмосферу велике количине токсичних, запаљивих и експлозивних гасова) и пожари, који имају за последицу стварање облака опасних и безопасних гасова, честица и других производа сагоревања.

4.6. СТАДИЈУМИ РАЗВОЈА ХЕМИЈСКИХ УДЕСА

Велики број научника различитих дисциплина указује на бројне и разноврсне ризике који прете савременој цивилизацији, а и резултати статистичких истраживања показују да су XX век обележили удеси и катастрофе различитих размера и карактера. Без обзира на врсту и карактер, све удесне ситуације, у свом развоју пролазе кроз четири карактеристична стадијума:

- настајање,
- иницијација,
- кулминација и
- смиривање.

У стадијуму **настајања** стварају се предуслови будуће удесне ситуације: активирају се неповољни процеси, гомилају се технолошки пропусти и пројектно-производни дефекти; односно долази до преоптерећења опреме и запослених, јављају се екстремни физички услови производног процеса (високе и ниске температуре, висок притисак, удари), повећава се капацитет ускладиштених материја (запаљивих, експлозивних, корозивних, високореактивних, прашкастих), акумулирају се негативни антропогени утицаји на животну средину.

У стадијуму **иницијације** појављују се технолошке неисправности у вези са променом параметара процеса (притисак, температура, концентрације опасних материја, брзина реакције, утросак супстанци), неповољни или екстремни временски услови, елементарне непогоде, диверзије. Иницирање удеса се дешава услед акумулирања,

односно одступања од нормалног процеса или неконтролисане случајности услед чега систем улази у нестабилно стање. Удеси на складиштима и у технолошким процесима су последица акумулирања дефеката опреме; грешака приликом пројектовања, изградње и монтаже опреме; грешака у експлоатацији опреме; поремећаја технолошког процеса. Удеси приликом транспорта настају због погоршања стања железничких пруга; неквалитетно извођење ремонтних радова, настанак дефеката на транспортном средству; кршење правила превоза; судара са другим транспортним објектима; корозија цевовода итд.

Стадијум **кулминације** праћен је ослобађањем велике количине масе и енергије. Чест је случај да незнатни иницијални догађај покрене механизам ланчаних догађаја, са многоструким увећањем почетне снаге и величине догађаја. Развој удеса, током кога долази до оштећења херметичности система (судова, реактора, цистерни итд.), односно доспевање опасних материја у атмосферу и ширење последица удеса преко граница објеката. У удесима на складиштима и технолошким процесима настају пожари, експлозије и емисије опасних материја у животну средину. Код удеса приликом транспорта дешава се испадање из шина цистерни, пожари, експлозије и емисије опасних материја у животну средину. При томе се дешава ширење таласа и његово ширење изван граница објеката, штетно деловање опасних материја на становништво и производних колектива.

Стадијум **смиривања** удеса почиње од момента одстрањивања извора опасности и траје до потпуне елиминације последица ванредног догађаја. Трајање овог стадијума зависи од врсте, интензитета и величине последица ванредног догађаја и може се мерити чак и деценијама (нпр. Чернобилска катастрофа). Обухвата спровођење мера хемијске заштите, између осталих, на локализовању и ликвидирању извора загађења.

4.7. ХЕМИЈСКИ УДЕСИ ПРАЋЕНИ ИСПУШТАЊЕМ (ИСТИЦАЊЕМ) ОПАСНИХ МАТЕРИЈА

Испуштање опасних материја настаје као последица хаварије, односно кварова на резервоарима, реакторима, складишним судовима, итд. Због оштећења херметичности судова и резервоара који садрже опасне материје, њихово истицање је праћено

- формирањем примарног и секундарног облака;
- загађењем земљишта, вода, неживе природе и материјалних добара, а стим и негативне последице по човека и живи свет.

Без обзира на предузете заштитне мере у постизању безбедности, чак и код хемијских објеката који су пројектовани да вероватноћа настанка удеса не прелази 10^{-4} (1 удес на 10000 хемијских објеката), практично је немогуће у потпуности искључити могућност настанка удеса.

Већина опасних материја у удесним ситуацијама релативно лако прелазе из једног агрегатног стања у друго, најчешће из течног у гасовито стање. Према томе, истицање опасних материја може да се објасни физичко-хемијским законима и законима механике флуида.

Зна се да одређена количина гаса веома лако мења свој облик и да заузима разне запремине док чврста тела треба подвргнути сили да би им се променио било облик, било запремина. Исто тако се зна да је запремина одређене количине течности постојана и под ванредно јаким притиском али не и њен облик. У ствари се ова сазнања

заснивају на процени покретљивости делића у посматраној запремини и зато нису довољна за постављање оштре границе између појединих стања која тело може имати. На пример, многа тела скоро неприметно прелазе при загревању из чврстог стања у течно и у гас. Па ипак се на овај начин стичу извесна гледишта, корисна за проучавање кретања тела, јер су с тим повезане појаве могу разврстати у такве где се не мења ни облик ни запремина тела или где је постојана само запремина или на крају, где се мењају и запремина и облик тела. У првом случају се каже да су тела *крута*; у другом је реч о *течностима* док се трећи случај односи на *гасове*.

Приликом описивања физичких појава код флуида често се говори о делићу материје. Под тим се разуме тако мала количина материје да њен облик не игра улогу при посматрању. Зато се делић може замислити као елементарна коцка, облица, лопта, тетраедар или било какво правилно или неправилно геометријско тело. Увек се усваја облик који је најподеснији по решавање постављеног задатка. Ипак треба имати на уму да су димензије делића неизмерно веће од димензија одговарајућег молекула. При техничком проучавању физичких појава у вези с кретањем флуида, махом није потребно водити рачуна о молекуларном кретању јер запремина коцке чија ивица износи свега $1/1000$ део милиметара садржи $3,4 \cdot 10^{10}$ молекула воде на температури 0°C или $2,7 \cdot 10^7$ молекула ваздуха на температури 0°C и притиску од 1 ат . Довољно је стога ограничити се на посматрање кретања делића као да је он потпуно испуњен материјом. Делићи имају увек исту масу, али им се запремина и облик могу мењати током времена.

Према томе флуид се одликује покретљивошћу својих делића. Другим речима, и најмања сила је довољна да изазове клижење једних делића по другима. Међутим немају ово својство сви флуидни делићи у подједнакој мери и неки су више покретљиви, други мање. Узрок томе је што се делићи међусобно тару и што сила, која се тиме производи, спречава клижење разнородних флуида на разне начине. Може се замислити флуид у којем нема трења. Такав флуид би био *савршен* или *невискозан*. Савршених флуида у природи нема јер се при кретању сваког флуида јавља сила трења. Стога би се могло помислити да проучавање кретања савршеног флуида има чисто теоријски значај. Међутим, није тако; напротив, оно има велик значај и то не само зато што даје приближне резултате кад је сила трења врло мала него и зато што има много појава где се и реалан флуид понаша баш као да је савршен. Дакле, упркос претпоставке о савршеном флуиду често се добијају сасвим корисни резултати. Сила трења је последица вискозности флуида. Претпоставка о одсуству силе трења у невискозном флуиду односи се не само на клижење једног делића по другим него и на клижење флуида преко чврсте површине с којом се додирује.

Стање флуида одређује се разним физичким величинама. Тако, флуидни делић има своју масу dm која се у делићу не мења. Даље је важна густина флуида. Разликује се пре свега средња густина $\bar{\rho}$ која се добија кад се нека коначна маса m подели запремином V у којој се садржи, тј. биће $\bar{\rho} = m/V$. Ако се врло мала запремина флуида ΔV , масе Δm сконцентрисана око неке тачке M , смањује, али ипак тако да тачка M стално остаје у смањеној запремини, онда гранична вредност $\Delta m/\Delta V$ када ΔV тежи јединици, представља густину флуида ρ непрекидне средине у тачки M .

$$\rho = \lim_{\Delta V \rightarrow 1} \frac{\Delta m}{\Delta V} = \frac{dm}{dV} \quad (4.1)$$

Квантитативни састав смеша опасних материја. За процену понашања опасних материја након испитивања, односно за израчунавање њихових количина које се

испуштају у животну средину (ваздух, вода, земљиште), користе се следеће величине да би се изразио квантитативни састав смеше: концентрације (количинска, масена и нумеричка), моларност, фракције (количинска, масена и запреминска), растворљивост и густина.

Количинска концентрација (C , mol/dm^3) представља однос количине (n , mol) растворене супстанце (B) и запремине смеше (V , dm^3):

$$C(B) = \frac{n(B)}{V} \quad (4.2)$$

Количинском концентрацијом изражавају се концентрације гасова и пара.

Масена концентрација (χ , g/dm^3 , g/m^3) представља однос масе (m , g) растворене супстанце (B) и запремине смеше (V ; dm^3 , m^3).

$$\chi = \frac{m(B)}{V} \quad (4.3)$$

Масеном концентрацијом изражавају се концентрације гасова и пара.

Бројчана (нумеричка) концентрација (C , бр. честица/ m^3) представља однос броја честица (N , бр. честица) супстанце (B) и запремине смеше (V , dm^3 , m^3):

$$C(B) = \frac{N(B)}{V} \quad (4.4)$$

Нумеричком концентрацијом изражавају се концентрације аеросола.

Молалност (b , mol/kg) представља однос количине (n , mol) супстанце (B) и масе (m , kg) друге супстанце смеше која има функцију растварача:

$$b(B) = \frac{n(B)}{m} \quad (4.5)$$

Количинска фракција (x , 0-1; 0-100 %) представља однос количине (n , mol) супстанце (B) и укупне количине (Σn , mol) свих материја смеше:

$$X(B) = \frac{n(B)}{\sum_{i=1}^n n_i} \quad (4.6)$$

За двокомпонентну смешу количинска фракција се израчунава:

$$X(B) = \frac{n(B)}{n(A) + n(B)} \quad X(A) = \frac{n(A)}{n(A) + n(B)} \quad (4.7)$$

$$X(A) + X(B) = 1, \text{ односно } X(A) + X(B) = 100\%$$

Количинска фракција за три материје у смеси:

$$X(B) = \frac{n(B)}{n(A) + n(B) + n(C)} \quad (4.8)$$

Како је $n = m/M$, где је m (g , kg) маса једне материје, а M њена молекулска маса (g/mol), добијају се изрази за количинске фракције, на пример, за трокомпонентну смешу:

$$X_1 = \frac{m_1/M_1}{m_1/M_1 + m_2/M_2 + m_3/M_3} \quad (4.9)$$

$$X_2 = \frac{m_2/M_2}{m_1/M_1 + m_2/M_2 + m_3/M_3} \quad (4.10)$$

$$X_3 = \frac{m_3/M_3}{m_1/M_1 + m_2/M_2 + m_3/M_3} \quad (4.11)$$

Како је количинска фракција бездимензиона величина произилази:

$$X_1 + X_2 + X_3 = 1, \text{ односно } X_1 + X_2 + X_3 = 100 \%$$

Масена фракција (W , 0-1; 0-100 %) представља однос масе (m , g) супстанце (B) и укупне масе ($\sum m, g$) свих материја у смеши:

$$W(B) = \frac{m(B)}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (4.12)$$

Запреминска фракција (ϕ , 0-1; 0-100 %) представља однос запремине (V , dm^3 , m^3) супстанце (B) и укупне запремине ($\sum V$, dm^3 , m^3) свих материја смеше:

$$\phi(B) = \frac{V(B)}{\sum_{i=1}^n V_i} \quad (4.13)$$

Растворљивост неке супстанце одређена је садржајем те супстанце у засићеном раствору на одређеној температури. Обично се за изражавање растворљивости користи коефицијент растворљивости (R), који представља број грама растворене супстанце, која се може растворити у 100 g растварача, при чему настаје засићени раствор на датој температуре (нпр. $R(KNO_3, 20^\circ C) = 31,7 \text{ g}/100 \text{ g}$. Растворљивост (R) може да се изражава и у g/dm^3 или mol/dm^3 . Растворљивост се користи за изражавање садржаја опасне материје у свим агрегатним стањима у радној и животној средини.

Апсолутна густина (ρ) неке супстанце при датој температури (T), представља масу те супстанце у јединици запремине: $\rho = m/V$, ρ (kg/cm^3 , g/cm^3 , mg/cm^3)

Пошто се запремина гаса знатно мења са променом температуре (T) и притиска (P), изражавање густине гаса са апсолутном густином (ρ) није адекватно, јер не представља константну величину, па је због тога уведен нов појам: релативна густина гаса (D). Релативна густина гаса је независна од P и T , јер представља однос маса истих запремина два различита гаса, који се налазе под истим условима (P, T): $D = m_1/m_2$

Пошто се ради о истим запреминама два гаса, при истим условима, они према Авогадровом закону садрже исти број молекула (N), односно молова (n):

$$D = m_1/m_2 = n_1 M_1/n_2 M_2 = M_1/M_2 \text{ или } D = M_r(1)/M_r(2) \quad M = M_r \cdot g/mol \quad (4.14)$$

Обично као други гас се узима водоник, кисеоник или ваздух: $M_r(H_2) = 2$, $M_r(O_2) = 32$ и $M_r(\text{ваздух}) = 29$.

Физичко-хемијски закони. Понашање опасних материја у удесним ситуацијама објашњавају се физичко-хемијским законима.

• **Снижење напона паре растварача изнад раствора**

Релативно снижење напона паре растварача изнад раствора једнака је количинској фракцији растворене супстанце (*Raulov* закон):

$$X_B = \frac{P_A^0 - P_A}{P_A^0} \quad (4.15)$$

где је: P_A^0 - напон паре чистог растварача, P_A - напон паре растварача изнад раствора, X_B - количинска фракција растворене супстанце (бездимензионална величина)

• **Парцијални напон паре опасне материје у смеши**

Парцијални напон паре (P_A) чисте опасне материје (А) у смеши је: $P_A = X_A \cdot P_A^0$. Исто важи и за другу материју (В) у смеши: $P_B = X_B \cdot P_B^0$. Једначине представљају математички израз Рауловог закона и показују да је напон паре неке материје линеарна функција састава течне фазе. Укупан напон паре (**P**) над раствором једнак је збиру парцијалних напона пара (Далтонов закон):

$$P = P_A + P_B = X_A \cdot P_A^0 + X_B \cdot P_B^0. \text{ Пошто је } X_A + X_B = 1$$

$$\text{следи да је } P = X_A \cdot P_A^0 \cdot (1 - X_A) + P_B^0 = P_B^0 + (P_A^0 - P_B^0) \cdot X_A.$$

Напон паре раствора (P) такође је линеарна функција количинске фракције било које материје у течной фази.

• **Средња моларна маса гасовите смеше**

Исто као што моларна маса чистог гаса може да се изрази односом m/n , тако можемо и гасовитој смеши приписати неку одређену средњу моларну масу дефинисану изразом:

$$\overline{M} = m / \sum n \quad (4.16)$$

Величина $\overline{M}$ може се изразити и помоћу моларних маса и количинских фракција:

$$\begin{aligned} \overline{M} &= \frac{m}{\sum n} = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + \dots}{\sum n} = n_1 M_1 + n_2 M_2 + n_3 M_3 + \dots = \\ &= X_1 M_1 + X_2 M_2 + X_3 M_3 + \dots \end{aligned} \quad (4.17)$$

Ако смешу чине само два гаса добија се:

$$\overline{M} = M_2 + X_1 (M_1 - M_2), \text{ јер је } X_1 + X_2 = 1$$

Из средње моларне масе неке гасовите смеше може се израчунати процентуални састав:

$$X_1 = \frac{\overline{M} - M_2}{M_1 - M_2} \quad (4.18)$$

• Притисак паре

Ако је V запремина гаса засићеног паром на температури T , а m маса испарене течности моларне масе M , тада је равнотежни притисак паре у првој апроксимацији дат једначином гасног стања:

$$P' = \frac{mRT}{MV} \quad (4.19)$$

За веће притиске и при тачнијим мерењима треба увести потребне корекције. Притисак паре p' може се према Далтоновом закону израчунати као део укупног притиска P :

$$P' = \frac{n_1}{n_1 + n_2} P \quad (4.20)$$

где је n_1 - број молова паре, n_2 - број молова гаса.

Како је $n_2 = \frac{PV}{RT}$, онда је притисак паре одређен изразом:

$$p' = \frac{mP/M}{m/M + PV/RT} \quad (4.21)$$

• Степен испаравања опасне материје из смеше

$$SI = \frac{0,000026 \cdot v^{0,78} \cdot M^{2/3} \cdot A \cdot P}{T} \quad (4.22)$$

где је: SI (kg/min) - степен испаравања, v (m/s) - брзина ветра, M (g/mol) - моларна маса материје која испарава, A (m^2) - површина баре настале од укупне количине смеше, P (Pa) - притисак паре, T (K) - температура на $25^\circ C$ ($298 K$).

• Фактори течности

За процену степена испаравања опасних материја из баре користе се фактор течности (LFA) на температури $25^\circ C$, и фактор (LFB) на температури кључања:

$$LFA = \frac{0,017 \cdot M^{2/3} \cdot P}{T} \quad (4.23)$$

$$LFB = \frac{0,017 \cdot M^{2/3} \cdot P}{T} \quad (4.24)$$

где је: M (g/mol) - моларна маса опасне материје у смеши, P (Pa) - притисак паре, T (K) - температура. Вредности LFA и LFB израчунате су за све отровне и запаљиве течности, а вредности LFB потребне су за анализу гасова преведених у течно стање и израчунате су за одређене отровне и запаљиве гасове.

• Фактор густине

Вредности фактора густине израчунате су за отровне и запаљиве течности на спољашњој температури, а за отровне и запаљиве гасове на њиховим тачкама кључања. Фактор густине износи: $DF = 100/\rho$. Где је: DF - фактор густине (m^2/kg), ρ - густина материје (kg/m^3) и $1/100$ - дубина баре за максималну површину (m^2), $1 cm$.

• *Корекциони фактор*

За отровне течности испуштене на температурама изнад 25 °C, која је температура коришћења код израчунавања LFA , израчунат је корекцијски температурни фактор, Фактор се израчунава на следећи начин:

$$KTF = \frac{P_T \cdot 298}{P_{298} \cdot T} \quad (4.25)$$

где је: KTF - корекциони температурни фактор на температури T , P_T - притисак паре на температури T , P_{298} - притисак паре на 298 K, T - температура (K) испуштене материје.

• *Испуштање течности унутар зграде*

Ако дође до испуштања течности унутар зграде, њено пропуштање у спољашњи ваздух смањује се на два начина. Прво, степен испаравања течности може унутар зграде бити пуно слабији него изван ње, због брзине ветра, који утиче на степен испаравања. Други фактор смањења је отпор који зграда пружа испуштању контаминираног ваздуха споља. У згради се претпоставља вредност брзине ветра (v) од 0,1 m/s. За испуштање споља, вредност v за најгори сценарио се узима 1,5 m/s, а у алтернативном сценарију 3 m/s. Једначина је:

$$SI = v^{0,78} (LFA, LFB) \cdot A \quad (4.26)$$

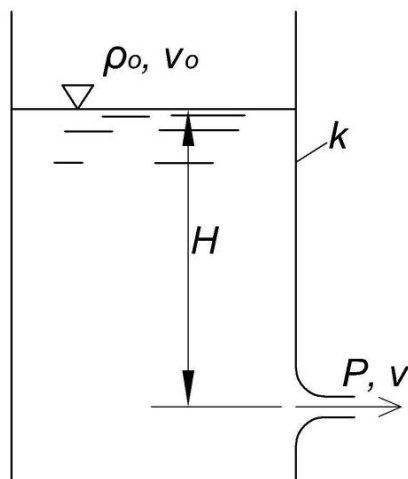
где је: SI - брзина испуштања (kg/min), v - брзина ветра (m/s), LFA - фактор течности за ваздух, LFB - фактор течности за кључање, A - површина баре (m^2).

Ако је v унутар зграде само 0,1 m/s, тада ће степен испаравања унутар ње бити много нижи од одговарајућег степена испаравања изван ње (под претпоставком да је температура једнака). Степен ће бити само $(0,1/1,5)^{0,78}$, што је око 12 % од степена испаравања у најгорем случају и $(0,1/3)^{0,78}$ што је око 7 % од степена испаравања у алтернативном случају. Течност која је прешла у пару меша се са ваздухом унутар зграде и контаминира га. *EPA* претпоставља да је време потребно за потпуно испаравање укупне течности из баре један сат. Претпостављало се да је степен на којем је контаминирани ваздух испуштен из зграде током испаравања течности једнак збиру степена испаравања и степена проветравања зграде. Степен измене ваздуха у згради подешен је на вредност 0,5 измена на 1 h.

Закони механике флуида. На основу закона механике флуида можемо извршити квантитативно одређивање величина које дефинишу процес испуштања опасних материја у радну и животну средину.

• *Истицање течности кроз мали отвор*

Из суда K (Слика 4.2) истиче течност кроз отвор који је пробушен у зиду. Притицањем течности, споља, одржава се у суду ниво на сталној висини. Ако је отвор врло мали (према димензијама суда) онда се дотицањем воде не ремети истицање течности кроз отвор. Нек се отвор налази на дубини H испод нивоа течности. H је константа, а кретање под горњим условима устаљено је. Претпоставља се да је течност савршена и да је улаз отвора добро заобљен.



Слика 4.2. Истицање течности кроз отвор пробушен у зиду

Ако су притисак и брзина на слободној површини p_o и v_o а p и v у отвору, онда Бернулијева једначина гласи:

$$\frac{g_o^2}{2g} + \frac{p_o}{\gamma} + H = \frac{g^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} \quad (4.27)$$

Ако се из једначине континуитета $A_o v_o = A v$, где је A_o слободна површина а површина отвора, израчуната вредност v_o и замени се у претходној једначини, добиће се:

$$g^2 \left(1 - \frac{A^2}{A_o^2} \right) = 2g \left(\frac{p_o - p}{\gamma} + H \right) \quad (4.28)$$

Пошто је отвор врло мали количник A / A_o^2 се може занемарити према једначини. На слободној површини влада атмосферски притисак као и у отвору па је зато $p_o = p = Y$ тако да флуид истиче брзином:

$$g^2 = 2gH \quad (4.29)$$

Овај израз представља Торичелијеву једначину, а показује да течност под наведеним условима истиче брзином која одговара слободном паду течности с висине H . Проток течности кроз отвор износи:

$$Q = A g = A \sqrt{2gH} \quad (4.30)$$

• Реакција млаза при истицању из суда

Закон о количини кретања може да се употреби за проучавање истицања течности кроз мали отвор:

$$\frac{dK_h}{dt} = \rho Q g_2 = F_R \quad (4.31)$$

Брзина v , на слободној површини воде је занемарена, а брзина v_2 , по Торичелијевој једначини, једнака је $\sqrt{2gH}$. Како Земљина тежа има вертикалан правац, а силе притиска се држе у равнотежи на обе отворене стране суда, то се мора закључити да млаз при истицању врши притисак на супротан зид суда. Тај притисак изазива силу

реакције: $F_R = \rho Q \mathcal{G}_2 = \rho A v_2^2 = 2\gamma A H$, где је: A - површина отвора, H - висина течности изнад отвора.

Статички притисци престају бити једнаки на наспрамним странама суда чим се из отвора извади чеп. У течности се снижење притиска одмах осети на одговарајућој страни суда. Уједно се убрзава флуид те и због тога притисак опада. Према нађеном резултату излази да је реакција *двапут већа од хидростатичног притиска* који делује на површину отвора док је отвор затворен. Ако се суд може померати, покренуће се у правцу супротном истицању уколико сила реакције савлада отпор трења.

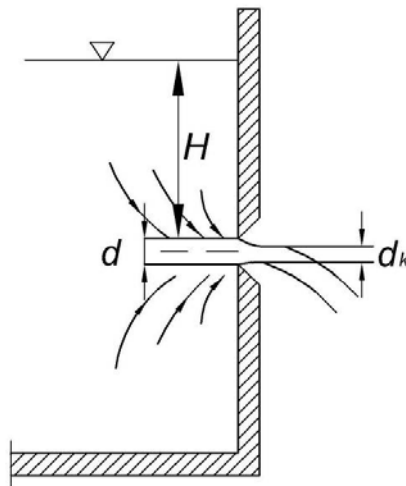
• Истицање кроз мале отворе оштрих ивица

Брзина се одређује по Торичелијевој једначини:

$$\mathcal{G} = \sqrt{2gH} \quad (4.32)$$

где је v - брзина којом флуид истиче, H (Слика 4.3) висина нивоа течности изнад тежишта отвора.

Једначина је изведена под условима: да је течност невискозна, да се ниво течности у суду одржава на истој висини, да је отвор врло мали према слободној површини течности у суду.



Слика 4.3. Висина нивоа течности изнад тежишта отвора

Стварна брзина истицања увек је мања од брзине коју даје Торичелијева једначина, а неслагање се објашњава вискозношћу течности јер се, строго узев, не може занемарити међусобно трење делића ни трење флуида о зидове суда. Трење се најјаче испољава на ивицама отвора, па зато треба поћи од уопштене енергетске једначине:

$$\frac{\mathcal{G}_0^2}{2g} = \frac{\rho_0}{\gamma} + H = \frac{\mathcal{G}^2}{2g} + \frac{\rho}{\gamma} + h_m \quad (4.33)$$

где, као и раније, v_0 и p_0 , значе брзину и притисак на слободној површини, а v и p исте такве величине за отвор. Као упоредна раван изабрана је хоризонтална раван која пролази кроз тежиште отвора. Друга једначина којом се располаже јесте једначина континуитета: $v_0 A_0 = v A$ (A_0 и A су слободна површина и површина отвора).

Ако се вредност $\mathcal{G}_0 = A \mathcal{G} / A_0$ уврсти у енергетску једначину, па се замени $h_m = \zeta \mathcal{G} / 2g$ и стави се: $\rho_0 = \rho = \gamma$ (у оба пресека влада атмосферски притисак), добиће се:

$$\vartheta = \frac{\sqrt{2gH}}{\sqrt{1 + \zeta - A^2 / A_0^2}} \quad (4.34)$$

Кад је површина отвора врло мала према слободној површини у суду може се занемарити члан A^2 / A_0^2 према једначини па брзина постаје једнака:

$$\vartheta = \varphi \sqrt{2gH} \quad (4.35)$$

Коефицијент φ , дефинисан је изразом:

$$\frac{1}{\varphi} = \sqrt{1 + \zeta} \quad (4.36)$$

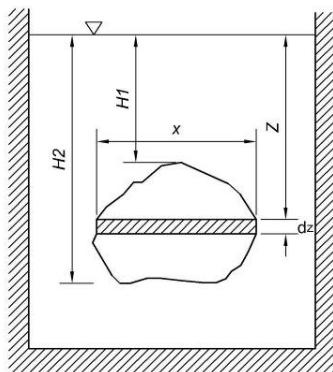
и назива се *брзински коефицијент*, и за воду износи око 0,96 до 0,99. Обично се усваја просечна вредност $\varphi = 0,97$, што према једначини одговара вредности $\zeta = 0,06$.

• Истицање кроз велике отворе

Док су отвори били мали сматра да се брзине при истицању флуида подједнако распоређују на површини отвора. Зато се могло рачунати са средњом брзином за коју се претпоставља да припада тежишту отвора. Међутим, истицање кроз велике отворе треба замишљати као да су састављени из више малих отвора при чему се проток кроз сваки мали отвор поковава закону:

$$Q = \mu A \sqrt{2gz} \quad (4.37)$$

Где је у једначини z растојање тежишта отвора од слободне површине течности. Протоци и брзине се распоређују по параболи; зато су брзине у горњем делу отвора знатно мање него брзине у доњем делу, те се проток не сме више мерити средњом брзином. Површина великог отвора издели се на елементарне површине (Слика 4.4) Свака таква површина далеко је за z од слободне површине у суду, висока је dz , а широка x . Ширина је, у општем случају, функција висине отвора.



Слика 4.4. Површина великог отвора издели се на елементарне површине

Елементаран проток кроз такву површину износи:

$$dQ = \mu x \sqrt{2gz} dz \quad (4.38)$$

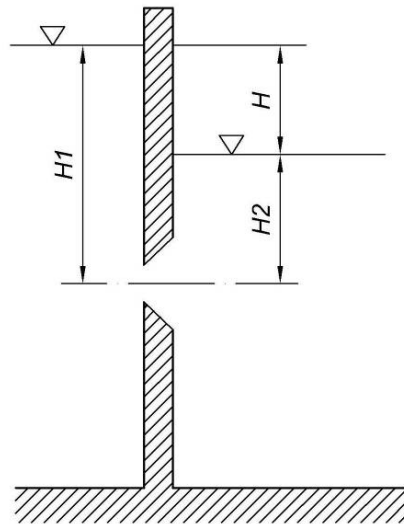
• Подводно истицање

Течност истиче у течност кад је отвор потопљен. Овакав случај се не разликује битно од истицања у атмосферу. Применом Бернулијеве једначине добио би се исти резултат

као и пре с том разликом што би сад дошла до изражаја висинска разлика нивоа течности у суду и ван суда (тј. $H=H_1-H_2$) а не само у суду (Слика 4.5). На тај начин се постиже једначина:

$$Q = \mu' A \sqrt{2g(H_1 - H_2)} = 2\mu' A \sqrt{2gH} \quad (4.39)$$

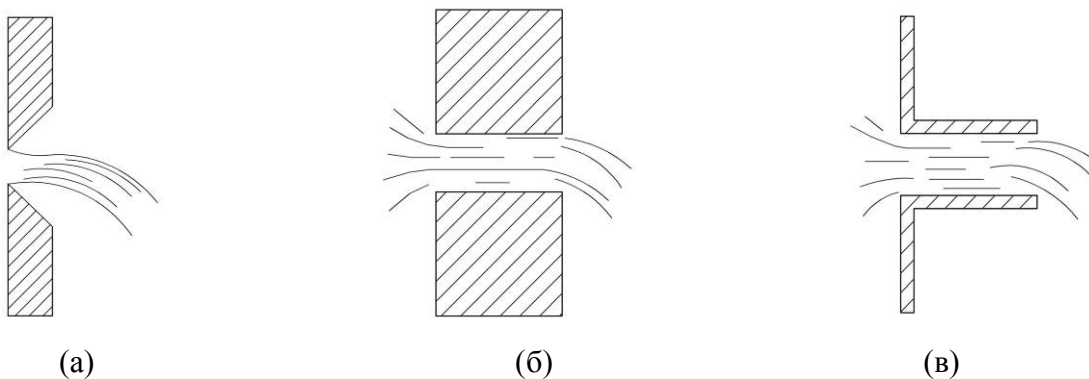
Коефицијент истицања означен је са μ' јер се нумерички нешто разликује од коефицијента μ који се односи на истицање флуида у атмосферу.



Слика 4.5. Течност истиче у течност кад је отвор потопљен

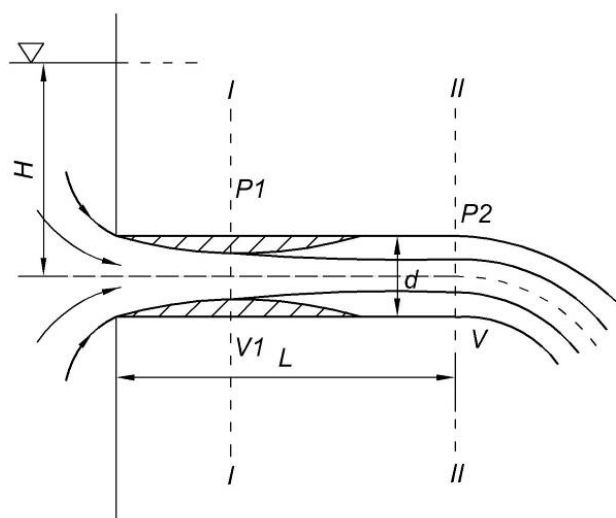
• Истицање кроз наглавке и отворе у дебелим зидовима

Разлика између истицања кроз отворе у танким зидовима и у дебелим не настаје због дебљине зида него због облика рупе у зиду. Истицање кроз отвор оштрих ивица у дебелим зиду (Слика 4.6а) ни по чему се не разликује од истицања кроз танак зид. Ако крајње струјнице млаза не додирују спољашње ивице отвора, млаз се понаша као да је слободан и дебљина зида не утиче на истицање. Али се истицање потпуно промени кад отвор у дебелим зиду има облик као на (Слика 4.6б). Тад граничне струјнице млаза додирују, после контракције, зидове отвора који затим одређују облик млаза све до изласка флуида из отвора. Слично ће бити с истицањем ако се на отвор у танком зиду стави наглавак (Слика 4.6в) са спољашње стране или са унутрашње стране.



Слика 4.6. Истицање кроз наглавке и отворе у дебелим зидовима

Наглавци могу бити: *цилиндарски, левкасти, заобљени*, а служе, углавном, за повећање протока и брзине истицања. наглавак је понајчешће цилиндарског облика, и намешта се на спољашњу страну суда наспрам отвора (Слика 4.7). Да је наглавак од провидног материјала видела би се „мртва област“ (Слика 4.6 в) поред зидова.



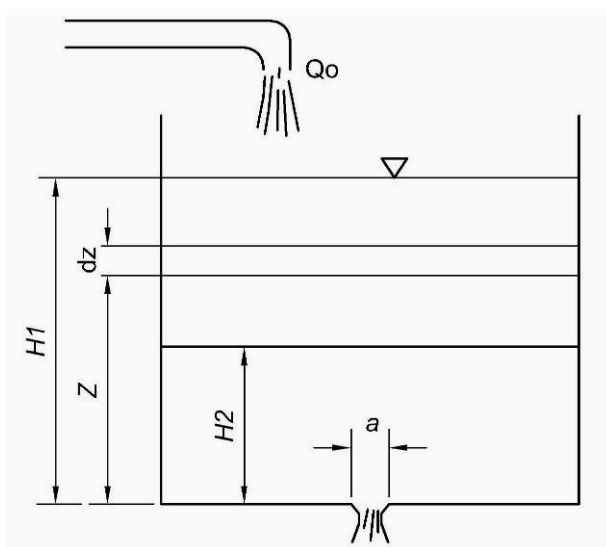
Слика 4.7. Наглавак цилиндричног облика

Бернулијева једначина за слободну површину течности и за излазни отвор наглавка, ако се опет занемари однос квадрата обеју површина, добиће се поново:

$$g = \sqrt{\frac{2gH}{1+\zeta}} = \varphi\sqrt{2gH} \quad (4.40)$$

• **Истицање у животну средину при сталном дотицању**

Из суда истиче вода кроз отвор површине a (Слика 4.8) у суд стално дотиче количина Q_0 .



Слика 4.8. Истицање у животну средину при сталном дотицању

Да би из суда истичало онолико течности колико долази, потребно је да висина нивоа изнад отвора буде једнака висини H_0 :

$$Q_0 = \mu a \sqrt{2gH_0} \quad (4.41)$$

а износи:

$$H_0 = \frac{Q_0^2}{2ga^2\mu^2} \quad (4.42)$$

Ако је висина течности у суду H_1 једнака H_0 , истицање се дешава тако да се ниво воде не мења. Ако је $H_1 > H_0$, истиче течност брже но што дотиче. Ниво воде у суду се спушта, и асимптотски тежи да достигне висину H_0 . Ако је $H_1 < H_0$, више воде дотиче него што отиче. Висина воде у суду расте и асимптотски тежи да достигне висину H_0 . У пракси се често жели да зна време за које ће се висина течности у суду променити од H_1 до неке вредности H_2 . Овај проблем се решава на следећи начин. У тренутку t вода има у суду висину z , а висина се током времена мења. За време dt у суд уђе количина $Q_0 dt$ а за исто то време из њега изађе $Q_0 = \mu a \sqrt{2gz} dt$ тако да се у времену dt запремина промени за:

$$Q_0 dt - \mu a \sqrt{2gz} dt = \mu a \sqrt{2g} (\sqrt{H_0} - \sqrt{z}) dt \quad (4.43)$$

Ова промена може бити позитивна или негативна, а огледа се у позитивном или негативном прираштају dz висине z . Истицање је дато за воду, а може се израчунати и за друге супстанце уз одговарајуће корекционе факторе.

• Испуштање гаса из пукотине на резервоару

Процена степена испуштања неког гаса из пукотине на резервоару заснива се на једначини тренутног испуштања у условима неуспореног тока:

$$\mathcal{G} = kA \sqrt{2P_0 \rho_0 \left(\frac{\gamma}{\gamma-1} \right) \left[\left(\frac{P_1}{P_0} \right)^2 \gamma - \left(\left(\frac{P_1}{P_0} \right)^{\gamma+1} \gamma \right) \right]} \quad (4.44)$$

где је: v - брзина испуштања (kg/s), k - коефицијент испуштања, A - површина отпора (m^2), γ - однос специфичних топлота, P_0 - притисак у резервоару (Pa), P_1 - спољашњи притисак (Pa), ρ_0 - густина (kg/m^3).

Под условима успореног тока (максималан ток) једнак је:

$$\mathcal{G} = kA \sqrt{\gamma P_0 \rho_0 \left[\left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\gamma+1} \gamma - 1 \right]} \quad (4.45)$$

Густина (ρ) приказана је као функција притиска и моларне масе, на основу закона идеалног гаса:

$$\rho = \frac{P_0 M}{RT_s} \quad (4.46)$$

где је: M - молекуларна маса ($kg/kmol$), P - гасна константа ($8315 J/kmolK$), T_s - температура у резервоару (K).

Једначина успореног тока може се на други начин приказати:

$$\mathcal{Q} = kAP_0 \frac{1}{\sqrt{T_s}} \sqrt{\gamma \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\gamma+1}}^{\gamma-1} \cdot \sqrt{\frac{M}{8315}} \quad (4.47)$$

Према приказаним једначинама за успорени ток и фактор гаса, почетна брзина за испуштање за гас из пукотине у резервоару може се исказати као:

$$SI = 0,1 \cdot AP_t \cdot FG \cdot \frac{1}{\sqrt{T_t}} \quad (4.48)$$

Где је: SI - Степен испуштања (kg/min), A - Површина пукотине (m^2), P_t - Подпритисак у резервоару (Pa), T_t - Температура резервоара (K).

Могућа је и следећа апроксимативна једначина за процену испуштања неке течности из пукотине на резервоару. Једначина тренутног истицања је:

$$\mathcal{Q} = Pk\sqrt{\rho_t[2g\rho_t(V_t - V_n) + 2(P_0 - P_v)]} \quad (4.49)$$

Где је: v - Брзина испуштања (kg/s), A - Површина отвора (m^2), K - Коефицијент испуштања (без мерне јединице), G - Гравитациона константа ($9,81 m/s^2$), ρ_t - Густина течности (kg/m^3), P_0 - Притисак у складишту (Pa), P_v - Спољни притисак (Pa), H_1 - Висина ступца течности изнад дна резервоара (m), H_2 - Висина отвора (m).

Ако се употреби фактор густине добија се:

$$SI = 600 \cdot AK2g(100DF^2 \cdot H + 0,1 \cdot P / DF)^{0,5} \quad (4.50)$$

Где је: SI - брзина испуштања (kg/min), A - површина пукотине (m^2), K - коефицијент испуштања (0,8), g - гравитациона константа (m/s^2), H - висина ступца течности изнад пукотине (m), P - притисак на вентилу резервоара (Pa), DF - фактор густине.

За течности складиштене под спољним притиском једначина је:

$$\mathcal{Q} = Pk\rho_t\sqrt{[2g(V_t - V_n)]} \quad (4.51)$$

Почетна брзина испуштања течности из резервоара под атмосферским притиском може се исказати као:

$$SI = A \cdot H^{0,5} \cdot LFA \quad (4.52)$$

Где је: SI - Брзина испуштања течности (kg/min), A - Површина пукотине (m^2), H - Висина ступца течности изнад пукотине (m), LFA - Фактор течности $25^\circ C$.

• Истицање опасне течности из цеви

За процену испуштања течности се користи Бернулијева једначина којом се претпоставља да је густина течности константна и не узимају у обзир губици брзине услед трења. Једначина је:

$$\frac{(P_a - P_b)}{D} - \frac{g(Z_a - Z_b)}{g_c} = \frac{(V_b^2 - V_a^2)}{2g_c} \quad (4.53)$$

где је: P_a - притисак на улазу у цев (Pa), P_b - притисак на излаз из цеви (Pa), Z_a - висина изнад основне равнине на улазу у цев (m), Z_b - висина изнад основне равнине на излаз из цеви (m), g - гравитацијско убрзање ($9,81 m/s^2$), g_c - фактор пропорционалности према Њутновом закону (1,0), V_a - радна брзина (m/s), V_b - брзина испуштања (m/s), D - густина течности (kg/m^3).

Издвајањем V_b добија се:

$$V_b = \sqrt{\frac{2g_c(P_a - P_b)}{D} + 2g(Z_a - Z_b) + V_a^3} \quad (4.54)$$

• **Максимална количина неке супстанце која се може испустити**

Претпоставка приликом квантификовања последица удеса полази од хипотезе да услед испуштања одређеног садржаја опасних материја или смеша долази до њиховог распрострања у одређени екосистем (атмосфера, вода или земљиште).

Максимална маса супстанце која се може испустити (Q) се дефинише као:

$$Q = \begin{cases} \text{укупна количина у апаратури (t)} \\ 0,5 \times \text{проток кроз апаратуру (t/s)} \end{cases}$$

Поменута вредност представља полазну тачку приликом анализирања последица неког удеса. Вредност која се стварно користи приликом израчунавања последица може бити различита, у зависности од екосистема у које ће се дата супстанца распростирати.

• **Максималне количине опасних материја које се испуштају у атмосферу**

Распрострањење опасних материја у атмосферу, примењује се искључиво при испуштању гасова, течних или чврстих супстанци које се могу при одређеним условима превести у гасовиту фазу. Распрострањење опасних материја у гасовитој фази у атмосфери је могуће при формирању одређених нежељених догађаја као што су пожари, експлозије или директно испуштање опасних материја услед одређених хаварија. Претпоставља се да се укупна количина материје, која је испуштена, слободно распростире у атмосфери будући да, у овом случају, углавном нису присутни системи који су у стању да ограниче дисперзију супстанце у гасовитом стању. Стога се процена последица базира на израчунавању укупне масе супстанце која се налази у датој апаратури. У овом случају важи релација: $Q_A = Q$, где је: Q_A - максимална маса опасне материје која се може испустити у атмосферу (t), Q - максимална маса дате супстанце која се може испустити из апаратуре (t). Важно је нагласити да у случају испуштања у атмосферу, одређивање вредности Q_A јесте суштински важан корак. Приликом процене потенцијално угрожене зоне ризика (PEA), важно је утврдити укупну количину опасне материје која је испуштена из апаратуре и која се распростире у атмосферу.

• **Одређивање максималне количине опасне супстанце која се испушта у воду или тло**

Када услед неког удеса дође до испуштања одређене опасне материје која је у течной или чврстој фази, она не долази тренутно у додир са водом или тлом. Супстанца се мора физички пренети из тачке испуштања до одређене зоне деловања (вода или тло). Процена количине испуштене опасне материје која може доћи до воде или тла зависи од њених физичко-хемијских карактеристика и од постојања техничких мера заштите.

Информације које се користе при анализи процене ризика у овом случају су: физичко стање опасне материје и присуство баријера које спречавају испуштање.

Максимална маса која се може испустити у тло или у воду (Q_{ws}), израчунава се помоћу следеће једначине:

$$Q_{ws} = Q \cdot f_1 \cdot f_2 \quad (4.55)$$

где је: Q_{ws} - 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 материје која се испушта; f_2 - коефицијент редукције повезан са техничким мерама заштите у смислу задржавања испуштених опасних супстанци из постројења. Ови коефицијенти редукције имају вредности које се крећу у интервалу од 0 до 1.

Треба нагласити да се у случају удеса који доводе до испуштања супстанци у воду и тло, максимална количина која се може испустити Q_{ws} , користи искључиво за процену запремине/површине воде која је угрожена датим удесом у складу са моделима процене последица.

Такође се наглашава да за неке посебне материје, може бити потребна истовремена примена два описана случаја, јер те супстанце могу да се развију и у гасовитом стању и тако ће се дисперговати у атмосфери, и у течном стању у коме ће моћи да дођу у контакт са тлом или неким воденим током.

4.8. ХЕМИЈСКИ УДЕСИ СА ПОЖАРОМ

Супстанце, поред директног дејства, могу да делују и индиректно на човека, живи свет и материјална добра. Супстанце индиректно делују ефектом својих реакција, при којима долази до ослобађања енергије у различитим егзотермним процесима, од којих је један од најчешћих сагоревање. Ови процеси могу да се разликују не само по издвојеној количини топлотне енергије већ и по времену за које се овај процес одиграва. Отуда и постоји могућност да се уоче процеси при којима се ослобађа већа или мања количина топлоте, као и они при којима се ослобађање топлоте врши тихо, брзо или пак тренутно.

Да би дошло до оваквих процеса, неопходно је да буду испуњена три основна услова: присуство материја које су погодне за сагоревање (горива); присуство кисеоника као оксидационог агенса, који се најчешће појављује у виду гасне смеше као што је ваздух; присуство топлотног извора који омогућује да се смеша горива и оксидационог агенса доведе до температуре која је неопходна за даље несметано развијање процеса. Сагоревање је према томе, хемијски процес горива са кисеоником, при чему се издваја и одређена количина топлоте, а може да буде и често је праћено пламеном. Уколико су сва три поменута услова испуњена, сагоревање се нормално и контролисано одвија, док се регуларност процеса нарушава, уколико дође до поремећаја у неком од поменутих услова. Потпуно неконтролисано сагоревање је пожар.

Опасност од истицања течности. Пре свега, неопходно је да се нагласи, кад се говори о запаљивим течностима, да нису запаљиве само течности већ њихове паре, које у одређеним границама концентрација, у смеси са ваздухом, могу да буду и експлозивне. Да ли ће дејством извора паљења на паре оваквих запаљивих течности настати само пожар или ће доћи до праскања или пак експлозије зависи од карактеристика саме запаљиве материје и од просторних и погонских услова.

Уколико при истицању запаљиве течности не долази до развијања пара из истекле течности, при иницијалном паљењу неће доћи ни до праскања, нити до експлозије, већ ће се појавити само пожар. Овакво понашање запаљиве течности могло би да се објасни тиме да је температура запаљивости виша од температуре запаљиве течности и

температуре околине у коју запаљива течност истиче. У оваквим случајевима, средство за иницијално паљење је загрејало запаљиву течност само толико да су настале паре, које са ваздухом околине дају запаљиву смешу, што је довољно само за појаву пожара.

При истицању запаљиве течности долази до испаравања. Уколико је испаравање знатно, паре запаљиве течности се само делимично мешају с ваздухом, тако да иницијалним паљењем може да се изазове само брзо сагоревање насталих пара, односно праскање. Овакву појаву прати накнадни пожар на површини запаљиве течности. Разлог оваквог понашања је нижа температура запаљивости течности од температуре запаљиве течности или од температуре околине у коју је запаљива течност истекла. Паре запаљиве течности, у оваквим случајевима, нису у довољној мери измешане са ваздухом, тако да није дошло до настајања експлозивне смеше.

Опасност од истицања гасова. Опасност од пожара и експлозије постаје не само кад истичу запаљиве течности већ и у оним случајевима кад уследи истицање запаљивих гасовитих материја из одговарајућих судова. Запаљиви гасови, у судовима, могу да се сусретну у два различита стања: као *компримовани гасови* или гасови с којима се ради на нормалном притиску (водоник, ацетилен, светлећи гас, метан, земни гас итд.). Гасовите запаљиве материје, сем што се сусрећу као гасови на нормалном или повишеном притиску, могу да буду преведени и у течно стање-*кондензовани гасови*, као што су, на пример, пропан, бутан, пропилен, етилен итд.

Уколико запаљиви гасови, који се налазе у компримованом стању, истичу у затворене просторије, опасност од експлозије је велика, пошто се овакви гасови лако и брзо мешају с ваздухом, због своје густине, а сем тога с ваздухом граде експлозивне смеше у широким границама концентрација. При истицању оваквих гасова у *слободан простор* опасност од експлозија са појавом ударних таласа је знатно мања. Оваква могућност није искључена само у случају да у слободан простор истичу велике количине запаљивих гасова, који су по својој густини приближни густини ваздуха, тако да иницијалним паљењем долази до експлозије. Уколико се запаљиви гас, непосредно после истицања из суда, одмах и упали, као што може да се деси, на пример, са водоником који истиче из боце под високим притиском, долази до нормалног сагоревања, а експлозија изостаје.

Уколико кондензовани гасови истичу из производних постројења под повишеним притиском или пак на повишеној температури, опасности од експлозија су сличне онима какве се сусрећу при истицању великих количина компримованих гасова.

Уколико долази до истицања кондензованих гасова из боца или контејнера на нормалној температури, и то у слободан простор, настају велики гасни облаци, који при иницијалном паљењу само брже или спорије сагоревају, али не експлодирају. Ова појава би могла да се објасни тиме да је концентрација запаљивог гаса, после истицања из суда, у насталом хладном гасном облаку знатно изнад горње границе запаљивости и експлозивности, тако да долази само до сагоревања, и то по ободу гасног облака. Опасност од експлозије није ни у оваквим случајевима у потпуности искључена, али само под условом да је остварено мешање облака запаљивог гаса са ваздухом, механичким путем или на неки други начин.

Уколико је температура гаса, који истиче нижа као што је, на пример, случај са запаљивим гасовима који се лагерију дубоко охлађени на нормалном притиску, могућност настајања гасних облака при истицању гаса је утолико мања, а самим тим и опасност по околину. У оваквим случајевима још увек постоји опасност од пожара, али не и од експлозије.

До експлозије кондензованог запаљивог гаса може да дође уколико се прво образује експлозивна смеша запаљивог гаса са ваздухом, а потом уследи и паљење овакве смеше. Овакве појаве су могуће кад се распрсне суд са кондензованим запаљивим гасом, услед притиска течности која се налази у суду, а не услед топлотног дејства пожара. Наглим испаравањем ослобођене течности, највећи део садржаја распрснутог суда доспева у атмосферу великом брзином, образујући експлозивни облак у облику печурке. Паљењем експлозивног облака долази до експлозије, при чему настаје и ударни талас који може да изазове и разарање чврстих објеката.

При разарању контејнера или судова са кондензованим запаљивим гасовима услед топлотног дејства пожара настаје само велика ватрена буктиња, али не долази до експлозије. Само разарање контејнера не може да се сматра као права експлозија, пошто ударни талас који том приликом настаје може да изазове разарање само лаких, а не и чврстих грађевинских облака, тако да се овакве појаве обично називају распрскавање.

Настајање дима и токсичних гасова важан је параметар ризика у пожару. Додатни су ризици изазвани комбинованим ефектима попут експлозија или истицања контаминираних воде при гашењу пожара.

Брзина ширења пожара разликује се зависно од запаљивости материјала и удела енергије, агрегатног стања и доступности кисеоника.

Као последица реализације пожара настају штетни фактори по раднике у објекту, по становништво у окружењу, по животну средину и по сам објекат. Анализа последица реалних удеса у индустрији омогућује нам да одредимо најкарактеристичније штетне факторе значајне за процену ризика пожара. То су:

- топлотно зрачење пламена пожара;
- токсично оптерећење ваздушне средине продуктима пожара (дим, гасовити продукти сагоревања).

Параметри пожара. Проучавање механизма горења гасова, пара и аеросола омогућава добијање квантитативних података, односно вредности физичкохемијских величина на основу којих је могуће предвидети настајање пожара, понашање за време трајања пожара и организовање мера заштите од пожара.

У групу параметара неконтролисаног горења опасних материја у свим агрегатним стањима спада квантитативно одређивање следећих физичко-хемијских величина пожара:

- групе запаљивости,
- температура самопаљења,
- минимални експлозивно опасни садржај кисеоника,
- температура спонтаног загревања,
- температура тињања,
- кисеонични индекс,
- границе запаљивости,
- критични (гасиви) пречник,
- индекс распростирања пламена,
- коефицијент настајања дима,
- границе запаљивости у смеси са ваздухом,
- брзина хемијске реакције гасне смеше,

- температура samozапљивости гасова,
- температурне границе запљивости пара у ваздуху,
- нормална брзина распрострањања пламена гасне смеше,
- количина топлоте сагоревања течности,
- зрачење приликом сагоревања течности,
- степен сагоревања течности у бари,
- фактор запљења баре,
- брзина сагоревања течности,
- температура запљивости течности,
- тачка паљења течности,
- притисак паре,
- тачка паљења,
- брзина таложења честица,
- степен запрашености просторије и
- температура паљења.

Дим. Продукти пожара (дим) садрже много штетних гасова. Када су у диму присутне многобројне различите хемикалије, оне међусобним деловањем могу произвести дим који је опаснији од појединачних делова (синергизам):

$$\underset{\text{дим}}{(A + B + \dots + N)} > \underset{\text{опасне материје}}{(A) + (B) + \dots + (N)}$$

Угљенмоноксид обично је најприсутнији гас који настаје у пожару. Међутим често настају и гасови који су токсичнији. Цијановодоник је изузетно токсичан гас, настаје при горењу материјала који садрже водоник. Хемијске су анализе показале како су у диму синтетичких производа попут полиуретана, меламина и најлона присутне различите количине цијановодоника. Однос цијановодоника расте с температуром коју пожар развија. Производи који садрже флуор на високим температурама ослобађају флуороводоник. Многа једињења флуора изузетно су отровни, чак и у ниским концентрацијама. Производи који садрже сумпор, на пример, гума, при загревању ослобађају сумпордиоксид. Такође велику опасност представљају пожари у којима горе пестициди или хербициди. Они често садрже арсен и хром. Неки ослобађају и гасове сличне нервном гасу. Гасови који настају у пожарима у којима сагоревају велике количине опасних материја могу доспети на велике удаљености. Стога је битно спровести пажљиву анализу ове врсте опасности. Такође је важан мониторинг димних гасова инструментима за откривање штетних супстанци које најчешће настају у пожарима.

Продукти сагоревања су, у ствари, ситне чврсте честице, а такође течне и гасовите компоненте, које у низу случајева имају токсично својство. Поред тога продукти сагоревања - дим, будући да су загрејани до високе температуре могу да прошире пожар, отежавају евакуацију људства и дејство екипа за отклањање насталог акцидента.

Најчешће и најзначајније опасне материје које улазе у састав дима су: угљеник(II)-оксид (CO), сумпорна једињења, азотни оксиди, честице, цијановодоник (HCN), арсен (As), сумпор(IV)-оксид (SO_2), хром (Cr) и флуороводоник (HF).

4.9. ХЕМИЈСКИ УДЕСИ СА ЕКСПЛОЗИЈОМ

Распростирање пламена у запаљивој смеси може бити релативно споро (дефлаграционо) и веома брзо (детонационо). Експлозивно сагоревање карактерише дефлаграционо сагоревање, а када брзина пламеног фронта, под одређеним условима достигне веома велику вредност долази до појаве детонације.

За дефлаграционо сагоревање карактеристична је предаја топлоте од слоја на слој. Непрореагована запаљива смеша и продукт сагоревања су раздвојени уском зоном, коју називамо пламени фронт, у којој долази до загревања запаљиве смеси и брзих хемијских реакција. Топлота из зоне реакције, преноси се на хладну запаљиву смешу и загрева је. При томе долази и до дифузије продуката реакције и активних честица из зоне реакције у слој смеси која улази у реакцију и из слоја који улази у реакцију у зону реакције. На тај начин, у загрејаној смеси са садржајем активних честица и продуката реакције настаје паљење, које се премешта у правцу непрореаговане запаљиве смеси.

Експериментално је установљено да ће при локалном паљењу запаљиве смеси, карактер горења бити различит у кратким и дугачким цевима. При горењу гасне смеси у кратким цевима, када се процес одвија при сталном притиску (паљење остварено на отвореном крају цеви), пламени фронт се распростире са сталном и не великом брзином. При горењу гасне смеси у дугачким цевима у почетку се распростирање пламена одвија по механизму, као и код кратких цеви, али потом на даљини од око десетак пречника цеви, брзина распростирања нагло расте.

Обично дефлаграционо горење се одвија брзином која је већа од нормалне брзине распростирања пламена у запаљивој смеси. У кратким цевима брзина пламена у запаљивој смеси може достићи десетак, па до стотину метара у секунди. Таква велика брзина горења објашњава се увећавањем површине пламена услед постојања неравномерне расподеле брзине (највећа у центру, а најмања уз зидове цеви) по пресеку цеви, а такође и услед турбулизације пламеног фронта.

При паљењу гасне смеси у дугим цевима као резултат ширења продуката сагоревања настаје сабијени талас: фронт пламена, заједно са гасом, прелази у брзо кретање брзином која је од 10 - 20 пута већа од нормалне брзине распростирања пламена.

Даљи развој процеса повезан је са турбуленцијом гаса испред пламеног фронта, при чему настаје нормална контура пламеног фронта и долази до прелаза у турбулентну област горења. Са увећањем ефективне површине пламена, његова брзина расте као и температура и притисак и у ударном таласу, који се образује испред пламеног фронта. Прогресивно увећање брзине пламена ће бити дотле, док се у сабијеном таласу не створе услови за настанак детонације.

Детонација се распростире, не услед топлотне проводљивости, већ као резултат дејства ударног таласа, који доводи до брзог загревања и самозапаљења запаљиве смеси. Иза ударног таласа је зона брзих реакција. Тако образовани детонациони талас се креће константном брзином у интервалу до 1500 - 3000 m/s. Брзина детонације гасне смеси у широкој глаткој цеви скоро да не зависи од пречника цеви, почетног притиска и температуре, али у значајној мери зависи од топлотног ефекта реакције и састава смеси.

Детонација има усмерени рушилачки ефект, и при недовољној јачини суда, у коме је до ње дошло, долази до разарања суда. Када ударни талас доспе до равне непомичне површине, нормалне на правац кретања таласа, он ће се одбити у супротном правцу. Ако до удара дође под неким углом, доћи ће до одбијања под истим углом само у

супротног правцу и смеру. При томе на месту одбијања настаје отприлике двоструко увећање притиска у поређењу са притиском при удару о препреку.

Неопходни услов за детонационо сагоревање је да се горење запаљиве смеше остварује потпуно или скоро потпуно у зони хемијских реакција иза ударног таласа.

Основни параметри ударног таласа су: брзина ударног таласа D , брзина кретања гасног флуида иза чела ударног таласа W , густина, температура и притисак гаса захваћеног ударним таласом p , T и ρ .

Параметре ударног таласа можемо израчунати из закона очувања масе, закона очувања енергије, закона очувања импулса и једначине гасног стања.

Реч експлозија користи се за све процесе у којима је присутно нагло ширење материјала (које се обично састоји од врелих гасова) из једне тачке. Две су главне врсте експлозија, зависно о томе колико је нагло ширење:

- експлозије изазване физичким процесима;
- експлозије изазване хемијским реакцијама.

Експлозије изазване физичким процесима. Ове експлозије настају уз:

- нагло ослобађање акумулиране енергије;
- спољашња енергија нагло се додаје чврстој или течної материји претварајући је у гас;
- енергија се нагло додаје гасу што повећава његов притисак.

Примери експлозија изазваних физичким процесима су: експлозије посуда под притиском и експлозије паре. Посуде под притиском и опрема за обраду компримованих гасова прикривене су „бомбе“. Грешке у материјалу, корозија или ударац другог предмета може изазвати пукотине на зиду посуде, након чега следи експлозија. Снага експлозије одређује се према акумулираној енергији:

$$P \cdot V / (k - 1) \quad (4.56)$$

где је: P - притисак (Pa), V - запремина (m^3), $k = c_p/c_v$ за гас.

Експлозије посуда под притиском изазивају штету због ударног таласа и летећих одломљених делова. Течности на температури вишој од 100 °C могу изазвати експлозије паре. Ако вода (или било која друга течност исте или ниже тачке кључања) дође у контакт са врелом течношћу, настаће пара. Настала пара има пуно већу запремину од почетне воде (неколико хиљада пута). Снага експлозије одређена је температуром вруће течности и њеног топлотног капацитета као и запремином течности која кључа. Експлозије паре узрокују штету због ударног таласа, као и пожар и опекотине настале истицањем вреле течности.

Експлозије изазване спољашњом енергијом (обично електричном) могу се догодити у чврстим телима, течностима или гасу. Када дође до кратког споја у великом трансформатору који се расхлађује уљем или гасом увек постоји ризик од ове врсте експлозије. Штета је узрокована ударним таласом и летећим одломљеним деловима.

При раду са опасним течним материјама могу се теоретски догодити следеће врсте експлозија:

- експлозија пара течности која је у стању кључања (*BLEVE - Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion*);

- експлозија неограниченог гасног облака (*UVCE - Unconfined Vapor Cloud Explosion*);
- ограничена експлозија (*confined explosions*).

BLEVE настаје када је течност у резервоару на температурама знатно вишим од температуре кључања течности на атмосферском притиску. Ови се услови евентуално могу постићи једино у случају великог пожара на неком од суседних резервоара или диверзијом. Међутим, чак и у том случају, с обзиром да резервоари нису под притиском, ефекат *BLEVE* би био много слабији него у случајевима резервоара под притиском.

Опасне течне материје, могу у парном стању у смеси са ваздухом, уз довољно енергије активације да дефлагирају односно детонирају. Према томе, за настанак *UVCE* неопходно је довољно велика маса пара и извор топлоте за иницијацију. Теоријски гледано, ефекат *UVCE* може да варира од малих структуралних оштећења па до потпуног уништења објекта. Највећа опасност од *UVCE* је што може да створи услове за *BLEVE*.

Ограничена експлозија настаје у случајевима недовољне масе пара, без обзира што извор топлоте за иницијацију постоји.

Експлозије изазване хемијским процесима. То су експлозије из хемијских реакција из којих се ослобађа енергија која условљава ширење материјала. Три су начина одвијања овог процеса. У сваком од њих одговарајуће материје морају бити присутне у еквивалентним односима и добро измешане.

- *Топлотна експлозија.* Реактивна смеша читаво време има подједнаку температуру. Кроз читаву смешу енергија се истовремено ослобађа (на пример: брзи неконтролисани хемијски процеси).
- *Нагло сагоревање.* До ослобађања енергије долази у танком слоју с високом температуром, док остатак запремине има исту температуру као и околина. Следећи слој који ће реаговати загрева се провођењем топлоте кроз читаву смешу. Брзина сагоревања је мала и зависи од притиска (расте с појачањем притиска). Сагоревање почиње локалним топлотним ударом.
- *Детонација.* До ослобађања енергије долази у танком слоју с високом температуром, док остатак запремине има исту температуру као и околина. Следећи слој који ће реаговати погођен је ударним таласом и загрева се топлотом компресије у гасовима или топлотом у чврстим телима. Брзина детонације зависи од кретања ударног таласа кроз реактанте и зато је она велика за све материје. Брзина детонације не зависи од околног притиска. Детонација започиње локализованим ударом. У одређеним околностима сагоревање се може претворити у детонацију: када су присутне велике количине запаљиве материје или кад гас сагорева кроз шупљикав чврсти материјал или кроз препреке које стварају турбуленцију на фронту пламена.

Када се егзотермни процеси користе у хемијској индустрији, увек је присутан ризик од експлозије. Довољна је грешка у регулацији количина у процесу или у расхладном систему. Снага експлозије одређена је укупном количином ослобођене енергије, што зависи од реакције. Штету углавном изазива ударни талас и летећи одломљени делови. Експлозивне смеше настају у следећим ситуацијама:

- запаљиви гасови мешају се са ваздухом,
- запаљиве течности с ниском тачком кључања испаравају у ваздуху,

- запаљиве течности на високим температурама истичу у ваздух,
- запаљиве течности под високим притиском избацују се у ваздух,
- запаљиве материје у облику праха вртложно се крећу ваздухом.

Смеше су експлозивне само унутар одређеног интервала односа гориво/ваздух, зависно од материје. Удео енергије у смеси највећи је када је кисеоника у ваздуху управо онолико колико треба за потпуно сагоревање горива. То се обично назива стехиометријском концентрацијом и налази се приближно на пола пута између граничних вредности експлозивне смесе. Стехиометријска концентрација за запаљиве аеросоле је око 100 g/m^3 , с тиме да је доња граница око $1/3$ те вредности.

Дефлаграција смеше горива и ваздуха у затвореном простору производи притисак од око 7 bar (при стехиометријској концентрацији и атмосферском притиску). Детонација у сличним условима производи притисак око 20 bar . Нагло сагоревање (дефлаграција) смесе горива и ваздуха не производи тако јак притисак (све док облак горива са ваздухом није много велики). Детонација на отвореном производи једнак притисак као и у затвореном простору. Штета је изазвана ефектима топлоте и притиска, али је могу изазвати и летећи одломљени делови (нпр. стакло разбијених прозора).

Постоји низ хемијских једињења који се, по додавању почетне енергије (топлотом, трењем или ударцем) могу експлозивно разложити. Многе од њих сврставају се у експлозиве. Потребна је посебна дозвола да би се произвеле или добиле материје које се сматрају експлозивима. Ипак, много често коришћене материје могу изазвати експлозије а нису експлозивни: пероксиди (водик-пероксид и органски пероксид); алуминијеве соли с оксидном групом попут нитрата, хлората, перхлората, хромата, дихромата итд.; комплекси метала облика метал-амин-нитрат (или хлорат, перхлорат, хромат, дихромат итд.). Од набројаних, у највећим се количинама користе водоник пероксид, амонијумнитрат и амонијумперхлорат. Експлозија изазива штету деловањем топлоте, а често се јављају и учинци притиска и пожари.

Експлозија може настати и када се чврсти или течни оксиданс помеша с горивом. Највећа се енергија ослобађа, ако је реч о стехиометријској смеси. Лако је постићи удео енергије од $5\text{-}10 \text{ MJ/kg}$, тј. онолико колико имају и конвенционални експлозивни. Чврсти оксиданси су пероксиди, нитрати, хлорати, перхлорати, хромати и дихромати. Течности оксиданси су: перхлорна киселина, азотна киселина, водикпероксид, тетранитрометан. Гориво може бити мање-више свака запаљива органска материја, метал, легура, сумпор или сумпорно једињење. Најчешћа је опасност комбинација течног оксиданса и чврстог запаљивог материјала или обрнуто, који се збрињавају или складиште близу један другоме.

До експлозије долази до неповратног ослобађања енергије и додира два материјала. До тога би могло доћи због неисправности опреме, корозије, удара неким предметом у опрему или људске грешке. Штета од овакве врсте експлозије иста је као и она изазвана конвенционалним експлозивима. У експлозијама долази до повреда људи због ударног таласа, топлоте и летећих одломљених делова.

Параметри експлозије. Проучавање физичко-хемијских механизма експлозије је немогуће без параметра који омогућавају предвиђање настајања и тока експлозије:

- топлота експлозије,
- притисак експлозије,
- температура експлозије,
- параметри за детонациони талас,

- доза зрачења коју прима рецепијент,
- време трајања буктиње,
- доза топлоте,
- удаљеност од средишта буктиње до рецепијента,
- масени удео испуштене материје и
- фактор удела испуштене материје.

4.10. УТИЦАЈ ХЕМИЈСКИХ УДЕСА НА ЉУДЕ И ЖИВОТНУ СРЕДИНУ

Док се посматрају односи између животне средине и људских делатности, и обрнуто, закључује се да деградација животне средине може имати озбиљне импликације на људско здравље, сиромаштво, економски развој, па чак и националну безбедност. Међутим, озбиљност последица деградације животне средине према раније побројаним аспектима још није потпуно позната, па је самим тим често потцењена. Боље разумевање ових питања један је од предуслова за остваривање свеобухватне подршке и учешћа у превентивним мерама, које су, доказано је, најефикаснији метод да се повеже заштита животне средине са привредним и друштвеним развојем.

Све људске делатности наравно, у мањој или већој мери, утичу на животну средину. Да будемо реални, неповољан утицај је неизбежан, па чак и прихватљив (степен прихватљивости се обично исказује изразима „критично оптерећење“ или „носивост“). Делатности које могу негативно, па самим тим и неприхватљиво утицати на животну средину су: енергетика (укључујући нуклеарну енергију), индустрија, саобраћај, пољопривреда, урбани развој, туризам и рекреација, домаћинства, шумарство, риболов и аква култура. Ове делатности стварају притиске који могу да буду стресни за животну средину (емисија загађујућих супстанци у ваздух и воду, отпад, бука, радијација, хемикалије и природне и технолошке опасности). Утврђивање делатности које узрокују највеће загађење може бити тежак задатак, јер је понекад тешко са пуном извесношћу повезати одређену делатност и конкретни проблем животне средине. Разлог томе је што су међусобне везе људских делатности и промене животне средине веома сложене.

Могуће последице хемијских удеса по живот и здравље људи, квалитет животне средине и материјална и природна добра су императив који стручњаци из разних области морају увек имати пред собом. Утолико пре што се према подацима *OECD* процењује да се у свету сваки дан догоди од 30 до 35 хемијских акцидента мањег или већег обима. На основу овога може се слободно рећи да се хемијски удеси по размерама и штетним последицама могу сврстати међу веома опасне појаве које прете савременом свету. У прилог томе говори и чињеница да су у нашој земљи многа индустријска постројења и технолошки процеси застарели или се пак не одржавају и ремонтују на адекватан начин, па је самим тим повећана опасност од настанка удеса.

Индикатори последица хемијског удеса квантификују информацију о хемијском удесу, тако да сложени статистички, технички и други подаци буду разумљиви онима који одлучују и јавности. Индикатори последица удеса обухватају могуће ефекте у појединим сегментима животне средине и то: број погинулих људи, број повређених, мртве домаће животиње (*t*), мртве дивље животиње (*t*), мртве рибе (*t*), контаминирана површина (*ha*) и материјална штета (динара). На основу критеријума за сваки од наведених индикатора последице се класификују у пет категорија: занемарљиве, ограничене, значајне, врло значајне и катастрофалне. Критеријуми су дефинисани на основу величине губитака или висине штете.

Поред карактеристичних развојних стадијума, удеси имају исте или сличне факторе негативних утицаја на безбедност, здравље човека, природну и животну средину уопште. Реч је о следећим негативним утицајима:

- деловање ударног таласа (при експлозији смеше гаса и ваздуха, експлозивних материјала, термичких постројења и сл.);
- топлотни утицај (при пожарима зграда и објеката, шумских пожара, и сл.);
- токсични утицај (хемијског оружја, изливања опасних хемијских супстанци и сл.);
- радиоактивни утицај (при нуклеарним експлозијама или радијационе хаварије);
- механички утицај (при отклањању отпада савременом техником, приликом рушења зграда и објеката и сл.).

С обзиром да једна иста мера негативних утицаја (количина токсичних супстанци, јачина радијације, количина топлоте, јачина ударног таласа и сл.) може изазвати последице различите тежине код различитих особа говори се о индивидуалном и потенцијалном карактеру ефекта негативног утицаја. Ову вероватноћу утицаја (тј. ефекат штетног утицаја) могуће је израчунати помоћу Гаусове законитости. Одређивање утицаја негативних фактора на овакав начин има карактер вероватноће.

4.10.1. Утицај ударног таласа

Деловање ударног таласа дефинише се вредношћу надпритиска или момента силе при којима ће доћи до ефекта рушења, преноса детонације на друге материје, смртних исхода, тешких повреда, лаког рушења, лакших повреда, мањих оштећења објеката и сигурних растојања. Вредност граничног (прекомерног) притиска експлозије за човека је $< 7 \text{ kPa}$. При експлозији атомске бомбе, технолошких уређаја, резервоара, смеше ваздуха и прашине, експлозивног материјала, формира се ударни талас јаког притиска и импулса који, такође, има негативан утицај на човека и животну средину.

Синдром „бласта“ је последица директних утицаја таласа насталих експлозијом. Синдром „краша“ (*Crush*) је секундарна последица акције експлозивних таласа и компресије настале затрпавањем итд. Карактеристика оба синдрома је у томе што настају тешки општи симптоми виталних функција организма, који у великом броју доводе до леталних исхода, а да се при томе на површини човечјег тела не налазе увек видљиви трагови трауме. Бласт синдром је последица директних таласа насталих експлозијом, при чему настаје низ разноврсних промена и повреда у организму, било да се талас преноси преко ваздуха (*Air blast*), воде (*Water blast*) или чврстог предмета (*Solid blast*).

Код *Air blast* (удар ваздушног таласа) повреде се дешавају у следећим органима: плућима, централном нервном систему, оку, у уху, јетри, слезини, цревима итд. У плућима долази до хеморагије у пределу бронхије, а у каснијем стадијуму колабирају или добијају пнеумонију. У централном нервном систему настају промене с крвним изливима у мозгу. У оку и уху налазе се често крвављења, а у уху и руптура бубне опне.

При удару воденог таласа (*Water blast*) повреде су ограничене на гастроинтестинални тракт. У целом тракту налазе се крвни подливи с едемом зида црева. Ако црево садржи велику количину гаса у моменту трауме, онда настаје руптура црева. Удар таласа чврстих предмета (*Solid blast*) повређује скелет и крвне судове. Повреде скелета процентуално опадају од стопала навише. Преломи костију су у 30 % случајева

отворене природе. У крвним судовима настају руптуре и тромбозе крвних судова са свим одговарајућим последицама.

Синдром притиска (*Crush sindrom*) настаје као секундарна последица компресије на екстремитете при чему се јавља инсуфицијенција бубрега. Делови тела најосетљивији на ударни притисак јесу бубна опна, плућа и трбух. Бубне опне се оштећују под прекомерним притиском од 35 kPa . Плућа се оштећују на око 70 kPa , а 300 kPa угрожава и сам живот. Озбиљност повреда плућа и трбуха такође зависи од трајања изложености и пораста притиска. Ако је притисак довољно јак и дуготрајан, може оборити човека. Тешке повреде (на пример, лобање), дешавају се код густине импулса од око $380 \text{ Pa} \times \text{s}$ (380 Ns/m^2).

Комуникацијски објекти и снабдевање струјом, водом итд., посебно су привлачне мете саботажа. У доба рата увелико расте вероватноћа појаве експлозија. Већина оружја својим деловањем изазива велике штете, међу њих се убраја и избацивање шрапнела који може пробити челик на удаљености од неколико стотина метара. За време рата велика је вероватноћа појаве експлозија. Већина оружја својим деловањем може са велике удаљености пробити челичне конструкције. У случајевима напада на индустријске зоне дешавају се експлозије судова под притиском и експлозије горива у смеси са ваздухом. И после одређеног времена од напада постоји ризик од експлозија због неексплодираних направа.

4.10.2. Топлотни утицај

Топлотни утицај на човека односи се на прегрејавање и биохемијске промене слојева коже. Код ових промена човек осећа јак, једва издржив бол, а температура горњих слојева кожног покривача ($0,1 \text{ mm}$) повећава се до 45 степени. Степен термичког утицаја зависи од величине топлотног флукса и дужине топлотног утицаја. У зависности од степена топлотног утицаја (јачине и дужине топлотног утицаја) могуће су опекотине првог (црвенило), другог (плихови) и трећег степена (оштећење поткожног слоја). Здраве одрасле особе могу преживети уколико опекотине другог и трећег степена не обухватају више од 20 % површине тела. Проценат преживљавања настрадалих, чак и при интензивној медицинској помоћи, нагло опада кад опекотине другог и трећег степена обухватају 50 % (или више) површине тела. Топлотни утицај на лако запаљиве материјале (услед пожара, експлозије и сл.) може изазвати даље ширење хаварије и њен катастрофални развој. Статистички подаци показују да у производним просторијама до ширења и развоја пожара долази, углавном, на материјалима, сировинама, технолошким уређајима (42 %), а такође и на запаљивим грађевинским конструкцијама (36 %).

Експлозије изазване хемијским реакцијама такође изазивају повреде због насталог топлотног зрачења. Отприлике половина ослобођене енергије јавља се у облику топлоте. Опекотине руку и лица проузроковане су следећим количинама енергије:

- опекотине I степена $< 120 \text{ J/m}^2$,
- опекотине II степена $120\text{-}200 \text{ kJ/m}^2$,
- опекотине III степена $200\text{-}350 \text{ kJ/m}^2$.

Нижа вредност означава кратку, интензивну изложеност (отприлике 1 s, а виша изложеност око 10 s).

При експлозији настаје топлота па постоји ризик од запаљења лако запаљивих материјала, попут папира, застора итд. До тога долази ако је енергетски ниво $200\text{-}350 \text{ kJ/m}^2$, што означава ниво на којој настају опекотине III степена.

4.10.3. Токсични утицај

Ширење токсичног ефекта хемијских удеса у времену и простору зависи од више чинилаца: физичко-хемијских својстава материје, температуре средине, метеоролошких и хидролошких услова, топографских карактеристика локалитета, итд. Динамика одвијања удеса и ниво квалитета санације зависе од карактера и масе (количине) испуста, својстава материје, карактеристика рељефа и климатских услова терена, као и од припремљености и техничке оспособљености јединица које изводе такве радове.

Експерименти су показали да хаварија зида резервоара са опасним материјама, у чврстом и течном стању, доводи само до локалног деловања у месту удеса или ближеј околини. Паре и гасови опасних материја могу се простирати и на десетине километара, што осетно повећава размере опасности.

За процену могуће опасности од опасних материја, при деловању у парној фази, користе се различити параметри. Квантитативна вредност критеријума за безбедна удаљења опасних постројења од насељених места и других објеката може бити оцењена величином полупречника еколошке и хаваријске безбедности:

- Полупречник еколошке безбедности је растојање од објекта са опасном материјом иза којег не долази до штетног утицаја на становништво и животну средину при нормалном функционисању објекта. Различитим нормативним документима, за огроман број опасних материја установљене су максимално дозвољене концентрације (МДК) у ваздуху радне зоне и водотоковима, граничне вредности емисије (ГВЕ), граничне вредности загађујућих материја у ваздуху животне средине.
- Полупречник хаваријске безбедности је растојање од објекта из којег, у случају удеса, не долази до посебно штетног дејства на локално становништво и животну средину и не захтевају се мере за ликвидацију и санацију последица удеса.

Велики број опасних материја представља потенцијалну опасност по здравље људи и животну средину. Према начину утицаја на организам човека, опасне супстанце се сврставају у групу оних које имају инхалационо дејство (делују преко дисајних органа), пероорално дејство (делују преко система органа за варење) и кожно-ресорпционо дејство (делују преко кожног омотача). При токсичном утицају на околну средину, разликују се два типа утицаја на екосистеме: директан (при којем се мењају асимилационе функције биљака, физичко-хемијска својства земљишта и сл.) и индиректан (којим се активира механизам дугорочних промена екосистема под утицајем већ промењеног стања једне или више компонената).

Токсични параметри опасних материја су:

Граничне токсичне концентрације. Границе опасности опасне материје су за отровне материје граничне токсичне концентрације (концентрације од значаја КОЗ). КОЗ се дефинишу као концентрације неке опасне материје (супстанце) у ваздуху изнад које се могу јавити штетни ефекти по здравље људи и животну средину у зони која је означена као зона опасности или повредива зона. КОЗ је један од најзначајнијих параметара за примену модела дисперзије токсичних хемикалија у ваздуху, помоћу којих се у две или три димензије може ограничити повредива зона или повредиви простор.

Унешене масе загађујуће супстанце у организам. Прорачун уноса обухвата количину опасне материје која долази у контакт са телом изложене особе по јединици

тежине тела у јединици времена (изражено као $mg/kg-dan$), према дефинисаном путу уноса. Даље у тексту су дате једначине за прорачун уноса по карактеристичним путевима уноса.

- Инхалација (удисање):

$$\text{Унос } (mg/kg/dan) = \frac{CA \cdot IR \cdot ET \cdot EF \cdot ED}{BW \cdot AT} \quad (4.57)$$

где је: CA - концентрација материје у ваздуху (mg/m^3); IR - количина удахнутог ваздуха (m^3/dan); ET - време експозиције (часова/дан); EF - учесталост експозиције (дана/година); ED - трајање експозиције (година); BW - телесна тежина (kg); AT - просечно време (период током кога је експозиција просечна - дани).

- Ингестија (гутање):

$$\text{Унос } (mg/kg/dan) = \frac{CW \cdot IR \cdot EF \cdot ED}{BW \cdot AT} \quad (4.58)$$

где је: CW - концентрација материје у води (mg/l); IR - степен уноса (литара/дан); ET - време експозиције (h/dan); EF - учесталост експозиције (дана/година); ED - трајање експозиције (година); BW - телесна тежина (kg); AT - осредњено време (период током кога је експозиција осредњена-дани).

- Дермални контакт са водом:

$$\text{Апсорбована доза } (mg/kg/dan) = \frac{CW \cdot SA \cdot PC \cdot ET \cdot EF \cdot ED \cdot CF}{BW \cdot AT} \quad (4.59)$$

где је: CW - концентрација материје у води (mg/l); SA - површина коже изложена контакту (cm^2); PC - дермална пропустљивост, зависи од материје (sm/h); ET - време експозиције (h/dan); EF - учесталост експозиције (дана/година); ED - трајање експозиције (година); BW - телесна дужина (kg); AT - осредњено време (период током кога је експозиција осредњена - дани).

Коефицијент инхалационог тровања (K_{mit}). Параметар K_{mit} израчунава се према једначини:

$$K_{mit} = \frac{C_{max}^{20}}{LC_{50}} \quad (4.60)$$

где су: C_{max}^{20} - максимална концентрација гаса (пара) опасне материје при $20^\circ C$, $mg\ m^{-3}$; LC_{50} - средња смртна концентрација гаса (пара) опасне материје у ваздуху, при деловању на мишеве (време дејства од 1 до 4 часа), $mg\ m^{-3}$.

Вредности параметра K_{mit} за опасне материје као што су арсин, фосфин, метилизоцијанат, фозген, хлор, цијановодоник, 1,1 диметилхидразин, сумпор(IV)-оксид, азот(IV)-оксид, флуороводоник, амонијак, етиленоксид и др. су од 10 до 200 пута веће од одговарајућих вредности параметара K_{mit} за екстремно токсичне материје (соман, S -иперит, N -иперит, луизит и др.), што значи да при разливању ових материја настаје знатно озбиљнија ситуација.

Средњи праг токсидозе. За одређени број опасних материја постоји средњи праг токсидозе PCT_{50} који се односи на токсичне дозе које изазивају почетне симптоме тровања код 50 % људи захваћених парам опасних материја.

Концентрације тренутно опасне по живот и здравље. Концентрације тренутно опасне по живот и здравље (*IDLH*) су у највећој мери испитиване само за радно способну популацију у циљу заштите здравља и живота радника на радном месту. С обзиром на то да су у случају хемијског акцидента угрожене различите популационе групе, укључујући и децу, старија лица, болесне итд. јавила се потреба за одређивањем концентрација које су значајне за здравље и живот широких популационих група, које се могу наћи у животној средини. При томе се у обзир узима да се ради о једнократној експозицији која не сме да буде дужа од времена потребног да се становништво у околини извора заштити: обавести, примене средства заштите или евакуише. *OSHA* је пре скоро 20 година дефинисала *IDLH* концентрације и означила их као: „максимум концентрације неке супстанце у ваздуху коју здрави запослени мушкарци могу да избегну без опасности губитка живота или неповратних последица по здравље, под условима максималног времена експозиције од 30 минута. Практично *IDLH* су концентрације изнад којих је потребан високо поуздан апарат за дисање и могућност напуштања токсичне атмосфере“.

Вредности *IDLH* су дефинисане имајући у виду токсичност по људе и оне представљају концентрације експозиције које су један или два реда величине испод средње леталне концентрације (LC_{50}) или средње леталне дозе (LD_{50}), добијене на експерименталним животињама.

Следеће једначине показују како се LC_{50} и LD_{50} вредности конвертују у концентрације токсичних супстанци у ваздуху, које се онда могу поредити са нивоом *IDLH*:

- процењен $IDLH = LC_{50} \times 0,1$,
- процењен $IDLH = LCL_0$,
- процењен $IDLH = LC_{50} \times 0,01$,
- процењен $IDLH = LDL_0 \times 0,1$.

Концентрације тренутно опасне по здравље и живот су касније искоришћене за одређивање концентрација од значаја (КОЗ) за процену зона опасности (повредивих зона) код хемијских акцидената.

Имајући у виду како су добијене вредности *IDLH*, као и да се исте односе на радну средину, у литератури су се појавиле модификоване вредности *IDLH* применом фактора сигурности од 5 до 10. Примењени фактор сигурности би требао да осигура безбедно коришћење 5 или 10 пута мање концентрације од *IDLH*, које код експозиције краће од 30 минута неће угрозити здравље и животе људи, укључујући и осетљиву популацију (деца, старија лица, болесне итд.)

Америчка асоцијација за индустријску хигијену (*AIHA*) је извршила ревизију поменутог Упутства, тако да је исто припремљено за планирање одговора код хемијских удеса и предлаже три нивоа концентрација опасних материја:

- максималне концентрације у ваздуху испод којих се верује да скоро све особе могу да буду изложене до 1 сата, а да се не појаве никакве пролазне последице, осим благих, укључујући и слабо надражајан мирис;
- концентрације испод које се верује да скоро нико не би имао трајно оштећење здравља после једночасовне експозиције и

- максимална концентрација испод које скоро сви могу да буду изложени до 1 сата, а да немају последице које угрожавају живот.

Показатељ токсичности дима. Исказује се као средња смртоносна концентрација дима, испарљивих продуката сагоревања и термичког и оксидационог разлагања материјала. Овај податак се користи за упоређивање релативних токсичних продуката сагоревања различитих материјала у условима пожара. Исто тако, може да се искористи и за организовање система заштите људства при пожарима.

4.10.4. Утицај неконтролисаног сагоревања

До најинтензивнијег сагоревања хомогених гасо-, паро- и прашино- ваздушних смеша долази при постојању стехиометријске концентрације запаљивих компонената у смеси. У зависности од брзине и начина формирања смеше паре или ваздуха, можемо разликовати примарни и секундарни облак.

Примарни облак настаје када целокупна количина гасова или течности или њен већи део, при хаварији веома брзо (за 1 до 3 минута) у облику пене или аеросола, пређе у атмосферу.

Секундарни облак настаје испаравањем течности која је приликом хаварије разливена на тло. У зависности од температуре кључања течности зависи стварање примарног и секундарног или оба истовремено.

Опасност од паљења постоји углавном ако је концентрација $1,5 - 3 \cdot 10^4 \text{ ppm}$. При томе је могуће дефлаграционо и детонационо сагоревање. Сагоревање без детонације јавља се при горењу смеше пребогате запаљивим гасовима. Детонационо сагоревање прати ударни талас, а дефлаграционо топлотна радијација ватрене лопте, док токсични продукти сагоревања карактеришу оба процеса.

Треба напоменути да су многа једињења која са ваздухом образују експлозивну смешу истовремено и токсична, што их чини двоструко опасним (амонијак, дихлоретан, метилхлорид, метилмеркаптан, метилтрихлорсилан, угљенмоноксид, етиленоксид, сумпорводоник, толуен, етилмеркаптан, етилхлорид).

Сферни детонациони талас може да се јави и непосредно у запаљивој смеси иницирањем слабог енергетског извора (искра), ако димензија облака прелази неке критичне вредности.

При раду са гасовитим угљоводоницима приближно је 30 пута већа опасност од хаварије него при раду са бензинима. Хаварије са пропаном, бутаном и њиховим смешама су 3 пута чешће неголи хаварије са парама бензина. При раду са метаном у индустрији експлозије су веома ретке јер он не образује стабилне смеше у близини површине земље. Његова детонација могућа је у ограниченом простору у случају истицања и паљења као и при иницирању експлозивом.

Детонација смеше водоника са ваздухом јавља се обично при минирању експлозијом 1 (g) тротила, што је најмање потребна количина за иницирање експлозивних смеша гасовитих угљоводоника.

При хаваријама гасовода резервоара облак, настао испаравањем разливеног горива често не детонира, већ интензивно гори, образујући ватрену лопту. Ово је могуће јер су код већине угљоводоника концентрационе границе запаљења њихових гасо-паровоздушних смеша шире него приликом детонације. Ово је могуће приликом хаварија резервоара са горућим течним прегрејаним продуктима (сабијени

угљоводоници, амонијак, хлор, фреони) који се складиште у затвореним резервоарима при повишеном притиску. Негативно дејство ватрене лопте одређено је интензитетом њеног топлотног зрачења.

При хаварији система са прегрејаном течностју долази до изливања и њеног брзог испаравања. Карактер процеса објашњава се у веома брзом разарању судова и резервоара који садрже продукт под притиском (време потпуног разарања суда запремине 100 m^3 при притиску од 1 MPa износи свега 7 ms).

4.10.5. Радиоактивни утицај

Међу погубним факторима нуклеарне експлозије (хаварије на радиоактивно опасном објекту) посебно место заузима пробојно зрачење и радиоактивно пражњење. Пробојно зрачење представља млаз свих видова зрачења и неутрона, чије време дејства не прелази 10-15 минута од тренутка експлозије. Јонизујућа способност пробојног зрачења карактерише се експозиционом дозом зрачења (C/kg). Јонизујуће зрачење при дејству на организам човека може изазвати радијационе болести, опекотине, катаракту, стерилитет, аномалије у развоју плода и др. и прекограничне ефекте (малигни тумори, леукемија, наследне болести итд.). При радијацијској хаварији, степен утицаја зависи од експозиционе дозе зрачења, трајања експозиције, површине тела изложене зрачењу, општег стања организма. Радијацијска пражњења се појављују као резултат ослобађања радиоактивних супстанци из радиоактивне прашине. За разлику од других погубних фактора нуклеарних експлозија (хаварије на потенцијално опасним објектима) радијацијско зрачење захвата велику површину, утицај је дуготрајан и тешко се откривају радиоактивне супстанце које су без боје, мириса и других споља видљивих карактеристика. Кретање радиоактивне прашине зависи од правца и брзине ветра, рељефа територије итд.

Извори зрачења после експлозије нуклеарног оружја или нуклеарног реактора проистичу од радиоактивних падавина а могу бити спољашњи и унутрашњи. Спољашњи извори су краткоживећи гама-емитери (цирконијум-95, ниобијум-95) и дужеживећи бета-гама-емитер цезијум-137, док су унутрашњи извори стронцијум-90, цезијум-137, јод-131 и ^{14}C . Биљна и животињска храна су посредници у уношењу интерних извора. Јод-131 је краткоживећи изотоп који се селективно акумулира у штитастој жлезди. Стронцијум-90 се у организму депонује у скелету слично калцијуму, где остаје дуги низ година, зрачење не само ткиво костију, већ и матичне ћелије у шупљинама костију, од којих настају крвне ћелије и ћелије костног ткива. Цезијум-137 се у организму задржава знатно краће од стронцијума-90 и дистрибуира се равномерно. Удео радиоактивних падавина у укупном зрачењу популација је релативно мали после 1962. године када се скоро сасвим престало са нуклеарним експлозијама у атмосфери.

За сада је проблем елиминације и ускладиштења радиоактивних отпадака који настају приликом рада нуклеарних реактора или при коришћењу радиоактивног материјала у хемијским и другим лабораторијама, решен на задовољавајући начин. Допринос радиоактивних отпадака укупним изворима зрачења је мали, тако да забринутост због присуства нуклеарних постројења у неком региону проистиче због могућих акцидената, мада се сматра да ниво ризика у њиховој околини није ништа већи од ризика услед присуства класичних индустријских постројења. озбиљнији проблеми предстоје у вези са ширим увођењем нуклеарно-енергетских постројења у свакодневну употребу.

4.10.6. Механички утицај

До негативног утицаја механичких фактора на човека долази приликом рушења зграда и објеката, обарања стубова и дрвећа, удара тела о препреку (земљу) при избацивању ударног таласа и остатака који се ослобађају при експлозији и др.

Механичка сила је узрок механичких повреда. У механичку силу спада дејство свих чврстих и меких предмета, као и гасних тела. Главни проузроковачи повреда су дејства чврстих предмета. Повреде нанете меким предметима и гасним телима су ређе и дешавају се у рату. Оне изазивају и индиректне повреде унутрашњих органа или су и такве да је живот повређеног угрожен а да на телу нема видљивих повреда (*BLAST* и *CRUSH SINDROM*).

Поведа може да настане ударом предмета у тело или падом тела. Предмети који наносе повреде могу да буду најразличитији: тупи, оштри, шиљати и ватрено оружје. Настајање повреда проузроковане падом могу настати на најразличитије начине. На крају неуобичајени покрети тела или појединих делова, такође могу проузроковати повреду.

Уколико је предмет већи или тврђи и његова брзина већа, утолико је ударна сила јача и повреда већа. Дејство воде и ваздуха такође, изазивају повреде.

5. РИЗИК ОД ХЕМИЈСКИХ УДЕСА

5.1. ПОЈМОВНО ОДРЕЂЕЊЕ РИЗИКА И ОСТАЛИХ МЕЋУЗАВИСНИХ ТЕРМИНА

Термин „ризик“ у пракси се користи са различитим значењем. Реч је о потенцијалној опасности по људе, материјална добра и животну средину. Ризици су присутни у свим сферама друштвене делатности: привредној, финансијској, социјалној, животној средини и сл. Резултати који се очекују у теорији научног развоја, а посебно у теорији ризика, непосредно су везани са прогнозирањем, предупредивањем, смањењем последица са циљем контроле ризика и смањењем последица насталих ризичним догађајем.

Појам ризика настао је у средњем веку, преузет је из италијанског и француског говорног подручја и то од француске речи *risique* и италијанске *rissiko*, и био је везан за поморски саобраћај и трговину.

Ризик се може посматрати као историјска и економска категорија. Као историјска категорија, ризик је везан за све етапе друштвеног развоја и односи се на човеково сазнање о могућој опасности. Као економска категорија, ризик представља могућност појаве догађаја који може имати позитиван или негативан утицај са одређеним последицама (губитак, штета).

При одређивању ризика у оквиру безбедности, издвајају се социјални, професионални, еколошки, техногени, биомедицински, војни и други аспекти. Људска пракса даје могућност да се утврди, да је свака активност потенцијално опасна.

Теорија ризика почела је да се развија и широко примењује крајем XIX века, захваљујући напретку у области математике, статистике, правних и економских наука, а затим и специфичних дисциплина, као што су теорија вероватноће, теорија игара, теорија катастрофа и доношења одлука (усвајања решења).

При дефинисању термина „ризик“, наилази се на низ потешкоћа. Често се термин „ризик“ користи као синоним термина „опасност“. Можемо навести читав низ примера дефиниција: типа „ризик - је опасност од будуће штете“; „ризик - је опасност појављивања нежељених ефеката посматраног догађаја“. Друга тенденција при одређивању ризика огледа се у томе, да се под ризиком подразумева могућност или вероватноћа нежељеног догађаја или процеса.

У руској „Енциклопедији животне средине“ појам „ризик“ тумачи се као шанса да се може десити нешто непожељно'. Очигледно, ова тенденција у одређивању ризика наслеђена је из праксе осигурања, где се под ризиком подразумева вероватноћа (шанса) појављивања нежељених последица. При томе, под термином „ризик“ подразумева се векторска, односно вишекомпонентна вредност, коју карактерише штета од утицаја тог или било ког другог опасног фактора, вероватноћа појављивања посматраног фактора и неодређеност величина, како штете, тако и вероватноће. Вектори су, по правилу, неравномерно распоређени и у простору, и у времену. Под термином „штета“ подразумевају се стварни и потенцијални економски губици и/или деградација животне средине, услед промена у животној средини.

Ризик у општем смислу обухвата и неизвесност и резултат неизвесности. Мера ризика у пракси може бити различита. Некада је она једнака вероватноћи незадовољавајућих излаза, а некада се ризик мери могућим финансијским губитком. То су разлози за

развој анализе ризика као техничко-економске дисциплине која настоји да развије и стандардизује приступе третирању ризика.

Ризик представља одређени ниво вероватноће да нека активност са опасним материјама, директно или индиректно, изазове опасност по живот и здравље људи, као и животну средину. Ризик је вероватноћа да могу настати околности или нежељени догађај који у случају остваривања могу битно да наруше или угрозе људске животе, материјална добра и функционисање екосистема.

Појам *ризик* првобитно је означавао:

- опасност која је лађама претила од хридина и стена;
- излагање опасности;
- смео подвиг, посао или улог скопчан са опасношћу да пропадне;
- одступање у послу које умањује резултат тог посла и
- претрпљени губитак, односно штету.

Једна од дефиниција ризика је вероватноћа да ће се неки нежељени догађај десити као последица неког другог догађаја. Као што се види, може се говорити о низу условних вероватноћа:

- вероватноћа настанка почетног догађаја;
- вероватноћа настанка нежељеног догађаја;
- вероватноћа да опасност траје довољно дуго и
- вероватноћа да се у околини где се десио акцидент нађу људи баш у том тренутку.

Увођење овог термина у науку захтевало је његово прецизније одређење. Међутим, покушаји да се јединствена дефиниција ризика која би била погодна у свим областима истраживања нису довеле до циља. У различитим научним дисциплинама присутне су различите дефиниције које истраживачи усвајају с обзиром на циљ истраживања.

Погодну дефиницију, као и меру ризика, треба изабрати с обзиром на врсту проблема. Најчешће ситуације које захтевају оцену ризика су: питање безбедности, живота и здравља људи; нове технологије; осетљива питања околине; велика капитална улагања; неочекивани правци развоја осигуравања и уговорни споразуми; значајни политички, економски и финансијски параметри; строги законски или лиценцни захтеви.

Полазећи од аспекта безбедности, ризик је, према неким дефиницијама:

- објективна неизвесност која се, по правилу, одиграва као нежељени догађај;
- мерљива неизвесност и
- неизвесност губитка.

Често се под ризиком подразумева само вероватноћа да ће се десити нежељени догађај, не узимајући у обзир последице које би такав догађај изазвао. Међутим за потребе одлучивања неопходан је агрегатни показатељ ризика који обухвата неизвесност и резултат неизвесности. Ако се за меру неизвесности усвоји вероватноћа појаве нежељеног (штетног) догађаја, а резултат неизвесности величина његових последица, тада се ризик одређује као „величина“ којом се једновременно, описују вероватноћа настанка штетних догађаја и очекивана величина последица тих догађаја у заокруженом систему и током утврђене дужине временског интервала или током неког одређеног процеса.

Покушаји да се да јединствена дефиниција ризика која би била погодна у свим научним дисциплинама везаних за ризик нису довели до циља. У различитим научним дисциплинама присутне су различите дефиниције које истраживачи усвајају с обзиром на циљ истраживања. У наведеним дефиницијама ризик подразумева могућност настанка неког непријатног догађаја који има различите видове нежељених последица. Термин „могућност“ претпоставља неизвесност исхода догађаја, те је постојање ризика непосредно везано за неизвесност. Извесност исхода не представља ризик. Осим неизвесности ризик подразумева и могућност избора, односно постојање већег броја могућих алтернатива (најмање две варијанте решења, утицаја, акција). Ако не постоји могућност избора не може се говорити о ризику.

Ризик је функција вероватноће настанка и последица специфично опасног догађаја, појаве, процеса који се дешава или се може десити и који изазива опасност по живот, здравље људи и животну средину.

Из датих дефиниција може се извести дефиниција која би обухватила све горе наведене, па је ризик могућност или вероватноћа појаве оштећења или удеса у некој специјалној средини и за неки одређен временски период. Из наведене дефиниције види се да ризик укључује два битна елемента:

- вероватноћу (недетерминисаност) појаве удеса и
- губитке који се могу јавити приликом удеса.

Чињеница да постоји више исхода једног догађаја условљава недетерминисаност, а чињеница да исход посматраног догађаја може бити различит од жељеног ствара могућност губитка.

5.2. СУШТИНА И ПРИРОДА РИЗИКА

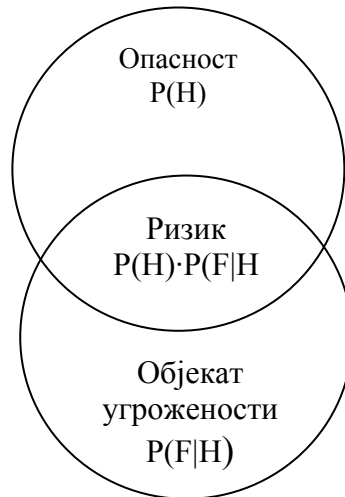
Ризик је мера вероватноће да ће се јавити штетне последице по живот, здравље, својину и/или животну средину као резултат неке одређене опасности [Sage, 1995]. Отуд, ризик подразумева могућност настанка неког непријатног догађаја који има различите видове нежељених последица (нпр. физичка траума, губитак имовине, приход нижи од очекиваног, губитак ресурса). Термин „могућност“ претпоставља неизвесност исхода догађаја, те је постојање ризика непосредно везано за неизвесност. Извесност исхода не подразумева ризик. На извесност, односно неизвесност исхода неког догађаја утиче стање окружења у коме се посматрани догађај реализује. Осим неизвесности ризик подразумева и могућност избора, односно постојање већег броја могућих алтернатива (најмање две варијанте решења, утицаја, акција). Ако не постоји могућност избора не може се говорити о ризику. Једна од могућих алтернатива увек доводи до нежељених последица по људе (нпр. повреда, болест, стрес, смрт), материјална добра (нпр. лом, судар, рушење) или природну средину (нпр. загађење, угроженост врста, деградација природних ресурса).

Важан аспект тумачења ризика, везан је за његов однос са опасношћу. Опасност представља категорију вероватноће, која се може мењати у простору и времену. Под карактеристиком опасности која је у вези са конкретним догађајем, треба подразумевати вероватноћу појаве тог догађаја у одређеном (датом) месту и у одређено време. Ако се опасност манифестује у одређеним околностима уз остваривање комбинације неких догађаја $H_1, H_2, \dots, H_n$ онда се вероватноћа може изразити помоћу једначине потпуне (тоталне) вероватноће:

$$P = \sum_i P(G/H_i)P(H_i) \quad (5.1)$$

где су: $P(G/H_i)$ - условна вероватноћа опасности G ; $P(H_i)$ - вероватноћа тог догађаја.

Слично томе, ризик од појединих активности (ризик доношења одлука) јавља се само ако постоји опасност од доношења штете (губитка) предмету или објекту, спровођењем таквог решења. При томе, сама одлука не пружа или пружа недовољну заштиту (осигураност) од ове опасности. Дакле, присуство опасности и угрожености представља нужан и довољан услов за појаву ризика (Слика 5.1).



Слика 5.1. Шема настанка ризика од спољне опасности

Наведена интерпретација категорије „ризик“ омогућава праћење његове повезаности са другим појмовима, који су од изузетне важности за проблеме процене ризика и управљања ризиком, а посебно са појмовима „ванредна ситуација“, „несрећа“ и „катастрофа“.

На основу свега наведеног, ризик (R), са неким поједностављењима, може бити дефинисан као производ вероватноће опасности посматраног догађаја или процеса (P) и величине очекиване штете (W):

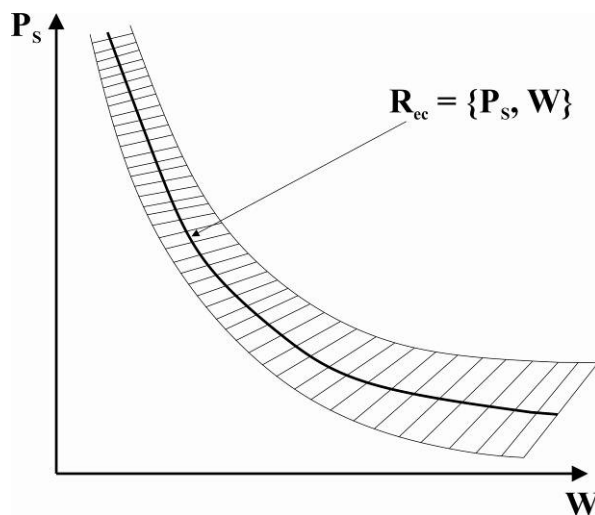
$$R = PW \quad (5.2)$$

На тај начин, појам „ризик“ обједињује два појма „вероватноћу опасности“ и „штету“, при чему се узимају у обзир и неодређености везане за величине вероватноће и штете по животну средину.

Ризик (R_{ec}) - статистички оцењива категорија, која представља векторску величину састављену из више компоненти:

$$R_{ec} = \{S, P_s, W\} \quad (5.3)$$

где су: S - опис сценарија; P_s - вероватноћа реализације опасности; W - штета (губици). На слици 5.2 ризик је представљен у виду графикана.



Слика 5.2. Графички приказ величине ризик

У практичним применама теорије вероватноће значајну улогу има закон великих бројева и он значи да при великом броју случајева, појава њихових средњих резултата практично престаје да буде случајан и може се предвидети са великом поузданошћу, односно у одређеним условима случајне променљиве постају неслучајне. То је веома важно приликом одређивања начина управљања ризиком.

Не постоји јединствени начин мерења ризика или представљања његове процене. Овде треба поћи од постојећих информација и ресурса, а такође и од тога коме су намењени резултати. Увек треба имати на уму да имамо посла са проценама. Како би се те процене искористиле на одговарајући начин-за доношење техничких и менаџерских одлука на основу њих, за успостављање веза са јавношћу и административним органима, веома је важно да буде познат потенцијални степен неодређености тих процена,

Код образложења начина мерења ризика и избора начина представљања процене ризика користан је приступ који су разрадили амерички научници (*Guidelines for Hazard Evaluation Procedures with Worked Examples*, 1992.) приликом израде упутства за квантитативну анализу ризика од хемијских процеса. Сматрали смо сврсисходним да изложимо овај приступ (са извесним скраћењима и променама).

Индивидуални ризик је условна вероватноћа да ће доћи до смрти (повреде) уз све квантитативно задате параметре извора опасности. Овде се узима у обзир природа штете за индивидуу, вероватноћа да ће та штета бити нанета, као и период времена током којег се то може догодити. Треба истаћи да је индивидуални ризик исти независно од тога да ли је ризику изложен један човек или више лица.

Иако се пажња углавном поклања штети, за процену њеног степена постоји само ограничена информација. На тај начин, аналитичар, који се бави проучавањем ризика често процењује ризик од неповратне штете или смрти услед несрећног случаја, за шта се региструје већи обим статистичких података.

Индивидуални ризик се може процењивати за индивидуу, која се у највећој мери излаже опасности, за групу индивидуа које се налазе на конкретним местима или за просечну индивидуу у зони утицаја. За дати инцидент или неколико инцидената ове мере индивидуалног ризика имају различито значење.

Неки битни инциденти могу утицати на велики број људи. Колективни ризик је зависност између фреквенције (вероватноће) и броја страдалих људи у оквиру датог становништва услед реализације одређене опасности. Најчешће се изражава терминима расподеле фреквенције великог броја несрећних случајева. Колективни ризик такође, може бити изражен и терминима аналогним индивидуалном ризику. На пример, вероватноћа 10 смрти услед несрећног случаја на задатом месту са координатама x и y је типична мера колективног ризика. За израчунавање колективног ризика потребна је иста она информација о фреквенцији и последицама, која је потребна и за одређивање индивидуалног ризика. Осим тога, процена колективног ризика захтева одређивање популације у зони ризика од неке опреме. То може да укључује тип популације (на пример, популација становништва, индустријска популација, школска популација), вероватноћу присуства људи или факторе ублажавања.

Разлике између индивидуалних и колективних ризика могу се илустровати следећим примером. У згради установе која се налази близу хемијске фабрике током радног дана се налази 400 људи, а после радног времена 1 чувар. Уколико је вероватноћа инцидента који може довести до смртних случајева у просторијама установе стална током целог дана, сваки човек у згради је изложен одређеном индивидуалном ризику. Овај индивидуални ризик не зависи од броја присутних људи у згради (он је исти за сваког од 400 радника који се налазе у установи током радног времена, и за једног чувара током преосталог времена). Међутим, колективни ризик током радног дана времена установе, када се у згради налази 400 људи, знатно је већи, него у време када се у згради налази један човек.

Размотримо процедуре за израчунавање индивидуалног ризика, колективног ризика и индекса ризика. Израчунавање индивидуалног ризика у некој географској тачки близу догађаја подразумева да је допринос свих случајева манифестовања инцидента адитиван. На тај начин општи индивидуални ризик у свакој тачки једнак је збиру индивидуалних ризика (у овој тачки) од свих случајева манифестовања инцидента повезаних са проучаваним догађајем:

$$IR = \sum IR_i \quad (5.4)$$

где је: IR - општи индивидуални ризик од смртоносних повреда на географској тачки са координатама x и y (број могућих смртних исхода годишње), IR_i - индивидуални ризик од смртог исхода на географској тачки са координатама x и y од i -тог случаја манифестовања инцидента (број смртних исхода годишње).

Подаци за дату једначину добијају се из корелације:

$$f_i = F_i P_{o,i} P_{oc,i} \quad (5.5)$$

где је: F_i - фреквенција инцидента и који има i -ти случај манифестовања као један од могућих случајева манифестовања овог инцидента (годишње), $P_{o,i}$ - вероватноћа да ће се резултат инцидента који има i -ти случај манифестовања као један од могућих случајева манифестовања овог инцидента испољити уз услов да се деси сам тај инцидент i , $P_{oc,i}$ - вероватноћа да ће i -ти случај манифестовања инцидента имати место уз услов да се деси претходни инцидент i и испољи резултат инцидента који одговара i -м случају манифестовања.

Израчунавање вредности f_i захтева процену вероватноће резултата инцидента и случаја манифестовања инцидента (Po,i и Poc,i) уз услов настанка инцидента i . На пример, испуштање нетоксичног запаљивог материјала (инцидент) може као резултат имати паљење у виду бакље, пожар у резервоару, "BLEVE", тренутно запаљивање, експлозију са неограниченим облаком паре или уколико не дође до запаљивања, безбедно расејање (резултати инцидента).

Сваки од ових резултата има своју вероватноћу (Po,i). Неки од ових резултата ће надале бити „разбијени“ на случајеве манифестовања инцидента у зависности од места извора запаљивања и сличних услова. Сваки од таквих случајева манифестовања инцидента има своју вероватноћу настанка (Poc,i). Обично се за процену ових корелација користи метода стабло догађаја.

Све методе израчунавања индивидуалног ризика се базирају на овим корелацијама. Ове једначине би требало примењивати на све тачке у којима се мора израчунати индивидуални ризик. Начини упрошћавања могу смањити обим израчунавања, али то ће утицати на тачност резултата. Међутим, овакви начини упрошћавања могу бити корисни приликом идентификације основних доприноса ризику. Када буду идентификовани, онда могу бити подвргнути детаљнијој анализи.

Ризик се обично изражава или преко могуће фреквенције страдања људи приликом бављења неком делатношћу или преко вероватноће настанка материјалне штете, која настаје услед хаварије (губитак опреме, материјала, компензација страдалима приликом хаварије, трошкови за рехабилитацију околине итд.) или преко штете нанете престижу организације, која је повезана са немогућношћу извлачења користи од делатности итд. Данас се, по правилу, приликом израде нормативне документације о техници безбедности ризик изражава преко могуће фреквенције страдања људи приликом бављења неком делатношћу.

5.3. КЛАСИФИКАЦИЈЕ РИЗИКА

Постоје различите врсте ризика које се међусобно разликују по месту и времену настанка, броју и врсти унутрашњих и спољашњих фактора који утичу на ниво ризика, по карактеру последица, по начину описивања, методама анализа и управљања и сл. Према томе ризик се може класификовати према различитим критеријумима. На основу порекла ризик се класификује у три основне класе:

- у прву класу могу се сврстати природни (међу њима низ специфичних геофизичких, литосферских, геоморфолошких, метеоролошких, хидролошких, биолошких);
- другу класу чине квазиприродни, односно они где људска делатност потенцира природне хазарде и
- у трећу класу могу се сврстати антропогени, тј. они који су изазвани људском делатношћу.

Ризик дефинишу биолошки, хемијски или физички процеси за које се може очекивати да ће вероватно изазвати болест, повреду или удес у одсуству контроле, па се ризик може поделити на биолошки, хемијски, физички и психолошки. Према чиниоцима које изазивају ризик дели се на:

- *биолошки ризици* могу бити бактерије, паразити или вируси и често су повезани са сировим материјама од којих се израђују производи. Међутим, биолошки

ризичи могу се унети и током прераде, из окружења, из других састојака производа или из самих процеса;

- *хемијски ризичи* могу бити резултат материја које природно постоје у производу или су додате током прераде;
- *физички ризичи* (нејонизујућа зрачења-микроталаси, инфрацрвена, видљива и ултраљубичаста светлост; јонизујућа зрачења-икс, гама, бета и алфа зрачења из радоновог низа; бука и вибрације, температура, влажност; ергономски-положај, кретање, ношење терета) представљају физичке компоненте које се не очекују, а могу узроковати болест, повреду или удес и
- *психолошки ризичи*-различити аспекти организације могу бити стресори.

Према објекту угрожавања ризичи се могу поделити на:

- ризике, који угрожавају безбедност (*safety risks*);
- ризике, који угрожавају здравље (*health risks*);
- ризике, који угрожавају стање животне средине (*environmental risks*);
- ризике, који угрожавају друштвено благостање (*public welfare/goodwill risks*);
- финансијске ризике (*financial risks*).

У оквиру анализе ризика издвајају се пет врста:

- анализа хемијског ризика;
- анализа канцерогеног ризика;
- епидемиолошка анализа ризика;
- статистичка анализа ризика (присутна код удесних догађаја);
- квантитативна анализа ризика.

Према степену идентификације на: специфичне и генералне.

- *специфични ризичи* су ризичи који су идентификовани и чији је обим утврђен, односно то су догађаји са познатом вероватноћом појављивања и познатим вредностима;
- *генерални ризичи* су ризичи који тек треба да се у потпуности идентификују у погледу могућих хазардних ситуација, односно то су догађаји са непрецизним вероватноћама појављивања и непрецизним вредностима специфичних опасности.

Према динамици развоја постоје:

- удесни ризичи, који имају велику брзину развоја и ако се не предузму адекватне мере негативне последице се прогресивно увећавају;
- кумулативни ризичи, који се споро развијају и током којих се деградационе појаве акумулирају.

Према начину доношења одлука за преузимање ризика постоје:

- добровољно преузети ризичи, обазриво и промишљено преузети ризичи на одређеном индивидуалном нивоу и резултат су свесне одлуке;
- наметнути ризичи, који се налазе изван контроле појединца и резултат су несвесне одлуке.

Према могућностима управљања ризиком постоје:

- управљиви ризици, ризици којима је могуће управљати и
- неуправљиви ризици, ризици којима је немогуће задовољавајуће управљати.

Према нивоу управљања, ризици могу бити:

- ризици планирања, ризици који се јављају у фази планирања управљања;
- оперативни ризици, ризици који прате фазу оперативног управљања;

Према карактеру ризика постоје:

- технолошки ризици, који се материјализују у технологији;
- ризици подршке, који се јављају у систему подршке квалитету;
- ризици перформанси производа, ризици који могу да наруше квалитет производа;
- ризици безбедности и заштите здравља, ризици који могу да имају негативне ефекте на безбедност и здравље људи;
- еколошки ризици чијом се материјализацијом нарушава еколошка равнотежа;
- финансијски ризици, ризици који се непосредно испољавају као финансијски губитак.

Према могућностима и сложености управљања ризиком:

- технички сложени ризици које могу схватити једино они који су веома образовани и стручни у специфичним технологијама;
- ризици који могу бити знатно смањени применом одговарајуће технологије;
- ризици који представљају јавни проблем и чије техничке компоненте треба експлицитно одвојити од друштвених и политичких компоненти, тако да се одговорност може правилно одредити;
- ризици чије су последице толико озбиљне или непоправљиве да је хитно потребан крајњи опрез, чак и пре него што се ризик тачно одреди;
- ризици који настају услед технолошких повреда личне слободе које су настале у процесу обезбеђења система безбедности.

Према ефектима на људско здравље:

- ризик од локалне токсичности која се појављује у области контакта;
- ризик од системске токсичности која захтева апсорпцију у организму и преноси се до одређеног органа.

Према начину процене ризика на:

- агрегатни ризик и
- кумулативни ризик.

Према материјализацији ефеката ризика, постоје:

- технолошки ризици, који се материјализују у технологији;
- ризици подршке, који се јављају у систему подршке квалитету;
- ризици перформанси производа, који могу да наруше квалитет производа;
- ризици безбедности и заштите здравља, који могу да имају негативне ефекте на безбедност и здравље људи;

- еколошки ризици, чијом се материјализацијом нарушава еколошка равнотежа;
- финансијски (пословни) ризици који се непосредно испољавају као финансијски губитак.

Према карактеру губитака, постоје:

- финансијски ризици, који се непосредно испољавају као финансијски губици;
- нефинансијски ризици, који се непосредно испољавају као други губици.

Према начину реализације еколошки ризик се може класификовати на:

- Удесни ризик који је везан за изненадно одступање функционисања технолошких система од нормалног режима. При томе, настаје ослобађање енергије и емисија материја, које доводе до угрожавања одређеног екосистема, или чак и до неповратних промена природних процеса у животној средини. По правилу, последице овог вида деловања ризика имају локални карактер, мада у неким случајевима могу бити од регионалног или глобалног карактера.
- Кумулативни ризик има исте последице, с тим што оне могу довести до локалног, регионалног и глобалног ефекта (промена климе, трошење озона и сл.). Последице се јављају као резултат акумулирања низа процеса или материја (угљен-диоксида, азотних оксида, фреона, угљоводоника и сл.), у животној средини при нормалном функционисању технолошких система.

Америчка агенција за заштиту животне средине (*United States Environmental Protection Agency, USEPA*) еколошки ризик разматра одвојено од ризика који угрожава здравље људи. Експерти ове агенције су 90-тих година прошлога века у еколошке ризике убројали:

- глобалну измену климе;
- ишчезавање озонског слоја у стратосфери;
- измену компоненти животне средине и
- уништавање популације и губитак биолошке разноврсности.

Такође експерти ове агенције су дали преглед ризика који угрожавају здравље људи:

- загађивање ваздуха;
- сакупљање радиоактивног гаса радона у просторијама;
- загађивање ваздуха у просторијама;
- загађивање пијаће воде;
- присуство токсиканата на радним местима;
- загађивање земљишта и вода пестицидима и
- ишчезавање озонског омотача.

Подела ризика на наведене врсте на основу датих карактеристика, је условна, што потврђује горе наведено објашњење прве две врсте ризика. Врло често ризици, који се односе на угрожавање животне средине, истовремено представљају и ризике по здравље.

При проучавању појединих врста ризика, пожељно је не губити из вида њихову свеукупност. У савременим публикацијама пажња је усмерена ка следећим ризицима: војним, демографским, политичким, природним, производним, социјалним, техногеним, еколошким, економским, етно-културним (етничким), итд. Неки аутори

природно-техногени ризик схватају као техногено (антропогено) појачани природни ризик или као техногени ризик, испровоциран природним појавама (рецимо, хаварије на електранама изазване клизиштима). Социјални ризик, категорисан на основу извора ризика, припада социјалној сфери, а може се поделити и на спољашњи и унутрашњи у односу на групу људи која се посматра као објекат заштите. Тако се ризици могу класификовати и на следећи начин (Табела 5.1).

Табела 5.1. Класификације ризика

КРИТЕРИЈУМИ КЛАСИФИКАЦИЈЕ	ЧЛАНОВИ ДЕОБЕ
По објекту процене	Кредитни, процентни, валутни, ликвидносни, индустријски, регионални
По месту, области појављивања	Спољашњи, унутрашњи
По времену појављивања	Пројектни, плански, чињенични
По стадијумима појављивања	Преоперациони, операциони, постоперациони
По узроцима појављивања	Природни, технички, економски, еколошки
По карактеру (форми, времену)	Краткорочни, дугорочни, дискретни, континуални, случајни, систематски
По форми последица	Економски, неекономски, комбиновани
По обиму последица	Глобални, регионални, локални, корпоративни
По садржају последица	Појединачни, збирни, чист
Постепену доказаности	Оправдан, неоправдан (неоснован)
По степену прихватљивости	Слаб, дозвољен, критичан, катастрофалан

На основу повезаности објеката ризика и нежељених догађаја, ризике можемо поделити на индивидуалне, техничке, еколошке, социјалне и економске. Наведене врсте ризика одређене су карактеристичним изворима и факторима ризика, чија је класификација и карактеризација наведена у табели 5.2.

Табела 5.2. Класификација и карактеристике врста ризика

Врсте ризика	Објекат ризика	Извор ризика	Нежељени догађај
Индивидуални	Човек	Услови живота и рада човека	Обољење, траума, инвалидност, смрт
Технички	Технички системи и објекти	Техничко несавршенство, неправилна експлоатација техничких система и објеката	Хаварија, експлозија, катастрофа, пожар, рушење
Еколошки	Еколошки системи	Антропогени утицај на животну средину, техногене ванредне ситуације	Антропогене еколошке катастрофе, стихијске несреће
Социјални	Социјалне групе	Ванредна ситуација, смањење квалитета живота	Групне трауме, обољења, смрт људи, пораст смртности
Економски	Материјални ресурси	Повећана опасност у индустрији или животној средини	Повећање трошкова безбедности, штете услед недовољне заштите

Индивидуални ризик је условљен вероватноћом реализације потенцијалних опасности при појави опасних ситуација. Можемо га одредити на основу броја реализованих фактора ризика:

$$R_i = \frac{P(t)}{L(f)} \quad (5.6)$$

где је: R_i - индивидуални ризик; P - број настрадалих (погинулих) у јединици времена t од одређеног фактора ризика f ; L - број људи, изложених одређеном фактору ризика f у јединици времена t .

Индивидуални ризик може бити добровољни, ако је изазван делатношћу човека на добровољној основи, и присиљан, ако је човек подвргнут ризику као члан друштва (на пример, живот у еколошки негативним регионима, близу извора повишене опасности).

Технички ризик је комплексни показатељ поузданости елемената техносфере. Он одређује вероватноћу хаварије или катастрофе при експлоатацији машина и механизацију, при реализацији технолошких процеса, у грађевинарству и при експлоатацији оруђа:

$$R_T = \frac{\Delta T(t)}{T(f)} \quad (5.7)$$

где је: R_T - технички ризик; ΔT - број хаварија у јединици времена t на идентичним техничким системима и објектима; T - број идентичних техничких система и објеката, који су подвргнути општем фактору ризика f .

Социјални ризик - карактерише обим и тежину негативних последица ванредних ситуација, а такође и различитих појава које смањују квалитет живота људи. У суштини, то је ризик за групе или заједнице људи. Могуће га је оценити према динамици ефекта на 1000 људи одговарајуће групе:

$$R_S = \frac{1000 \cdot (C_2 - C_1)}{L} \cdot (t) \quad (5.8)$$

где је: R_S - социјални ризик; C_1 - број умрлих у јединици времена t (смртност) у посматраној групи на почетку периода посматрања, на пример пре настанка ванредних догађаја; C_2 - смртност у тој истој групи људи на крају периода посматрања, на пример у фази слабљења (смиривања) ванредне ситуације; L - укупна бројност посматране групе.

Еколошки ризик карактерише се вероватноћом да ће нека штетна материја или нека ситуација (које представљају опасност) резултирати одређене штете у животној средини, под одређеним условима. Дакле, еколошки ризик, према дефиницији, изражава вероватноћу еколошког удеса, катастрофе, нарушавања даљег нормалног функционисања и постојања еколошких система и објеката, као резултат антропогеног утицаја на природну средину или природних несрећа [Меньшиков, Швыряев, 2003].

Према томе, еколошки ризик је комбинација два фактора:

- вероватноће да ће доћи до нежељених догађаја (као што је појава стресора у животној средини) и
- последица нежељених догађаја (као што је нарушавање стања животне средине или изазивање специфичне болести или смрти).

Еколошки ризик обухвата утицај на животну средину и опште јавно здравље људи, а настаје као последица излагања и појаве опасности. Еколошки ризик не постоји

уколико не долази или неће доћи до изложености штетним материјама или појаве нежељених ситуација. Опасност се одређује на основу тога да ли одређене материје или ситуације имају потенцијал да проузрокују штетне последице.

Проценом ризика долази се до закључка да ли је ризик на одређеном простору животне средине прихватљив. Прихватљив ризик је онај ризик којим се може управљати под одређеним условима. Процена еколошког ризика пружа корисне информације доносиоцима одлука при избору одговарајуће акције за заштиту животне средине.

Еколошки ризик изражава вероватноћу еколошке несреће, катастрофе, нарушавања даљег нормалног функционисања и постојања еколошких система и објеката, као резултат антропогеног утицаја на природну средину или природних несрећа. Нежељена дејства еколошког ризика могу се јавити како у непосредним зонама утицаја, тако и изван њихових граница. Еколошки ризик се одређује према изразу:

$$R_e = \frac{N_E(t)}{E} \quad (5.9)$$

где је: R_e - еколошки ризик; $N_E(t)$ - број антропогених еколошких катастрофа и природних несрећа у јединици времена t ; E - број потенцијалних извора еколошких катастрофа на посматраној територији.

Економски ризик је одређен односом користи и штета које су последица одређене врсте делатности друштва:

$$R_E = \frac{S}{K} \cdot 100 \quad (5.10)$$

где је: R_E - економски ризик; S - штета; K - корист (добит).

Класификација извора опасности и нивоа ризика од смрти човека, приказана је у табели 5.3 (Акимов В. А. и др., 2002.).

Табела 5.3. Класификација извора и нивоа ризика од смрти човека у индустријски развијеним земљама (P - број смртних случајева људи⁻¹ година⁻¹)

Извор	Узроци	Средња вредност
Унутрашња средина човековог организма	Генетске и соматске болести, старење	$R_{cp} = (0,6 - 1) \cdot 10^{-2}$
Природна животна средина	Несрећни случајеви услед стихијских несрећа (земљотрес, урагани, поплаве и др.)	$R_{cp} = 1 \cdot 10^{-5}$ Поплаве $4 \cdot 10^{-5}$ Земљотреси $6 \cdot 10^{-5}$ Олује $6 \cdot 10^{-7}$ Урагани $3 \cdot 10^{-8}$
Техносфера	Несрећни случајеви у сва-кодневном животу, у саобраћају, болести услед загађења околине	$R_{cp} = 1 \cdot 10^{-3}$
Професионална делатност	Професионална обољења, несрећни случајеви у производњи (приликом обављања професионалне делатности)	Професионална делатност: Безбедна $R_{cp} < 10^{-4}$ Релативно безбедна $R_{cp} < 10^{-3} - 10^{-2}$ Нарочито опасна $R_{cp} > 10^{-2}$
Социјална средина	Самоубиства, самоповређивање, преступи, ратна дејства итд.	$R_{cp} = (0,5 - 1,5) \cdot 10^{-4}$

Неопходно је истаћи да је однос према ризику различит на различитим етапама развоја цивилизације.

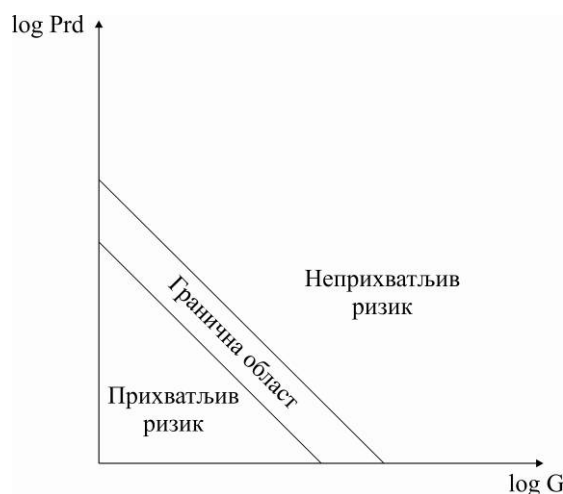
5.4. ПРИХВАТЉИВОСТ РИЗИКА

Дефинисање нивоа ризика није увек једноставно јер он зависи од низа фактора. Једна од дефиниција границе ризика је подела на прихватљив и неприхватљив ризик. Прихватљив је онај ризик којим се може управљати под одређеним условима.

У координатном систему чије осе одговарају логаритамској размери вероватноће ризичног догађаја (ордината) и очекиване величине губитка (апсциса), ова граница је права линија константе очекиване вредности ризика, односно област између две праве линије константних мера ризика.

На слици 5.3 дат је приказ Фармеровог дијаграма у коме су дате одређене границе прихватљивог и неприхватљивог ризика.

Привредни субјекти имају моралну, законску и финансијску обавезу да ограниче ризик у својим производним погонима. Без обзира који су потенцијално угрожени тим ризиком, запослени у фирми или околно становништво, они не смеју бити изложени већем ризику од оног који је морално прихватљив. Поред ризика којима су изложени људи, мора се узети у обзир ризик угрожавања околине, као и ризик угрожавања имовине и пословања.



Слика 5.3. Фармеров дијаграм

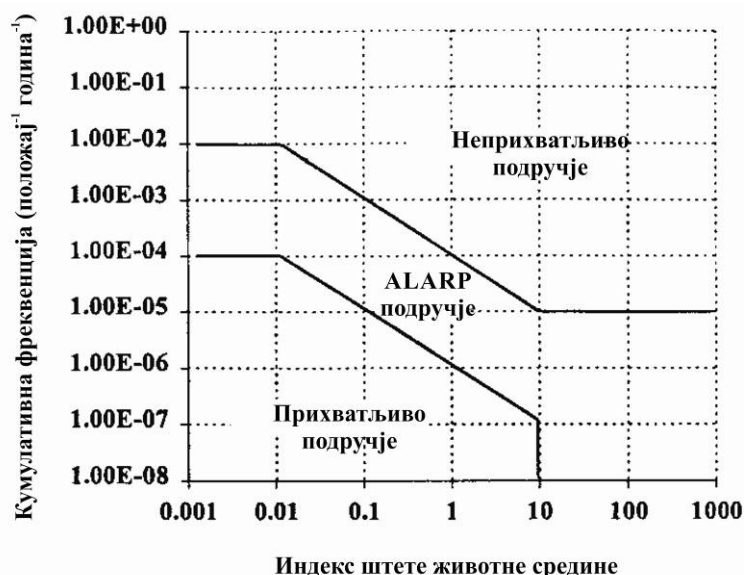
У неким земљама нивои прихватљивог ризика су законом прописани, док су у другим, као на пример САД нивои прихватљивог ризика препуштени самим привредним субјектима да их одреде. Привредни субјекти - фирме, морају да уравнотеже своје законске и моралне обавезе (одговорности), са одговорношћу за своје финансијско пословање. Ако се потроше велика средства на пројекте редукације ризика, чија је цена у великој диспропорцији са ефектима, угрозиће се конкурентност фирме на тржишту. Утврђивање који је ниво ризика прихватљив унутар једне фирме, може бити тежак задатак и изазов. Трансформација моралних, законских и финансијских критеријума у мерљиве величине прихватљивог ризика, је увек резултат субјективне процене.

Треба максимирати очекивану добит од инвестиције, али при том не изложити никога (раднике, околно становништво) прекомерном порасту ризика. Овај метод је проучаван

од британске агенције *HCE* ("*Healt and Safety Executive*") под појмом прихватљивог ризика који је део смерница *ALARP* (*As Low As Reasonaly Practicable*).

Према *ALARP* принципу постоји област величина ризика у којој је редукција оправдана. Најбољи начин да се покаже да ли је једна редукција ризика економски оправдана, је израчунати однос добитка (однос умањења губитка) и трошкова преко финансијских показатеља. Ако је овај однос већи од јединице, пројекат је економски оправдан. Добици једног пројекта редукције ризика су у општем случају сума умањења вероватноћа следећих тешких последица: оштећење и уништење имовине; губици у производњи услед прекида рада погона; загађење околине; повреда радника и околног становништва; погибије радника и околног становништва.

Развој критеријума за процену штете у животној средини од операција из индустријских процеса, омогућава да јавност има увид у ове ризике. Ово укључује развој критеријума за процену прихватљивости ризика од оштећења животне средине, посебно због великих несрећа. Могућ скуп критеријума прихватања ризика односи се на учесталост инцидената загађења и њихов укупни ниво штете (Слика 5.4).



Слика 5.4. Критеријуми прихватљивости ризика у животној средини због акцидентних загађења

На слици 5.4 се уочавају три подручја ризика: подручје прихватљивог ризика, *ALARP* подручје и подручје неприхватљивог ризика. У *ALARP* подручју су ризици прихватљиви само у случају да је њихова редукција нереална, односно да улагања у редукцију ризика далеко превазилазе постигнуто повећање безбедности.

5.5. ДОСАДАШЊА ИСТРАЖИВАЊА ПРОЦЕНЕ РИЗИКА ОД УДЕСА

Научници који се баве проблемима заштите животне средине и доносиоци одлука суочени су са бројним и разноврсним еколошким проблемима: глобалне промене климе, губитак природних станишта и биодиверзитета, киселе кише, уништења станишта, као и ефекти хемикалија на еколошке системе. Присуство ових, а и нових проблема, нагласило је потребу за флексибилним решавањем проблема помоћу приступа који повезује еколошка мерења и податке са одлукама менаџера за заштиту

животне средине. Од 1980-их процена еколошког ризика укључује наведене еколошке проблеме, а отворена је и за нове. То је све више начин којим се интегришу наука, политика и менаџмент са циљем решавања овог широког спектра еколошких проблема (CENR, 1999).

Процена еколошког ризика је флексибилан процес за организовање и анализу података, претпоставки, и неизвесности да се процени вероватноћа појаве нежељених еколошких ефеката који су се могли десити или се могу јавити као резултат излагања једном или већем броју стресора који су у вези са људским активностима (Lackey, 1994; Cuter, 1993; Cuter et al, 2000, USEPA, 1997, 1998). Стресори могу бити хемијски (нпр. токсична или опасна једињења), физички (нпр. уништења станишта) или биолошки (на пример, истребљење врста, губитак плена итд.).

Предности процене еколошког ризика су:

- пружа оквир за прикупљање података и оцењивање њихове довољности за доношење одлука и
- препознаје, разматра и документује неизвесности при оцени нежељених дејстава стресора (због сложене природе екосистема, неизвесност је увек присутна) (Chapman и Vang, 2000).

Процена еколошког ризика је процес који оцењује вероватноћу да се неповољни еколошки ефекти могу јавити као последица изложености стресорима, једном или више. Процес систематски организује податке, информације, претпоставке, како да би се боље разумели и предвидели односи између стресора и еколошких ефеката, на начин који је користан за доношење еколошких одлука. Процена може да подразумева хемијске, физичке и биолошке стресоре. Опис вероватноће нежељених ефеката креће се од квалитативне оцене до квантитативних могућности. Боље је квалитативно доношење закључака и укључење фактора неизвесности, него да се они игноришу, зато што их није лако разумети или проценити.

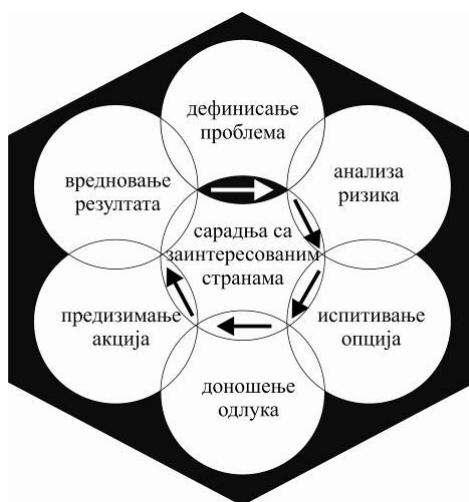
Процена еколошког ризика може да се користи за предвиђање вероватноћа настанка будућих негативних ефеката (потенцијална процена) или процене вероватноћа када су ефекти изазвани услед претходне изложености стресорима (ретроспективна процена). У многим случајевима, оба приступа су укључена у једну процену ризика. Комбиновање ретроспективне и потенцијалне процене ризика типично је у ситуацијама где екосистеми имају претходну историју утицаја и потенцијалних будућих ефеката из више хемијских, физичких или биолошких стресора.

Здрава животна средина и људско здравље су блиско повезани. Здраве екосистеми су од кључног значаја за опстанак и здравље људи. Људи су зависни од њих у многим стварима, укључујући и материјална добра (попут хране, грађевинског материјала итд.), као и рекреативне и духовне потребе. Многи еколошки проблеми, као што су глобалне климатске промене и активна контаминација структуре хормона, представљају нераздвојну комбинацију еколошког и здравственог ризика.

Како је потребно штитити истовремено еколошко стање и људско здравље, процена еколошких ризика би требало да буде употпуњена проценом здравственог ризика код људи. Препознавање важности директне заштите екосистема, посредно, кроз предузете мере, представља заштиту и начин да се побољша здравље људи. Иако се технике за процену еколошког ризика донекле разликују од оних за процену здравственог ризика људи, општи процес процене еколошког ризика је дизајниран тако да уз одређене допуне буде довољно флексибилан да обухвати оба.

Степен здравственог ризика се може утврдити на један од два начина. Неки ризици могу се мерити директно посматрајући обрасце учесталости болести у људској популацији. Осим тога, ризици могу бити израчунати индиректно, процењујући теоријски ниво експозиције људи и потенцијалне тежине здравствених ефеката предвиђених експерименталним истраживањем. Здравствени ризик због ниског нивоа излагања опасностима најчешће се одређује индиректним методом, јер нема довољно доследан и поуздан доказ мерљивих ефеката на здравље људске популације изложене ниским нивоима опасности у животној средини. Нажалост, ризици због ниског нивоа изложености су теоретске калкулације, а не посматране чињенице. Управо због тога оцена ризика и одлуке управљања ризиком су веома тешки и важни јер се ризик од настанка болести или смрти јавља у свакодневном животу због многих потенцијалних извора: физички ризици због несрећа и насиља, здравствени ризик због инфективних микроорганизама и загађивача животне средине или медицински ризици услед негативних ефеката фармацеутских лекова и медицинских уређаја.

Процена еколошког ризика је процес који се базира на два главна елемента: карактеризација ефеката и карактеризација излагања. На основу њих процес оцењивања ризика спроводи се у три фазе: формулација проблема, анализа и карактеризација ризика. Поред три главна корака, у процесу процене ризика и ризик менаџменту, такође, могу постојати једна или више прелиминарних фаза које могу бити: покретање процеса-иницирање, припремна анализа расположивих научно-техничких информација-индентификација ризика, вредновање ризика, контрола ризика, примена и акција-мониторинг (праћење) у циљу смањења ризика и комуникација о ризику са заинтересованим странама (Слика 5.5).



Слика 5.5. Кораци процеса оцењивања ризика и ризик менаџмент
(www.riskworld.com)

Иако су бројне земље које имају развијен или законом или процедурално уређен приступ у процени ризика, само неколико земаља има развијена и објављена документа формалних смерница за процену еколошког ризика. Та документа формалних смерница су специфична за законодавне оквире у појединим земљама. У даљем тексту ће бити приказан развој методологија за процену ризика у САД, Канади, Европској унији, Аустралији, Новом Зеланду и Јужној Африци. Посебно ће бити приказана методологија Америчке агенције за заштиту животне средине (*US Environmental Protection Agency - USEPA*).

5.5.1. Сједињене Америчке Државе

У Сједињеним Америчким Државама коришћење еколошких информација у доношењу еколошких одлука полако се проширило од 1980-тих. Тих година уочени су и значај процене ризика и значај еколошког утицаја на политичке одлуке (*Cuter* и др., 2003.). Тада су почеле да се развијају и формалне процедуре за процену утицаја на животну средину (*Beanlands* и *Duinker*, 1983; *CEK*, 1986) и оцењивање утицаја хемикалија. До касних 1980-их, настанак и стандардизација алата и метода за спровођење поступка процене еколошког ризика већ су започети (*Bascietto* и сар., 1990.), али су значајне разлике између приступа за оцењивање еколошких опасности и ризика на људско здравље. Аналогно појави процене ризика за људско здравље, претпостављено је да еколошке процене ризика такође треба да процене вероватноће јасно дефинисаних ефеката. Ове две претпоставке воде развоју и објављивању скупа методе вероватноће за процену ризика организама, популација и екосистема (*Cuter* и др., 2003.).

Затим, 1983. године Национални истраживачки центар (*National Research Centre – NRC*) у свом извештају под називом „Црвена књига“, дефинише процену ризика као процену „вероватноће да негативан утицај може настати као резултат неких људских активности“ (*NRC*, 1983). Препоручен је развој процена за нељудске или еколошке тачке и такође сугерисано да би требало да оцењивање ризика не буде само процена вероватноће јасно дефинисаних ефеката, већ такође да треба пратити стандардни методолошки приступ на основу експлицитног оквира (*NRC*, 1983; *Cuter et al*, 2003., *USEPA*, 2004a).

Настављајући ова истраживања *USEPA* је завршила свој оквир за процену еколошког ризика 1992, детаљно описујући процес и показујући како би се могао применити на широк спектар ситуација. Надограђујући овај оквир, *USEPA* је 1998. дефинисала смернице за процену еколошке опасности наглашавајући важност процеса планирања процене који укључује дискусију између процењивача, менаџера и заинтересованих страна. Такође су разматране људске димензије у планирању и спровођењу процене еколошких ризика (*Barton*, 1998; *Kuper*, 1998).

5.5.2. Канада

Канадски Закон о заштити животне средине из 1999. обезбеђује законодавни оквир који се бави токсичним супстанцама у животној средини. Према овом закону, процене еколошког ризика се спроводе у животној средини Канаде са циљем да се утврди да ли је супстанца „отровна“ као што је дефинисано Законом и да обезбеди научну подршку за одлучивање. Министарство здравља спроводи посебне процене здравственог ризика. Резултати процене се обично објављују у једном утврђеном извештају о процени (*Taylor* и *Chenier*, 2003). Овај извештај је преглед метода процене еколошког ризика и препоручује приступ промовисању доследности у процени и ремедијацији локација у Канади. Његове компоненте су процене излагања, карактеризација рецептора, процена опасности и карактеризација ризика. Предложен је приступ у три нивоа, тако да *I* ниво укључује скрининг и карактеризацију од једноставних квалитативних до компаративних метода, *II* ниво описује извођење семи-квантитативних података, са нагласком на повећано прикупљање података и приоритетних питања утврђених проценом на *I* нивоу, и *III* ниво се фокусира на коришћење података специфичних подручја и моделирање квантитативних процена о одговорима комплексних екосистема. Хронични ефекти, интеракције између хемикалија, и нивои студије

екосистема обухваћени су у овој процени. Систем је компатибилан са америчким приступом, с обзиром да у њему није посебно истакнута америчка регулатива.

5.5.3. Европска Унија

У оквиру промена у регулативи, индустријске хемикалије у Европској унији морају да буду тестиране и декларисане пре него што се понуде на тржишту. У Унији, језгро политике управљања хемикалијама представља Интегрисани систем за Регистрацију, Процену и Ауторизацију хемикалија (*Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of CHemicals - REACH*). *REACH* обавезује фирме које производе, увозе и користе хемикалија на финансирање процене ризика који произилазе из употребе ове хемикалије. То захтева да се генеришу нови тест подаци у оправданим случајевима, да се врши размена резултата испитивања како би се смањило тестирање животиња, регистрацију информација о својствима, коришћењу и безбедном коришћењу хемикалија, као и мерама које треба предузети да би се управљало сваким идентификованим ризиком. Овакав приступ, уклањањем трошкова доказа за стављање хемикалија у промет и пласманом новца у производњу хемикалија, одражава прелазак са ризика на менаџмент безбедности. Одлуке ће бити засноване и на процени ризика и разматрању других социо-економских фактора.

REACH је ново законодавство у Европској заједници (ЕЗ) на подручју хемикалија. Објављен је као Уредба (*Regulation EC No. 1907/2006*), што значи да је то документ са законском снагом и аутоматски се примењује у свим земљама чланицама. *REACH* је заменио пријашњи мањкави систем који је био скуп различитих директива и регулатива развијаних још од 1967.године. За усвајање *REACH*, у великој су мери заслужни и скандали са загађењима хемикалијама те немогућност превентивног деловања у оквиру предходног система. *REACH* регулатива ступила је на снагу 01.06.2007. године, чиме се успоставља један сасвим нови приступ у контроли производње, увоза и употребе хемикалија у Европској унији.

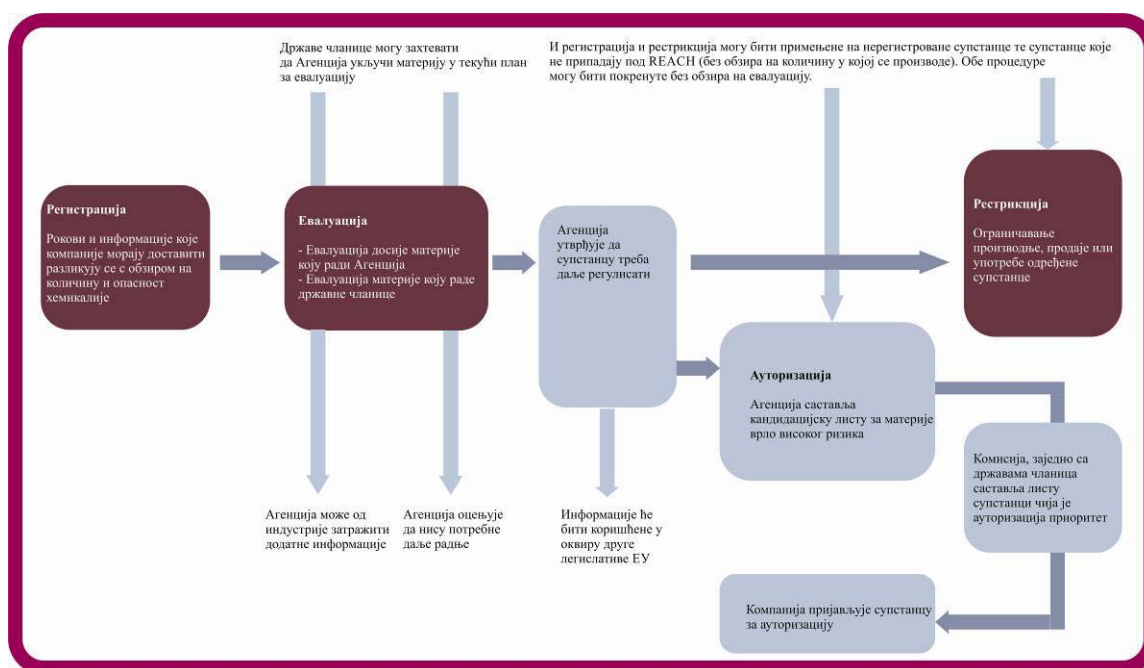
REACH је утврдио четири кључне процедуре у управљању хемикалијама; регистрацију, евалуацију, ауторизацију и рестрикцију хемикалија (на енглеском *Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals* – отуда и скраћеница *REACH*) (Слика 5.6):

- **Регистрација** основних информација о супстанцама произведеним или увезеним у ЕУ у количини већој од 1 тоне по произвођачу, односно увознику годишње, захтева се од свих произвођача (односно увозника).
- **Евалуација** регистрираних (и других) информација од стране Европске агенције за хемикалије и власти земаља чланица како би се утврдиле опасности и ризици.
- **Ауторизација** је обавезна за супстанце врло високог ризика, а у одређеним случајевима тражи се и њихова замена сигурнијим алтернативама.
- **Рестрикција** употребе хемикалија с опасним својствима.

Највећу одговорност за сигурност хемикалија *REACH* ставља на произвођаче, односно увознике који требају пружити информације о сигурности и утицају на здравље хемикалија које производе, односно пушта на тржиште. Пре *REACH*, обавеза пружања доказа о штетности неке хемикалије за околину, односно здравље била је на владама. Владе су морале доказати штетност одређене хемикалије пре него би могле ограничити њихову употребу. *REACH* примењује начело „нема података, нема приступа тржишту“ које захтева од индустрије да пружи податке о сигурности и утицају на здравље

хемикалија које желе продавати у Европи (без обзира јесу ли већ у продаји или се тек намеравају почети продавати) и да покаже како се могу сигурно користити.

Регистрација захтева од произвођача и увозника да пружи специфичне податке о својим супстанцама и да користе те податке како би се њима управљало на сигуран начин. Постоји обавеза произвођача и увозника да Агенцији доставе регистрацијски досије за сваку супстанцу која се производи или увози у количинама већим од 1 тоне на годину. За хемикалије које се производе или увозе у количинама већим од 10 тона на годину тражи се Процена сигурности хемикалије и Извештај о сигурности хемикалије. Уколико се супстанце не региструје, не може се производити, увозити или пуштати на тржиште *EU*. *REACH* омогућује поступно увођење у систем у року од 11 година у којем ће се регистровати и хемикалије које су произведене или пуштене на тржиште пре 1981. То значи да многе супстанце које потпадају под *REACH* неће бити регистроване до 2018. године.



Слика 5.6. Преглед процедура које прописује *REACH*

У сврху регулације материје у производима, *REACH* уредба прави разлику између две врсте производа.

- производи који садрже материје које би се из њих требале отпуштати,
- производи у којима су присутне материје врло високог ризика.

REACH захтева регистрацију материје садржаних у појединим артиклима, а које би се из њих требале отпуштати у нормалним и разумно предвидивим условима (на пример, мирисне свеће). Ове материје требају бити регистроване ако су садржане у производима у количинама већим од 1 тоне годишње по произвођачу, односно увознику.

Уколико су материје од врло високог ризика присутне у производу у концентрацији која прелази одређену граничну вредност, *REACH* захтева да о томе буде обавештена Агенција, осим када је могуће избећи изложеност људи и животиња супстанци током

нормалних услова употребе, што укључује и одлагање отпада. У тим случајевима треба обезбедити упутства за сигурно руковање и пружање информација на захтев купца.

У Великој Британији процена ризика игра кључну улогу у одлучивању о заштити животне средине (Polard, 2002.). Одељење за животну средину, храну и руралне послове (DEFRA) и Агенција за заштиту животне средине развили су смернице које су поставиле неке основне принципе за процену и управљање ризицима у животној средини који се препоручују за све јавне намене процене ризика. Ове смернице не дају детаљно прописана упутства, већ описују опште принципе и презентују студије случаја да покажу како процене ризика по животну средину и управљање процесима могу да се примене у широком спектру активности.

5.5.4. Аустралија

Почетком 1999 године Национални савет за заштиту животне средине објавио је Националне мере за заштиту животне средине (*National Environmental Protection Measures - NEPM*) и Изјаву о утицају за процену контаминираних подручја (AG 1999). NEPM предлаже широки приступ управљања контаминираним подручјима. Садржи неколико смерница, укључујући и посебне методологије за процену здравственог и еколошког ризика. Смернице за процену еколошког ризика описују оквир за процену еколошког ризика за хемијски контаминирана земљишта. Оне наводе три нивоа процене, што је сагласно у својој најширој форми са другим предложеним методологијама. Садрже свеобухватне техничке смернице за покретање и вођење процене еколошког ризика, значај и извођење својстава земљишта и еколошке вредности специфичних подручја, захтеване податке и управљање резултатима ризика. Њихова главна ограничења су што се првенствено фокусирају на изложеност контаминираног земљишта само преко врста које живе на или посећују подручје, изложеност изван подручја, али се о утицајима не говори ни у једном детаљу.

5.5.5. Нови Зеланд

Влада Новог Зеланда има политички циљ чишћења контаминираних локација за смањење ризика од хемијских стресора на животну средину, људе и привреду. Приступ Новог Зеланда за управљање стварним и потенцијалним нежељеним ефектима загађивача животне средине потиче из Закона о управљању ресурсима (*RMA*) из 1991. и Закона о опасним материјама и новим организмима (*HSNO*) из 1996, са имплементацијом кроз стратегију E201.0 из 1994 и специфичних упутстава о управљању контаминираним локацијама. Овај приступ је широко подржан кроз развој неколико смерница које нису прописане законом (*ANZECC*, 1992a; *NZG*, 1993, 1996). Ови документи се фокусирају на заштити људског здравља у оквиру различитих подешавања коришћења земљишта, са малим нагласком који је стављен на процене еколошког ризика. Критеријуми за заштиту водених екосистема су у *ANZECC* Смерницама за квалитет воде (*ANZECC*, 1992b), међутим, у овим упутствима није дата основа за свеобухватне екотоксиколошке или фитотоксиколошке критеријуме. Ове смернице су обезбедиле сет алата за процену и управљање квалитетом воде у природним и полу-природним водним ресурсима. Смернице нису обавезне, али дају препоруке за вођење праксе и формулисање политике (видети такође: <http://contamsites.landcareresearch.co.nz/>).

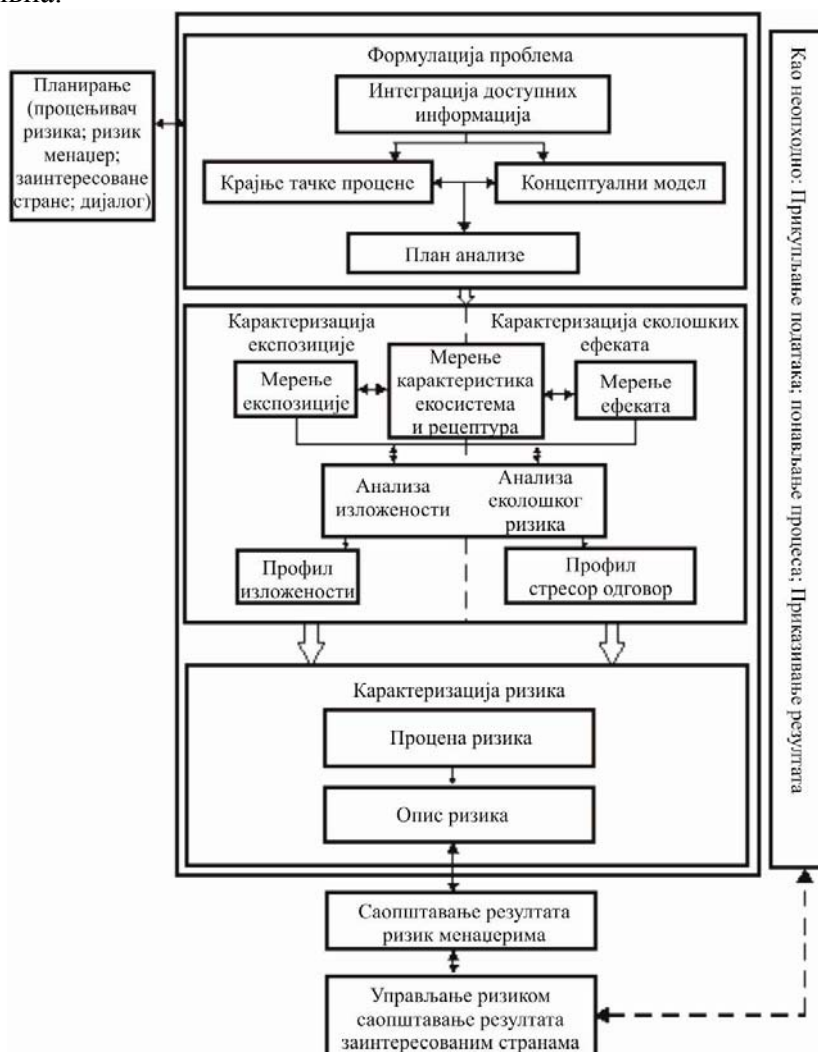
5.5.6. Јужна Африка

Јужна Африка је развила формалне смернице за процену еколошког ризика, по узору на оквир који користи *US EPA*. Њихов приступ подразумева три формалне фазе: прво план процене, затим анализирање и описивање ризика, а онда следи дискусија између процењивача ризика и менаџера ризика, који, опет, комуницирају са заинтересованим странама (*Claassen et al.* 2001a, b).

5.6. US EPA ОКВИР ЗА ПРОЦЕНУ ЕКОЛОШКОГ РИЗИКА

Опасностима хемијских удеса су превасходно изложени људи и остали живи свет животне средине. Због тога је Светска Здравствена организација предложила адаптацију *US EPA* оквир као заједнички оквир за процене здравственог и еколошког ризика [140]. Стога ће надаље у раду детаљније бити обрађена његова структура.

Процес процене еколошког ризика обухвата три фазе: формулација проблема, анализа ризика и карактеризација ризика (Слика 5.7). Иако су формулација проблема, анализа и карактеризација ризика представљени секвенцијално, процена еколошког ризика је често итеративна.



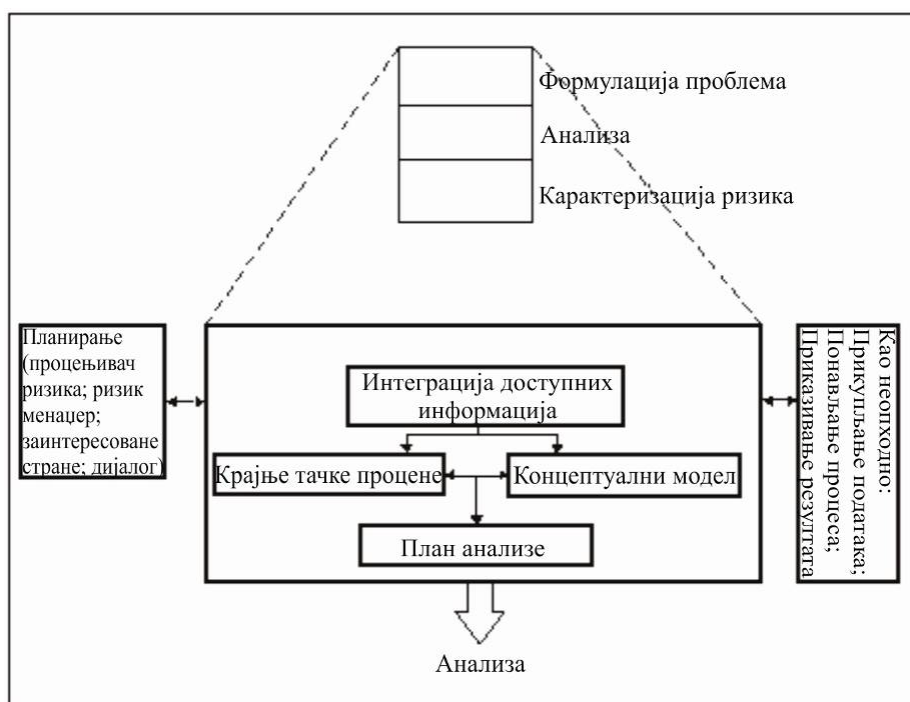
Слика 5.7. Дијаграм процеса процене еколошког ризика (*US EPA*, 1992)
(oaspub.epa.gov/eims/eimscomm.getfile?p_download_id=36512)

Оно што се добије током анализе и карактеризације ризика може довести до поновне оцене формулације проблема или прикупљања нових података и анализа. Такође је успостављена интеракција између процењивача ризика, менаџера ризика и других заинтересованих страна. Посебно је истакнуто планирање као подручје утврђивања сврхе, циљева и расположивих средстава за обављање поступка процене ризика.

5.6.1. Формулација проблема

Формулација проблема обухвата развој крајњих тачка процене, концептуалних модела (са хипотезама ризика) и плана анализе. Крајње тачке су вредни еколошки ентитети и атрибути ентитета, који су важни за заштиту и потенцијално су у опасности (*USEPA*, 2003). Концептуални модели илуструју међуодносе између људских активности (антропогених извора стресора), путање излагања, еколошких ефеката и процењених крајњих тачака (тј. еколошких рецептора). Хипотезе ризика намећу потенцијално тестиране интеракције између процењених крајњих тачака и стресора. План анализе оправдава и шта ће бити укључено и шта неће бити укључено у процену, описује податке и мере које се користе у процени, и показује како ће ови подаци бити тумачени у односу на процену ризика (*CENR*, 1999).

Формулација проблема је процес генерисања и вредновања хипотезе о томе зашто је дошло односно зашто може доћи до еколошких ефекта због дејства људских активности. Она пружа основу за целокупно оцењивање еколошког ризика. У оквиру Формулације проблема дефинишу се: крајње тачке процене, (2) концептуални модел и (3) план анализе (Слика 5.8).



Слика 5.8. Фаза формулације проблема
(oaspyb.epa.gov/eims/eimscomm.getfile?p_download_id=36512)

Информације. Формулација проблема се заснива на расположивим информацијама о изворима стресора и њиховим карактеристикама, могућности излагања, карактеристикама потенцијалног ризика у екосистемима, и интегрисаности еколошких ефеката.

Интеграција расположивих информација је итеративни процес који се нормално јавља током формулације проблема. Почетне оцене често обезбеђују основу за генерисање концептуалног модела или прелиминарне крајње тачке процене, који заузврат могу довести процењивача ризика на истраживање друге врсте расположивих информација које претходно нису уочене као потребне. Квалитет и квантитет информација одређује ток формулације проблема. Код формулације проблема, процењивач ризика узима у обзир оно што је познато и оно што није познато о проблему и даје његове поставке. Сваки резултат формулације проблема садржи неизвесност. Изричит третман неизвесности током формулације проблема је нарочито важан јер ће имати последице на остатак оцењивања.

Крајње тачке процене. Крајња тачка процене је експлицитни израз стварних вредности животне средине које су заштићене, дефинисане еколошким ентитетом и његовим атрибутима. Три главна критеријума која се користе да би изабрали еколошке вредности које могу бити погодне за крајњу тачку процене су:

- еколошка релевантност-еколошки значај,
- осетљивост на познате или потенцијалне стресоре и
- значај циљева управљања.

Из овога следи да су еколошки значај и осетљивост, који су од суштинског значаја за избор крајње тачке процене, научно оправдани. Међутим, да би повећали вероватноћу да ће оцена ризика користити за одлуке управљања, крајње тачке процене су ефикасније када одражавају друштвене вредности и циљеве управљања.

Еколошки значај крајње тачке одражава значајне карактеристике система и функционалну повезаност са другим крајњим тачкама (*US EPA*, 1992). Еколошки значај крајње тачке често помаже одржавању природне структуре, функције и биодиверзитета у екосистему или његових компоненти. Оне могу да укључе основну храну (нпр. примарна производња), да обезбеђују станишта (нпр. за храну или репродукцију), да промовишу обнављање критичних ресурса (нпр. декомпозицију или кружење материје) или да одражавају структуру заједнице, екосистема или предела (нпр. разноликост врста или мозаик станишта).

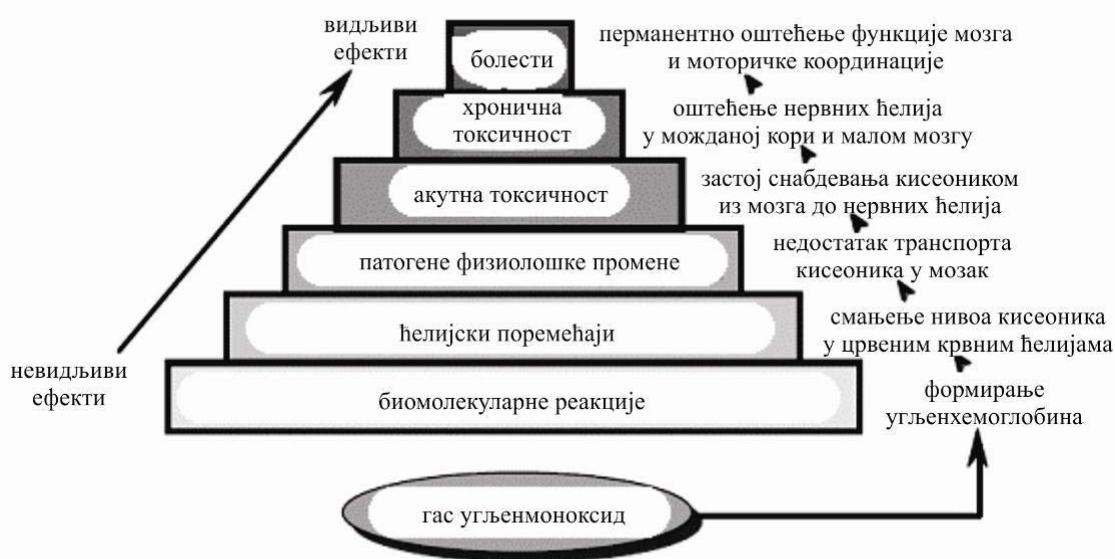
Осетљивост се односи на то како еколошки ентитет зависи од одређеног стресора. Осетљивост је у директној вези са начином деловања стресора (нпр. хемијска осетљивост је под утицајем индивидуалне физиологије и метаболичких путева). Осетљивост је такође под утицајем животних карактеристика појединца и заједнице. Осетљивост може бити повезана са фазом живота када је организам изложен стресору. Излагање је други кључни фактор у осетљивости. Излагање може значити ко-појава, контакт или одсуство контакта, у зависности од стресора и крајње тачке процене. Нежељени ефекти појединих стресора могу бити важни у једном делу животног циклуса организма, као што је у раном развоју и репродукцији. Они могу бити резултат излагања стресорима или одсуства неопходних ресурса током критичне фазе живота. Експозиција се може десити на једном месту или тренутку, али ефекти можда не могу бити опажени све до другог места или времена. И животне карактеристике и околности експозиције утичу на осетљивост у овом случају. Одложено дејство стресора и више излагања повећавају комплексност оцене осетљивости.

Јасно дефинисане крајње тачке процене обезбеђују правац и границе за оцену ризика и могу минимизирати недостатак комуникације и смањити несигурност; али где су лоше дефинисане, неприкладне или нетачне, оне могу бити веома проблематичне. Крајње тачке могу бити превише широке, нејасне или уске или могу бити неприкладне за

екосистеме који захтевају заштиту. Коначно, крајње тачке процене не могу да представљају екосистем у опасности.

Критична крајња тачка се дефинише као патолошки ефекат повезан са осетљивим исходом који је статистички одређен или исходом који се сматра најрелевантнијим за људско здравље. Здравствени ефекти се могу описати или као акутни ефекти (који произилази из краткорочних експозиција) или као хронични ефекти (који произилази из дуготрајне изложености), а ови ефекти могу бити или реверзибилни или иреверзибилни. Крајње тачке најчешће признате од стране процењивача ризика су оне токсичне реакције које резултирају озбиљне, хроничне, неповратне здравствене ефекте. Видљива токсичност органа се може лако открити и описати, али такве крајње тачке су само манифестација суптилније патолошке промене које се дешавају на нивоу основне физиолошке организације унутар тела.

Такве промене су понекад заступљене као „пирамида ефеката“ (Слика 5.9), где сметње у основним биохемијским нивоима ћелијске организације на крају доводе до значајне промене у вишим физиолошким функцијама система органа. Токсични ефекти могу путовати на горе кроз пирамиду ефеката као низ веза узрок-и-ефекат, напредујући са нижих нивоа организације на виши ниво. Понекад ће патолошки ефекат постати умањен због способности тела да компензује физиолошке благе стресоре, али понекад ефекат постаје још израженији, због прогресивног појачања озбиљнијих физиолошких поремећаја изазваних токсичном материјом.



Слика 5.9. Пирамида ефеката на примеру тровања угљенмоноксидом
(www.irr-neram.ca/pdf_files/primer/fyll_primer.pdf)

Често је тешко направити јасну разлику између нема-уоченог-ефекта, *NOEL*, који могу бити повезани са штетним ефектима, и нема-уоченог-штетног-ефекта, *NOAEL*, који су дефинитивно повезани са патолошким ефектима. Поред основне критичне крајње тачке, понекад је потребно да се идентификују алтернативне крајње тачке које представљају под-патолошке промене које, иако нису штетне саме по себи, могу евентуално да убрзају видљиве болести.

Одређене смернице које се користе у сврху идентификације ризика, доступне су за следеће критичне крајње тачке: токсичност нервног система, репродуктивна токсичност, токсичност развоја, мутагени ефекти и канцерогени ефекти.

Концептуални модели. Концептуални модели за оцењивање еколошког ризика засновани су на информацијама о стресорима, потенцијалном излагању и предвиђеним ефектима на еколошки ентитет (крајње тачке процене). Процес израде концептуалног модела помаже идентификацији непознатих елемената. Сложеност концептуалних модела зависи од комплексности проблема: броја стресора, броја крајњих тачака процене, природе ефеката и карактеристика екосистема. За један стресор и једну крајњу тачку процене, концептуални модели могу бити једноставни.

Концептуални модел чине:

- скуп хипотеза ризика које описују предвиђене односе између стресора, излагања, и одговора крајње тачке процене, уз образложење за њихову селекцију;
- дијаграм који илуструје односе представљене у хипотезама ризика.

Хипотезе ризика су одређене претпоставке о потенцијалном ризику за крајње тачке процене и могу бити засноване на теорији и логици, емпиријским подацима, математичким моделима или моделима вероватноће. Оне су формулисане помоћу комбинација професионалног расуђивања и доступних информација о ризику екосистема, потенцијалних извора стресора, карактеристика стресора и примећених или предвиђених еколошких ефеката на изабрану или потенцијалну крајњу тачку процене.

Иако су хипотезе ризика вредне чак и када је информација ограничена, количина и квалитет података и информација утицаће на специфичност и ниво неизвесности у вези са хипотезама ризика и концептуалним моделом који оне формирају. Хипотезе могу бити систематски процењене или коришћењем расположивих података за време фазе анализе или прикупљањем нових података пре него што се настави са проценом ризика. Хипотезе постављају оквир за коришћење података за процену функционалних односа (нпр. крива стресор-одговор).

Дијаграми концептуалног модела су визуелна представа хипотеза ризика. Они су корисни алати за јасну и сажету комуникацију важних путева и могу се користити за стварање нових питања о везама које помажу формулисању вероватних хипотеза ризика. Типични дијаграми концептуалног модела су дијаграми тока који садрже поља и стрелице за илустрацију односа. Развој концептуалног модела сматра се једним од најважнијих извора неизвесности у оцени ризика. Неизвесност произилази из недостатка знања о томе како функционише екосистем, неуспеха да се идентификује међуоднос временских и просторних параметара, изостављања стресора, односно необраћања пажње на секундарне ефекте.

План анализе. План анализе је завршна фаза у формулацији проблема. Током планирања анализе, хипотезе ризика се процењују да се утврди колико њих ће бити процењено уз коришћење доступних и нових података. План садржи разграничења о изгледу процене, потребним подацима, мерењима и методама за обављање фазе анализе у процени ризика.

Коначни избор односа који може бити спроведен у анализи заснива се на снази познатог односа између стресора и ефеката, потпуности о познатим путевима излагања, као и квалитету и доступности података. Приступ процене ризика по фазама, или нивоима може олакшати доношење управљачких одлука у случајевима који укључују минималне скупове података. Међутим, где има неколико доступних података, препорука за ново прикупљање података треба да буде део плана анализе.

Крајње тачке процене и концептуални модели помажу процењивачу ризика да идентификује мерљиве атрибуте, да квантификује и предвиди промене. Постоје три врсте мера.

Мере утицаја (ефеката) су мерљиве промене у атрибуту крајње тачке процене или њихове замене (сурогата) у одговору на стресор којем је он изложен (раније мерење крајњих тачака).

Мере излагања (експозиције) су мере постојања стресора и кретања у животној средини и њихове ко-појаве и њихови контакти са крајњом тачком процене.

Мере карактеристике екосистема и рецептора су мере карактеристика екосистема које утичу на понашање и локацију ентитета изабраних као крајње тачке процене, дистрибуцију стресора и карактеристике крајње тачке процене или њених замена (сурогата) који могу утицати на излагање или одговор на стресоре.

Избор одговарајућих мера је посебно компликован када ће се вероватно појавити низ еколошких ефеката због стресора. У овим случајевима, ефекат на један ентитет (тј. мера ефекта) може постати стресор за друге еколошке ентитета (односно, постају мере експозиције) и може довести до утицаја на једну или више крајњих тачака процене.

План анализе обезбеђује кратак преглед мера које ће се користити за оцену хипотезе ризика.

Кроз формулацију проблема, појавиће се двосмислености, грешке и неспоразуми, што доприноси неизвесности. Кад год је могуће, ове изворе неизвесности треба елиминисати кроз боље планирање. Како све неизвесности не могу да се уклоне, описи природе неизвесности треба да буду сажети на крају формулације проблема.

5.6.2. Анализа

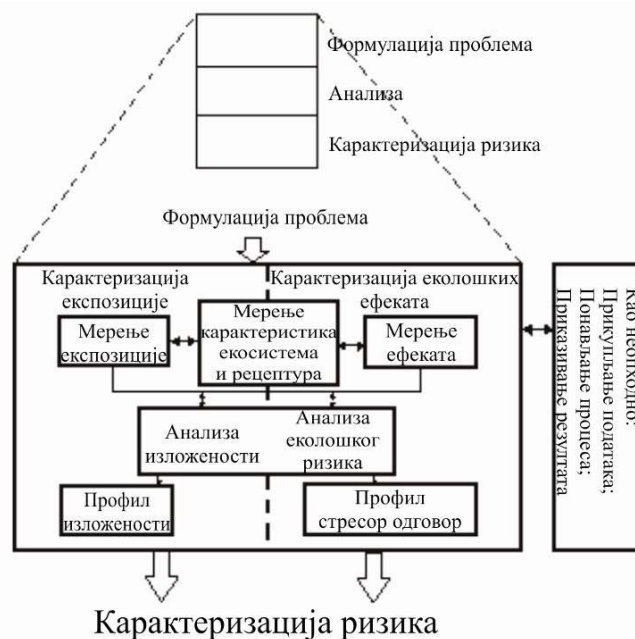
Ова фаза подразумева прикупљање и процену података ради утврђивања како изложеност стресорима који се вероватно јављају (тј. карактеризација излагања) може довести до нежељених ефеката (тј. карактеризација ефеката). Различите врсте информација, разне претпоставке и њихове неизвесности, као и различите врсте модела или шеме тумачења података могу бити потребни у овој фази. У карактеризацији излагања, анализе података описују извор(е) стресора, просторни и временски распоред стресора у окружењу, и контакт или ко-појаву стресора и еколошких рецептора. У карактеризацији еколошких ефеката, анализе података могу оценити однос стресор-одговор (на пример, доза-одговор) или доказ да изложеност стресору изазива приметан одговор (CENR, 1999). Циљ је да се обезбеде садржаји неопходни за одређивање или предвиђање еколошког одговора на стресор под условима излагање који су од интереса.

Током фазе анализе (Слика 5.10), процењивач ризика:

- бира податке који ће се користити на основу њихове корисности за оцену хипотезе ризика;
- разматра изложеност испитивањем извора стресора, дистрибуцију стресора кроз животну средину, као и обим ко-појаве или контакта;
- разматра испитивањем ефеката односе стресор-одговор, доказе за узрочности, и однос између мера ефеката (утицаја) и процене крајње тачке и
- резимира закључке о изложености и ефектима.

У случају да постоје секундарни стресори и ефекти, анализа излагања и ефеката се спроводи итеративно за различите еколошке ентитете, а могу се преплитати и тешко разликовати.

На почетку фазе анализе, процењивачи критички испитују податке и моделе да би били сигурни да они могу да се користе за процену концептуалних модела развијених у формулацији проблема. И лабораторијска и теренска истраживања (укључујући и подручје експеримената и истраживање посматрањем) могу дати корисне податке за оцену ризика. Због услова који се могу контролисати у лабораторијским истраживањима, одговори могу бити мање променљиви и са мање разлике тако да се лакше открију.



Слика 5.10. Фаза анализе

(oaspub.epa.gov/eims/eimscomm.getfile?p_download_id=36512)

Истраживања посматрањем терена (снимање, надзор, преглед терена) мере биолошке промене у неконтролисаним ситуацијама. Подаци са терена су од значајни за процене више стресора или одређених места где фактори значајно утичу на експозицију. Снимање терена је најкорисније за повезивање стресора са ефектима када се нивои стресора и ефеката мере истовремено. Присуство збуњујућих фактора може отежати проучавање карактеристика ефеката услед дејства специфичних стресора. Иако модели могу да буду развијени и коришћени као део процене ризика, понекад се процењивач ризика ослања раније развијен модел.

Докази за процену здравственог ризика не могу бити добијени из само неколико извора научних информација. Постоје два примарна извора доказа: *токсиколошка истраживања* која мере појаву штетних ефеката код лабораторијских животиња изложених одређеним нивоима стресора из животне средине и *епидемиолошка истраживања* која мере појаву болести у људским популацијама које су ненамерно изложене стресорима из животне средине.

Кад год је могуће, процес процене здравственог ризика покушава да комбинује све могуће изворе релевантних научних доказа о потенцијалним опасностима чинилаца животне средине. Поред главних налаза дугорочних истраживања токсичности и епидемиолошких налаза, постоје неколико типова доказа који дају подршку потенцијалним опасностима и то:

- физичко-хемијске особине - испитују однос структура-активност (*SAR*) хемикалије са њеним токсичним ефектима;
- фармакокинетске особине - описују обрасце биотрансформације и таложења хемикалија у телу;
- краткорочни тестови (*STT*) - тестови прегледа лабораторијске токсичности коришћењем ћелија сисара, ћелија биљака и инсеката или бактерија;
- *PBT* фактори - оцењују истрајности, биоакумулације и фактора токсичности за хемикалије.

На основу информација из свих релевантних научних истраживања, процењивач ризика покушава извући „закључак узрочности“ или привремени закључак, о односима између описаних опасних својстава појединих стресора животне средине и њихових потенцијалних токсиколошких ефеката на људско здравље.

Карактеризација изложености (експозиције). Карактеризација изложености описује потенцијалне или стварне контакте или ко-појаве стресора са рецепторима. Она се заснива на мерама излагања и карактеристикама екосистема и рецептора које се користе за анализу извора стресора, њихове дистрибуције у окружењу, као и обима и структуре контакта или ко-појаве. Циљ је да се произведе профил излагања који идентификује рецептор (тј. изложени еколошки ентитет), који описује ток стресора од извора до рецептора (односно, пут изложености) и описује интензитет и просторне и временске раз- мере ко-појава или контакта.

Први циљ анализе излагања је да се опише извор стресора. Извор се може дефинисати на два општа начина: као место одакле стресор потиче или је испуштен (нпр. димњак, контаминирани седименти) или као менаџмент пракса или акција која производи стресор. Анализа излагања може почети од извора, када је познат, може почети од поз- нате експозиције и покушаја да се повеже са изворима или може почети од познатог стресора и покушаја да се идентификује извор и квантификује контакт. Поред иден- тификације извора, процењивач испитује интензитет, време и место испуштања стресора. Локација извора и животна средина која прва прима стресор су два атрибута који заслужују посебну пажњу. За хемијски стресор, карактеризација извора такође треба да размотри да ли и друга једињења која емитује извор утичу на транспорт, трансформацију или био- расположивост стресора.

Карактеризација извора може бити посебно важна за увођење биолошких стресора, с обзиром да се многе стратегије за смањење ризика фокусирају на првом месту на спречавање уласка.

Други циљ анализе излагања је да се опишу просторне и временске дистрибуције стресора у окружењу. За хемијски стресор, процена обично почиње одређивањем медија у које може стресор да оде. Кључна разматрања су физичко-хемијска својстава као што су растворљивост и напон паре. Атрибути физичких стресора такође утичу на то где ће они ићи. Величина суспендоване честице одређује где ће на крају наћи депозит (у водотоку, на пример). Дисперзија биолошких стресора је описана на два начина, као дифузија и као нагла дисперзија (Симберлоф и Александар, 1994). За биолошке стресоре, процењивач треба да размотри додатне факторе за опстанак и репродукцију.

Трећи циљ је да се опише обим и структура ко-појаве или контакта између стресора и рецептора. За хемикалије, контакт се квантификује као количина хемикалије која је прогутана, удахнута или примењена на кожу (потенцијална доза). У свом најједноставнијем облику, квантификује се као концентрација у животној средини, са претпоставком да је хемикалија добро помешана или да се као организам креће

насумично кроз медиј. Три димензије треба узети у обзир при процени изложености: интензитет, време и простор. Интензитет је најпознатија димензија за хемијске и биолошке стресоре и може бити изражена као количина хемикалије са којом се контактира дневно или број патогених организама по јединици области. Временска димензија излагање има аспекате: трајање, учесталост и тајминг. Трајање се може изразити као време током којег се јавља експозиција, када је прекорачен праг интензитета или је интензитет интегрисан. Просторни обим је још једна димензија излагања. Он је најчешће изражен у погледу области (нпр. хектар покривеног станишта, квадрат на којем одређена хемикалија прелази дозвољени праг).

Профил изложености (експозиције): Профил изложености треба описати важећим путевима излагања. Ако излагање може да се деси кроз многе путеве, може бити корисно да се они рангирају. На пример, ако концентрација загађивача ваздуха у датом локалитету не може бити мерена систематским праћењем квалитета ваздуха, локалне концентрације загађујућих материја могу се проценити посматрајући изворе загађења и ветром донешене концентрације загађивача у ваздуху са других мониторинг локалитета, екстраполацијом ових мерљивих количина коришћењем компјутеризованог модела дисперзије. Иако су овакве технике моделовања релативно непрецизне за било који дати локалитет, често могу да пруже довољно информација о изложености да би процена ризика могла да буде изведена.

Већи део нашег дневног уноса загађивача животне средине долази из хране коју једемо. Упорни загађивачи животне средине могу да се акумулирају у вегетацији и житарицама које служе као храна домаћим животињама, при чему људи конзумирају ове контаминираних производе животињског порекла као што су месо, риба, млечни производи и јаја. Под претпоставком да становништво троши већину хране коју купују у продавницама и маркетима, узимањем узорака прехранбених производа може се извршити процена обима продаје разних производа путем малопродајних дистрибутера.

Процена изложености је основна компонента процеса процене ризика. Супстанце из животне средине којима су људи занемарљиво изложени, могу имати велики ефекат и тако вероватно представљати значајну опасност за здравље. Насупрот томе, стресори са релативно слаби карактеристикама „доза-одзив“ ипак представљају значајан ризик на здравље због изложености које су довољно високе или продужене тако да прелазе ниво уноса који је подношљив.

Карактеризација еколошких ефеката: Да окарактерише еколошке ефекте, процењивач описује ефекте настале од стресора, повезује их са крајњим тачкама процене и оцењује колико се мењају са различитим нивоима стресора. Карактеризација почиње оцењивањем података о ефектима да би се одредило које су последице изазвали, потврђивањем да су у складу са крајњим тачкама процене, и потврђивањем да су услови под којима се јављају у складу са концептуалним моделом.

Анализа еколошког одговора испитује три основна елемента:

- однос између нивоа стресора и еколошких ефеката,
- вероватноћу да се ефекти могу јавити или се јављају као резултат изложености стресорима и
- везу између мерљивих еколошких ефеката и крајњих тачака процене када оне не могу бити директно мерене.

Да би се оценили еколошки ризици, мора се разумети веза између стресора и резултујућег одговора. Односи стресор-одговор коришћени за одређене процене зависе од обима и природе процене еколошког ризика као што је дефинисано у формулацији

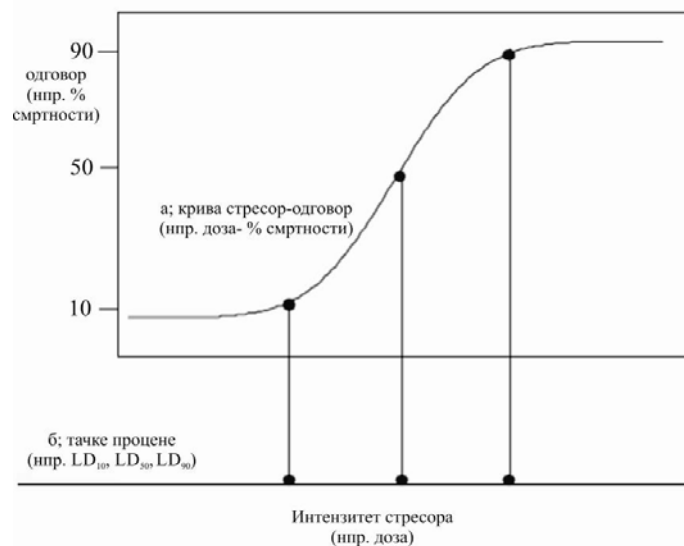
проблема и приказано у плану анализе. На пример, процењивач може поредити тачку процене једног ефекта (као што је LC_{50}) са тачком процене других стресора. За облик криве стресор-одговор може бити потребно да се утврди присуство или одсуство почетка ефекта пре почетка оцењивања повећаног ризика или крива стресор-одговор може да се користи као улаз за модел ефеката.

Односи стресор-одговор могу бити описани помоћу интензитета, времена или простора. Интензитет је вероватно близак већини и често се користи за хемикалије (на пример, доза, концентрација). Трајање експозиције се такође најчешће користи за хемијске односе стресор-одговор, на пример, средњи ниво акутних ефеката су увек повезани са временским параметром (на пример 24 сата). Просторна димензија је често од велике важности за физичке стресоре. За биолошке стресоре као што су уведене врсте, једноставни односи стресор-одговор могу бити неприкладни.

Слика 5.11 описује приступе стресор-одговор доступне процењивачу ризика пратећи варијације на тему класичних односа стресор-одговор.

Тестови статистичких хипотеза су обично били коришћени са тестовима хроничне токсичности хемијских стресора за оцену више крајњих тачака. За сваку крајњу тачку, циљ је да се утврди највиши испитани ниво за ефекте који нису статистички различити од контроле (нема-уоченог-штетног-ефекта, *NOAEL*) и најнижи ниво на којем су ефекти статистички значајни у односу на контролу (најмањи-уочени-штетан-ефекат *LOAEL*). Распон између *NOAEL* и *LOAEL* се понекад назива максимално прихватљивом концентрацијом токсичности или *MATC*. *MATC* која такође може бити геометријска средина између *NOAEL* и *LOAEL* (тј. *GMATC*), даје корисне референце са којима се упоређује токсичност различитих хемијских стресора.

Процесни модели омогућавају процењивачу да преводи податке о појединачним ефектима (нпр. морталитет, раст и репродукција) на потенцијалне промене у одређеним популацијама, заједницама, односно екосистемима.



Слика 5.11. Једноставан пример односа стресор-одговор
oaspub.epa.gov/eims/eimscomm.getfile?p_download_id=36512)

Постоје две главне врсте модела: модел популације једне врсте и вишеврсне заједнице и екосистема. Популациони модели описују динамику групе јединки током времена. Они могу помоћи у одговору на питања у вези са краткорочним и дугорочним

променама величине и структуре популације и могу да помогну у процени вероватноће раста/опадања популације (Гинзбург и сар, 1982;. Ферсон и сар. 1989).

Профил стресор-одговор: Финални резултат анализе еколошког одговора је профил. То може бити писани документ или модул већег процесног модела. У сваком случају, циљ је да обезбедити да се прикупе и оцене информације које су потребне за карактеризацију ризика.

Нападнути еколошки ентитети могу да обухватају једну врсту, популацију, опште трофичке нивое, заједнице, екосистеме или просторе. Тако, ако је једна врста угрожена, ефекти би требало да представљају одговарајуће параметре за тај ниво организације. Примери укључују ефекте на морталитет, раст и размножавање. На нивоу заједнице, ефекти се могу сажети у смислу структуре или функције у зависности од крајње тачке процене. На просторном нивоу, може да постоји и група крајњих тачака процене, и свака треба да буде обрађена одвојено.

Квантитативни однос доза-одзив може се дефинисати кроз експериментална истраживања на пацовима или мишевима, давањем повећане дозе пречишћене супстанце (или дефинисану мешавину неколико супстанци) већем броју група животиња, као и накнадним мерењем процента патолошких промена или симптоме болести изложених животиња за сваки ниво доза. Резултати овог истраживања дефинишу однос доза-одзив за сваку супстанцу кроз широк опсег нивоа доза, од високих доза, где су патолошке промене честе појаве, до ниских доза где су промене ретке или не постоје.

Епидемиолошка истраживања у људским популацијама које су више посматрачка него експериментална, представљају покушај да се мери учесталост појаве болести која произилази из ненамерног излагања групе људи различитим количинама стресора (загађивача) животне средине. Тачан ниво изложености стресору животне средине током времена је тешко измерити код великог броја лица, и често је потребно да се прибегне индиректним мерењима или апроксимацији за процену дозе настале за сваку особу. Под таквим околностима, епидемиолози често прибегавају раслојавању изложености у неколико група, као што су: високо, средње и ниско изложени појединци. Релативна учесталост болести у свакој групи може тада да утврди однос изложеност-одговор код људи за дати стресор (загађивач).

Где су адекватни подаци о веома изложеним групама појединаца на располагању, истраживања код људи могу играти одлучујућу улогу у основној процени ризика. У супротном, њихово коришћење као подршка или образложени методи за процену ризика добијени из истраживања на животињама такође су корисни. У ретким случајевима, може доћи до великог броја људи који су изложени високом нивоу токсичних материја, што одобрава директну процену односа изложеност-одговор из епидемиолошких истраживања.

У циљу да се премости јаз у случају ниске дозе код односа доза-одзив, оцењивач ризика мора да прибегне моделовању доза-одзив, бирајући један од два алтернативна приступа која најчешће карактеришу понашање доза-одзив:

- екстраполација ниских доза и
- фактор неизвесности.

Приступ *екстраполација ниских доза* за процену доза-одзив ослања се на основни концепт пропорционалности овог односа. Пропорционалност се односи на идеју да ће вероватно веће дозе произвести одговарајућу већу учесталост патолошких одговора, док ће ниже дозе вероватно произвести сразмерно нижу стопа одговора на дати токсични стресор.

За многе, али не све, односе доза-одзив, можемо да претпоставимо да су посматране фреквенције токсичних реакција директно пропорционалне величини прописане дозе, тако да све дозе које су изнад нуле производе малу али реалну вероватноћу појаве неких одговора код изложене популације. Најједноставнији од тих пропорционалних односа је однос „линеарни не-праг“, где би дуплирање оригиналне дозе требало да доведе до дуплирања учесталости одзива, и преполовљене оригиналне дозе би могло да преполови учесталост одговора, и тако ланчано смањење дозе на доле долази на нулу дозе.

У многим случајевима, међутим, подаци доза-одзив не могу да прате једноставни праволинијски однос у свим измереним нивоима доза, што указује на присуство више комплексних нелинеарних односа доза-одзив. Постоји неколико могућих нелинеарних крива доза-одзив (Слика 5.12):

- подлинеарна (нагиб криве доза-одзив постаје стрмији са повећањем дозе, тако да је процењена опасност за ниске дозе мања од оних која би се очекивала код посматраних односа доза-одзив за веће дозе);
- надлинеарна (нагиб криве доза-одзив постаје мање стрм са повећањем дозе, тако да је процењена опасност за ниске дозе већа него што би се очекивало код посматраних односа доза-одзив за високе дозе);
- праг (крива доза-одзив пресеца хоризонталну осу (осе дозе) код нивоа дозе који је већи од нуле, тако да је доза мања од нивоа прага који би требало да резултира да нема токсичних одговора; кад год се догоди да праг не постоји, или не може бити поуздано процењен, сматра се да стресор прати не-праг односа доза-одзив.

Због ниске дозе, крива доза-одзив мора да се користи за процену здравственог ризика за одређивање утицаја ниских нивоа изложености на здравље, и крива мора бити приказана коришћењем математичких метода екстраполације. Екстраполација се односи на употребу математичке формуле за предвиђање нумеричког односа између независне променљиве (дозе) и зависне променљиве (одзива/одговора).

Могуће је да статистичар осмисли низ различитих математичких модела који карактеришу однос доза-одговор. Пошто су тачке на кривој доза-одговор одређене помоћу одређених математичких модела, очекује се да однос доза-одговор за мале дозе може да се прикаже екстраполацијом мале дозе, користећи математички модел за израчунавање предвиђеног резултата, облика и нагиба криве. На основу криве које су предвиђене екстраполацијом одређених модела, могуће је оценити ризик који одговара одређеном нивоу доза и поред читавог низа непримећених одговора.

На пример, процењивач ризика претпоставиће да канцерогена загађења мора да прати линеарни не-праг однос доза-одговор за нивое малих доза. Овај тип претпоставке, без чврстих доказа, тврди да било која нула доза подразумева изврстан степен здравственог ризика, али ипак мали. Исто тако, процењивач ризика може изабрати да укључи „горњу границу неизвесности“ криве доза-одговор, што је веома широко за мале дозе. Употреба „горње границе неизвесности“ ће обично увећати оцењен ризик неколико стотина пута или више, у односу на оцене ризика изведене из криве „најбоље процене“.

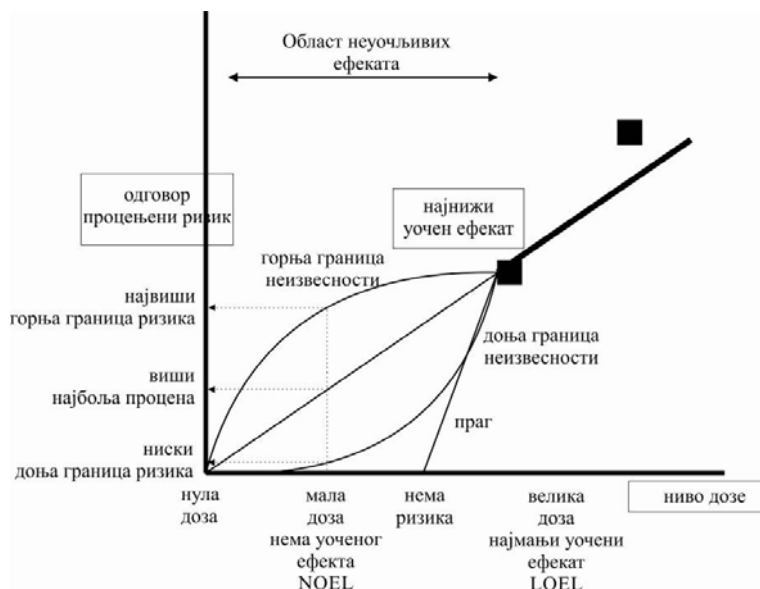
Овај приступ зависи од коришћења података о односу доза-одговор код животиња на основу којих се утврђују две величине: нема-уоченог-ефекта (*NOEL*) који одговара највишим одређеним дозама које резултирају не уочавањем одговора на тестираним животиња и најмањи-уочени-ефекат (*LOEL*) који одговара најнижој одређеној дози која резултира мерљивим порастом учесталости патолошких промена. *NOEL* и *LOEL* се

третирају као доње и горње нумеричке границе за опсег могућих вредности које одговарају неуоченој праг дози.

Праг доза за супстанце представља нејасне границе између нивоа доза у којима се ефекти не виде и оних у којима се ефекти виде очигледно. Према томе, праг доза је фиктивна вредност која никад не може бити прецизно измерена, и то наравно варира између различитих врста, а код људске популације од особе до особе у складу са њиховим индивидуалном осетљивошћу. Из тих разлога, различити фактори неизвесности морају бити уведени како би се осигурало да људи имају разумну заштиту од изложености потенцијално токсичним нивоима.

Слично томе, друге врсте фактора неизвесности могу бити укључени у израчунавање *TDI* што зависи од случаја до случаја. Иако се 10-струка вредност обично додељује сваком фактору неизвесности, друге вредности као што су 5 или 3 могу бити од значаја у присуству убедљивих научних доказа. Будући да је број, тип и величина фактора неизвесности изведен од стране научника и менаџера ризика према различитим квалитативним критеријумима, приступ је често критикован због присуства претерано субјективних, несталних, произвољних или политичких мотива. Иако постоји нешто истине у овим тврдњама, приступ поседује предности концептуалне једноставности и научне транспарентности.

За неке контаминанте постоје веће шансе да поседују дефинисан праг доза-одзив, док други вероватно немају јасан праг. Због тога се морају усвојити различите квантитативне методе за обављање процена доза-одговор у зависности од тога да ли процењивач ризика има разлога да верује да агенс поседује механизам токсичности који прати или праг или не-праг понашање. Дакле, пажљиво тумачење механизма доза-одговор је важно као и статистичка техника која се користи за процену и прагова токсичности и токсичног потенцијала.



Слика 5.12. Процена ризика помоћу екстраполације ниске дозе, границе неизвесности у екстраполацији ниске дозе и процена прага токсичности
(www.irr-neram.ca/pdf_files/primer/full_primer.pdf)

Праг токсичности се сматра да делује кроз детерминистички процес, што значи да ниво дозе одређује почетак и тежина патолошког ефекта - са већим дозама производе се прогресивно веће штете. Токсиколошке студије су показале да тело обично може да толерише мале дозе токсичних хемикалија јер може да користи софистициране

ћелијске одбрамбене системе за метаболичку детоксикацију, физиолошку адаптацију и опоравак ткива. Испод одређеног нивоа дозе токсиколошког прага, ти одбрамбени механизми су обично у стању да неутралишу токсични ефекат агенса, чиме се он приказује као безопасан. Код неких већих доза, значајне патолошке промене почињу да се појављују када одбрамбени систем тела постане zasiћен или исцрпљен због претеране количине токсичног агенса.

На крају фазе анализе познати су профил стресор-одговор и профил изложености. Ови профили пружају прилику за преглед онога што су сазнали и резимирају ове информације у најкориснији формат за карактеризацију ризика.

5.6.3. Карактеризација ризика

Током ове фазе се процењују ризици и интерпретирају се предности, ограничења, претпоставке, кључни подаци који недостају и главне неизвесности. Ризици се процењују интеграцијом профила излагања и профила стресор-одговор при чему се користи широк спектар техника. Да би се смањила неизвесност, карактеризација ризика углавном процењује коначне ризике помоћу различитих линија доказа, користећи приступ тежине доказа (Мензие и сар, 1996.). Линије доказа могу укључити лабораторијске студије (нпр. биотестове), еколошка испитивања на терену, модел предвиђања, и поређење тачке процене или дистрибуције података о излагању и ефектима. Сагласност између различитих линија доказа повећава поверење у закључке процене ризика (Мензие и сар, 1996.). Процењивач ризика описује ризик проценом доказа који подржавају или побијају процену ризика и тумачења негативних ефеката на крајње тачке процене. Критеријуми за оцену нежељеног догађаја су природа и интензитет ефеката, просторне и временске скале, као и потенцијал за опоравак (CENR, 1999). Финални резултат процене еколошког ризика је процена вероватноће еколошких ефеката, који се могу догодити или се могу појавити. Поред тога, степен поверења процењивача (или обрнуто, несигурност) у процену ризика је назначен, линије доказа које подржавају процене ризика су наведене, и значај посматраних/предвиђених негативних еколошких ефеката се истражује.

Карактеризација ризика (Слика 5.13) је завршна фаза код оцењивања еколошког ризика. Закључци који су представљени у карактеризацији ризика треба да дају јасне информације менаџерима ризика које би биле корисне за одлучивање о заштити животне средине.



Слика 5.13. Карактеризација ризика
(oaspub.epa.gov/eims/eimscomm.getfile?p_download_id=36512)

Процена ризика. Процена ризика је процес интеграције података о излагању и ефектима, као и процени било које повезане неизвесности. Процена ризика може бити развијена коришћењем једне или више следећих техника:

- истраживање посматрањем терена,
- рангирање по категоријама,
- поређење једне тачке експозиције и процене ефеката,
- поређење које укључује однос стресор-одговор,
- укључивање варијабилности у експозицију и/или процене ефеката, и
- процесне моделе који се ослањају делимично или потпуно на теоретске апроксимације изложености и ефеката.

Истраживања посматрањем терена (снимање, надзор, преглед терена) могу да послуже као технике процене ризика, јер обезбеђују емпиријске доказе који повезују изложеност и ефекте.

Техника категоризације може се користити за превођење квалитативно донешеног суда у математичко поређење. Математичка анализа заснована на теорији фази скупова коришћена је за категоризацију ризика од сваког стресора на основу бројних перспектива, укључујући и степен непосредног ризика, трајање утицаја, као и менаџмент превенције и опоравка.

Када су на располагању потребни подаци за квантификацију процене излагања и ефеката, најједноставнији приступ за поређење процена је *удео (или однос, количник)*. Изражен је као концентрација излагања подељена концентрацијом ефеката. Однос се најчешће користи за хемијске стресоре, где су референце или репери токсичних вредности широко доступне.

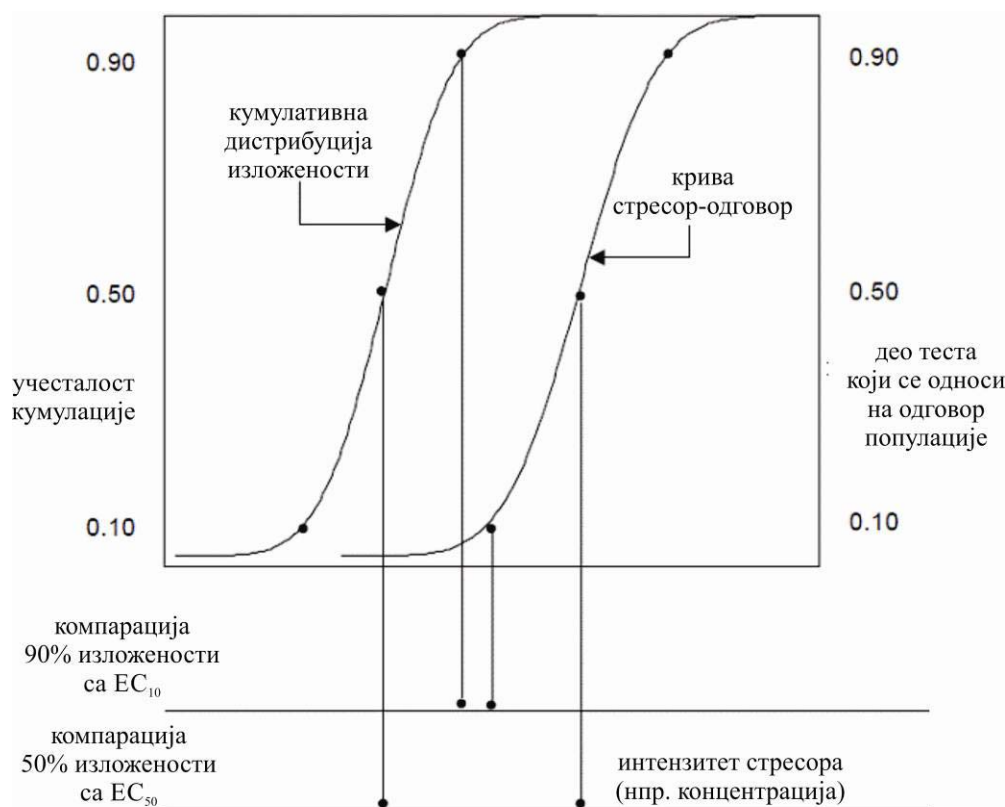
Ако је на располагању крива која повезује ниво стресора са величином одговора, процена ризика може испитати ризике повезане са много различитих нивоа излагања (слика 5.14). Ове процене су нарочито корисне кад се исход процене ризика не заснива на прекорачењу од унапред донешеног правила, као што су реперни нивои токсичности.

На основу тога што *профил излагања или профил стресор-одговор* описује варијабилност у излагању или ефектима, могуће је извршити процену различитих ризика.

Процесни модели су математички изрази који представљају наше разумевање система који се процењују. Ради илустрације, корисно је направити разлику између анализе процесног модела, који се фокусира индивидуално или на процене излагања или на процене ефеката, и процесног модела процене ризика, који интегрише информације о излагању и информације о ефектима. Највећа предност коришћења процесног модела за процену ризика је способност да се размотри сценарио „шта ако“ и прогнозира изван граница посматраних података. Процесни модел такође може да размотри секундарне ефекте, за разлику од других техника процене ризика, као што је метод количника или поређења дистрибуције изложености и ефеката.

Изази процесног модела могу бити тачке процене, дистрибуције или корелације; у свим случајевима, процењивачи ризика треба да их тумаче пажљиво. Недостатак основних знања о животу многих врста и непотпуна сазнања о структури и функцији одређеног екосистема се често губе у излазу модела. Како су процесни модели добри само колико и претпоставке на којима су засновани, њих треба третирати као хипотетичке представе стварности све док се адекватно тестирају емпиријским подацима. Поређење резултата модела са подацима са терена пружа проверу да ли је

наше разумевање система било исправно, посебно у односу на хипотезе ризика које су представљене у формулацији проблема (Џонсон, 1995).



Слика 5.14. Технике процене ризика: крива стресор-одговор у односу на кумулативну дистрибуцију изложености (oaspub.epa.gov/eims/eimscomm.getfile?p_download_id=36512)

Опис ризика. Опис ризика укључује оцену линија доказа које подржавају или негирају процену ризика и тумачење значаја нежељених дејстава на крајње тачке процене.

Развој линија доказа пружа оквирно постизање закључака у вези са поверењем у процену ризика. Фраза „линије доказа“ се користи да нагласи балансирање супротстављених фактора одређених квантитативним вредностима за достизање закључка о „тежини“ у корист више укључених приступа, који процењују све доступне информације, чак и доказе који могу бити квалитативне природе.

Постоје три главне категорије фактора које процењивачи ризика треба да узму у обзир приликом оцењивања линија доказа: адекватност и квалитет података, врста и степен неизвесности у вези са доказима, и однос доказа са питањима процене ризика.

Критеријуми за вредновање негативних промена у крајњим тачкама процене:

- природа и интензитет ефеката,
- просторна и временска размера и
- потенцијал за опоравак.

За разликовање негативне еколошке промене од оних које су у оквиру нормалног склопа варијабилности екосистема или од оних које доводе до малих или безначајних измена биота, важно је узети у обзир природу и интензитет ефеката. Важно је за

процењиваче ризика да размотре и еколошки и статистички контекст ефекта када процењују интензитет. Варијације природних екосистема могу учинити врло тешким посматрање (детектовање) поремећаја условљеног стресором. На пример, природна флукуација код популације морских риба је често велика, једногодишња варијабилност у нивоима популације обухвата неколико редова величине. Осим тога, циклични догађаји у различитим периодима (нпр. миграција птица, плиме) су веома важни у природним системима и могу прикрити или одлагати ефекте условљене стресором. Предвиђање ефеката антропогених стресора уз ове варијације може бити врло тешко. Дакле, недостатак статистички значајних ефеката у истраживању на терену аутоматски не значи да су одсутне неповољне еколошке последице. Уместо тога, процењивачи ризика би требало да размисле о другим линијама доказа у постизању својих закључака. Такође је важно узети у обзир локацију ефеката са биолошком хијерархијом и механизмима који могу довести до еколошке промене. Процењивач ризика може да се ослони на механичка објашњења за описивање комплексних еколошких интеракција и резултирајућих ефеката, који с друге стране, могу бити прикривени варијабилношћу еколошке компоненте.

Границе (глобалне, просторне, екосистемске, организма) за оцену ризика првобитно су идентификоване у припреми плана анализе у току формулације проблема. Ове просторне и временске размере су даље дефинисане у фази анализе, где се вреднују одређеним излагањем и сценаријима ефеката. Просторна димензија обухвата и обим и структуру ефеката, као и контекст ефеката у простору. Разматрани фактори укључују нападнуту област, величину критично нападнутих станишта у поређењу са већим површинама које су од интереса, као и улогу или коришћење захваћене површине у оквиру простора. Просторни фактори су од значаја за многе врсте, јер су веза између еколошких површина и динамике популације. Веза између површина може пружити уточиште за погођене популације, а организми могу да нађу пролаз између станишта за успешну миграцију.

Временска размера за екосистеме може варирати од секунде (фотосинтеза, репродукција прокариота) до века (глобалне климатске промене). Промене унутар шумских екосистема могу да дођу постепено током деценија или векова и могу полако утицати на мењање спољних фактора као што је клима. Када тумаче несрећу, процењивачи ризика треба да препознају да временска размера стресора изазива промене које се дешавају у контексту вишеструких природних временских размера. Поред тога, временски одговори екосистема могу да подразумевају суштинско заостајање времена, тако да одговори на стресоре могу да буду одложени. Дакле, важно је да се направи разлика стресора са другим термином утицаја од одмах видљивих ефеката.

Разматрање временске размере негативних ефеката логично води до разматрања опоравка. Опоравак је стопа и обим повратка популације или заједнице на неке аспекте свог стања пре увођења стресора. Пошто су екосистеми динамични и, чак и под природним условима, стално мењају одговор на промене у физичком окружењу (нпр. време, природни поремећаји) или на друге факторе, нереално је очекивати да ће систем остати статичан на неком нивоу или се вратити на тачно исто стање као што је било пре него што је био поремећен (Ландис и сар. 1993).

Опоравак се може вредновати и поред потешкоћа у предвиђању догађаја у еколошким системима. На пример, могуће је разликовати промене које су најчешће реверзибилне (на пример, опоравак тока од пражњења отпадних вода), често неповратне (нпр. устаљење уведене врсте), и увек неповратне (на пример, изумирање). Процењивачи

ризика треба да размотре потенцијал инверзибилности значајних структурних и функционалних промена у екосистемима и компонентама екосистема када процењују несрећу.

Релативна брзина опоравка може бити процењена. На пример, популације рибе у реци вероватно се много брже опорављају од излагања разградивим хемикалијама него променама станишта које проистичу из испуштања канализације. Процењивачи ризика могу да користе познавање фактора, као што су временске размере живота организама, доступност адекватних залиха за окрепљење, и међуврсну и трофичку динамику популације, у оцењивању релативне стопе опоравка. Реке или шуме могу да се опораве за неколико деценија, заједнице безкичмењака за неколико година, и заједнице планктона за неколико недеља до неколико месеци.

За готово све антропогене (вештачке) загађиваче, „нула” излагање у окружењу није оствариво уколико се хемикалије потпуно не избаце из производње и дистрибуције, али овај приступ није изводљив нити пожељан за многе економски значајне хемијске производе. За многе загађиваче који се природно јављају у загађеној животној средини (укључујући и бројне потенцијалне канцерогене) продукција биљака, гљива, бактерија и других организама, филозофије „нула” излагања је потпуно немогућа. Зато је неопходно да се усвоји концепт безбедности који је реалнија оперативна дефиниција од „нула” изложености и „нула” ризика.

За праг дејства супстанци, метод карактеризације ризика широко користи приступ „могућност безбедности“ (*MOS*) или исправније, приступ „могућност експозиције“ (*MOE*). *MOE* се израчунава као однос посматраног и очекиваног нивоа изложености животне средине до граница изложености, обично изведених из *HOEL* или неке сличне детерминанте толерантног дневног уноса (*TDI*). У циљу да се обезбеди разумна безбедност, однос посматране или предвиђене изложености животне средине и одређене границе изложености потребно је да буде мањи од један, што представља „најбољу могућу безбедност“.

Коришћењем варијанте *MOS* приступа, могуће је израчунати количник опасности (*HQ*) за праг дејства штетних материја по формули:

$$HQ = \text{предвиђена изложеност} / \text{границе изложености}$$

Када је посматрани однос предвиђене изложености и границе изложености приближан јединици, може се закључити да изложеност има велику вероватноћу да резултира токсичне ефекте, јер праг нивоа потенцијалних токсичних ефеката је прекорачен. Када је однос *HQ* нешто мањи од један, штетни ефекти могу се и даље очекивати у неким деловима популације, јер је праг токсичности вероватно био прекорачен код осетљивих подгрупа.

Ако је посматрани ниво излагања далеко испод лимита изложености, однос *HQ* постаје много мањи од један, а штетне последице се вероватно јављају код већине изложених популација. У идеалном случају, *HQ* однос треба да буде неколико редова величина мањи од један (тј. *MOE* је умањен од 100 до 1000 пута) што обезбеђује да нема никаквих негативних ефеката. Ово није увек могуће када је загађење животне средине константно и када су присутни и природни извори загађења.

Извештавање о ризицима. Када је карактеризација ризика комплетирана, процењивачи ризика треба да буду у стању да оцене еколошке ризике, да укажу на укупан степен поверења у процену ризика, да наведу линије доказе који поткрепљују оцене ризика, као и да протумаче несреће изазване еколошким ефектима. Извештај о

карактеризацији ризика се у основи састоји из нумеричке процене ризика, као и њихове пропратне неизвесности и резимеа за одређивање практичног значаја ризика.

Због тога што карактеризација ризика означава коначни извештај о сумирању извора доказа, метода анализе и добијених резултата свих корака у процесу процењивања ризика, она се сматра међуспојем за размену информација између научне заједнице процењивача ризика и ненаучне заједнице менаџера ризика и заинтересованих страна.

Након карактеризације ризика и припреме извештаја о процени ризика, процењивачи ризика дискутују о резултатима са менаџерима ризика. Менаџери ризика користе резултате процене ризика, заједно са другим факторима (на пример, економска или правна питања), за доношење одлука за управљање ризиком и као основу за саопштавање ризика заинтересованим странама и широј јавности. Овај задатак је обично одговорност менаџера ризика, али се може поделити са процењивачима ризика. Иако документ коначне процене ризика (укључујући и део карактеризације ризика) може да буде доступан јавности, процес саопштавања ризика је најбољи када се информације прилагоде за одређене кориснике.

6. УПРАВЉАЊЕ РИЗИКОМ ОД ХЕМИЈСКИХ УДЕСА - СИСТЕМСКИ ПРИСТУП

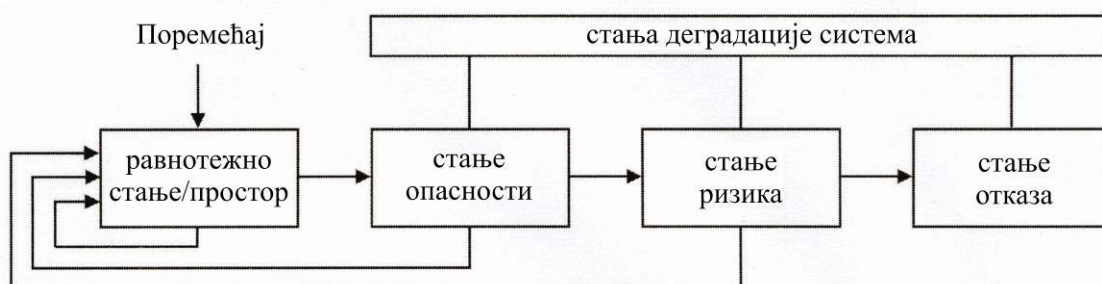
Управљање ризиком обухвата скуп управљачких метода и техника које се користе да би се смањила могућност остварења нежељених штетних догађаја и последица и тиме повећала могућност остварења планираних резултата. Често се за ову област користи термин "*risk management*", који потиче из енглеског језика, док је код нас најадекватније значење „управљање ризиком“. Као што не постоји јединствена дефиниција ризика, исто тако не постоји ни једна дефиниција за управљање ризиком. Често се дефинише као систематски процес који обухвата утврђивање и мерење ризика којима су изложена предузећа и појединци; као и избор и имплементацију најадекватнијих метода за управљање оваквим ризицима.

6.1. СИСТЕМСКО СХВАТАЊЕ РИЗИКА

Ако се ризик посматра системски, онда свака непреферентна промена захтеваног квалитета система, представља губитак система. Губитак може бити нарушавање перформанси система, угрожавање материјалних и природних добара, безбедности и здравља људи, нарушавање еколошке равнотеже, односно свако одступање од сталних квалитета система, и унапред дефинисаних вредности. Губитак система могу да изазову различити догађаји. Једну групу тих догађаја чине ризични догађаји. Реализација ризичних догађаја није последица појединачних узрока, већ резултат појаве и развоја узрочног ланца догађаја. Типични узрочни ланци догађаја који доводе до реализације ризичног догађаја су:

- отказ појединих елемената система услед унутрашњих и спољашњих неповољних утицаја;
- појава фактора опасности на неочекиваном месту или у неочекивано време;
- неисправна или непостојана заштитна средства или неадекватно понашање;
- дејство фактора опасности на незаштићене елементе система или окружења.

Графички приказ ланца догађаја који одговара ланцу карактеристичних стања система дат је на слици 6.1.



Слика 6.1. Карактеристична стања система

Поремећај је унутрашње или спољашње дејство случајног карактера које може да промени стање система. Стање опасности је стање система са потенцијалом да изазове повреду или штету. Опасности су присутне у свим системима. Поремећај који систем преводи у стање опасности може бити праћен разним нежељеним последицама, односно појавом фактора опасности. Простор у коме се осећа утицај фактора

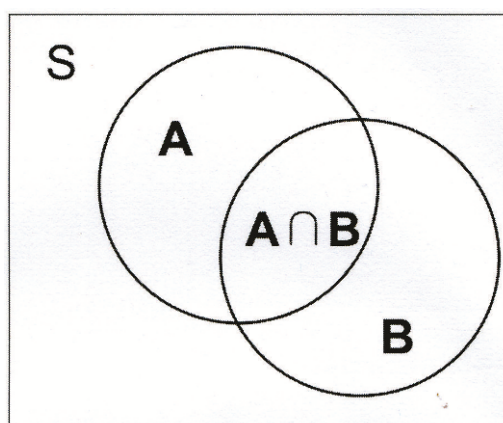
опасности назива се поље дејства. За реализацију опасности потребно је да постоје: извор опасности; потенцијално поље дејства (природа, људи и сл.); ситуација за настанак штете.

Стање ризика система настаје када се у пољу дејства фактора опасности нађу незаштићени елементи система или његовог окружења.

За постојање ризика потребно је:

- извор опасности;
- изложеност људи, природе и сл. деловањем фактора опасности и
- повредивост или недовољна заштићеност људи, природе и сл. деловањем фактора опасности.

На слици 6.2 дата је илустрација ризика са које се види да опасност и повредивост представљају неопходан и довољан услов за настајање ризика.



Слика 6.2. Илустрација ризика
Опасност (A) Повредивост (B) Ризик (A и B)

6.2. РЕЖИМ ФУНКЦИОНИСАЊА СИСТЕМА УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ

Да би систем управљања ризиком остварио своју функцију, мора да буде пројектован за рад у више режима. Режими функционисања система управљања ризиком могу бити:

- рад у стационарном режиму;
- режим приправности;
- рад у режиму ризика и
- рад након ризика или постризични режим.

Рад у стационарном режиму је превентивно планирање, које се остварује кроз:

- праћење стања потенцијалних опасности и предузимање превентивних мера за спречавање ризичног догађаја;
- прогнозу могућег развоја ризичног догађаја и његових последица;
- обезбеђење ресурса за деловање у случају појаве ризичног догађаја и
- формирање и примену механизма за минимизацију могуће штете.

Рад у режиму приправности подразумева разраду и примену детаљних планова за превенцију конкретног ризичног догађаја на основу раније припремљених начина дејства кроз програм превентивног деловања. Овај режим рада се остварује кроз следеће функције:

- формирање оперативних група за откривање узрока појаве фактора опасности и формирање предлога за његову елиминацију;
- појачано праћење стања потенцијалних опасности;
- прогноза вероватноће настанка ризичног догађаја и могућих последица;
- предузимање мера за заштиту потенцијално угрожених елемената система;
- оперативно моделирање процеса настанка и развоја ризичног догађаја и формирање плана дејства за његово спречавање и отклањање евентуалних последица;
- припреме система управљања за рад у условима очекиваног ризичног догађаја.

Израда оперативних планова, њихово усаглашавање и координација омогућује ограничавање поља дејства фактора опасности, а тиме и последица ризичног догађаја.

Рад у режиму ризичног догађаја у систему управљања ризиком настаје приликом реализације ризичног догађаја. Основне функције овог режима су:

- концентрација оперативних елемената за непосредно руковање акцијом за смањење и елиминацију последица ризичног догађаја;
- оперативна дејства и радње у циљу заштите елемената система од дејства неповољних фактора;
- константна појачана контрола стања окружења и потенцијално опасних елемената система;
- контрола и оперативно управљање екипама који учествују у заштити система;
- концентрација ресурса за смањивање и отклањање последица;
- организација обавештавања о насталом догађају.

Остваривање ових функција у систему управљања је могућ само ако су дефинисане оперативне и стратешке мере за појаву ризичног догађаја. Оперативне (тактичке) мере се усмеравају на функционисању система у новим условима. Циљ ових мера је функционисање система управљања у условима појаве и развоја ризичног догађаја.

Стратешке мере подразумевају промену структуре система управљања са циљем ефикаснијег спречавања развоја и последица ризичног догађаја.

Стратешке мере обухватају:

- реорганизацију структуре система управљања и прелазак на виши ниво;
- реорганизацију постојећег и изградњу новог информационог система;
- формирање посебних екипа.

Формирање посебних екипа се врши ради:

- идентификације стања, формирање карте ризика, изучавање карактеристика ризичног догађаја;
- прогноза развоја ризичног догађаја, моделирање динамике развоја и процена ресурса потребних за елиминацију ризичног догађаја;
- израда и анализа стратегије и тактике спречавања развоја и последица ризичног догађаја;

- планирање и оперативно управљање деловањем, одређивање приоритета послова и одговорних лица и одговарајућа употреба ресурса;
- спровођење неопходних мера (извиђање, откривање, реализација мера заштите, обавештавање и сл.).

Постризижни режим се карактерише одсуством деловања ризичног догађаја и спровођење мера за поновно успостављање нормалнијег функционисања система чије су неке функције нарушене дејством ризичног догађаја. Основна функција система у овом режиму је оперативно планирање акција у циљу ублажавања или делимичне или потпуне елиминације последица ризичног догађаја.

6.3. КАРАКТЕРИСТИКЕ СИСТЕМСКОГ УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ

Управљање ризиком је такав приступ управљању, који је заснован на идентификацији и контроли оних области и догађаја у оквиру системског инжењерства, који су потенцијални изазивачи нежељених промена у систему. Стога се управљање ризиком укључује у сва три општа циклуса управљања квалитетом:

- системско планирање квалитета;
- системско пројектовање и производња и
- системска примена и одлагање.

С обзиром, да поменути циклуси системског инжењерства садрже све фазе животног циклуса система, и да се у свакој од њих могу јавити неуспеси и кризе, управљање ризиком је укључено у сваку фазу животног циклуса система. Посматрајући управљање ризиком у оквиру појединих циклуса системског управљања, као посебне аспекте управљања ризиком, може се закључити да су у сваком аспект управљања присутни исти типови ризика: програмски, технолошки, ризици подршке, ризици безбедности и заштите здравља, ризици заштите животне средине, финансијски ризици итд.

Уколико је контрола ризика добро планирана и реализована за сваки аспект, не би требало да се јаве унутрашњи узроци ризика. Међутим, ризици окружења постоје и они могу довести до програмских-основних ризика система. Због тога се ризиком не може потпуно управљати, односно, ризик се не може елиминисати.

Управљање ризиком је свеобухватни процес подршке одлучивању управљања квалитетом, имплементиран као програм, интегрисан кроз дефинисане улоге и одговорности у регулативу, одржавање, инжењеринг и менаџмент квалитета.

Према томе управљање ризиком:

- производи, структурише и представља најбоље расположиве информације о ризику у циљу подршке и олакшавања квалитетнијег одлучивања;
- омогућава бољу комуникацију између управљачких одлука и основа за њихово доношење;
- укључује идентификацију, анализу и интерпретацију ризика; идентификацију, анализу и селекцију алтернативних мера за контролу ризика и одговарајућу процену перформанси;

- континуално прати све параметре процеса подложне променама и на основу информација повратне везе врши ажурирање иницијалних излаза елемената процеса, а у склопу целокупног процеса одлучивања;
- испитује цео спектар ризика од релативно учесталих догађаја са малим последицама, до врло мало вероватних инцидената који могу нанети знатну штету;
- идентификује и процењује релативне доприносе активности за редукцију вероватноће ризичних догађаја, као и активности за смањење последица ако се они материјализују;
- повећава, интегрише и истиче вредност информација које се тичу безбедности и
- прати цео животни циклус система, узимајући у обзир међузависност свих фаза.

Управљање ризиком треба да буде укључено у све фазе развоја неке активности са циљем да омогући:

- поузданији основ за одлучивање и планирање;
- бољу идентификацију стања система и присутних или потенцијалних опасности;
- процену добитака или губитака проузроковани ризиком;
- ефикаснију расподелу и употребу ресурса;
- боље управљање инцидентима односно с мање губитака и трошкова ризика;
- већу безбедност и поверење;
- сагласност за релевантним законодавством и
- ефикасније управљање свим чиниоцима.

Утврђивање контекста управљања ризиком подразумева дефинисање оквира у коме се ризик посматра, а који укључује унутрашње и спољашње окружење, као и свих процеса управљања ризиком.

Пре започињања било којих активности у вези са ризиком неопходно је познавање система у коме треба успоставити процес управљања ризиком. То подразумева разумевање стратегије, сврхе и циљева система, познавање структуре, знање о потенцијалним изворима ризика и сл. На дефинисање унутрашњег и спољњег окружења треба дефинисати подручје примене управљања ризиком. То обухвата: дефинисање сврхе и циљева управљања ризиком, специфицирање одлука које се морају донети, дефинисати врсте и обим активности, формулисање потреба за неопходним ресурсима, дефинисање улоге и одговорности различитих субјеката укључених у процес управљања ризиком, начине остваривања комуникације, прецизирање врсте и садржаја записа који документују процес управљања ризиком. На почетку процеса управљања ризиком значајно је да се одреде критеријуми за вредновање ризика. Критеријуми ризика се могу развијати или допуњавати на основу информација стечених и у току процеса управљања ризиком.

6.4. СИСТЕМСКИ ПРИСТУП УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ

Ризик менаџмент као подручје деловања у области кризног управљања првенствено је усмерен на овладавање ризиком. У задње време постаје доминантна област интересовања теоретичара и практичара свих профила и области. Ризик и ризик менаџмент су релативно нови концепти у Србији и у теоријском и у практичном

смислу. Код различитих теоретичара и уопште људи проучавањем ризика постоје различити приступи дефинисању ризика и фазама управљања ризиком. Како је управљање ризицима само по себи процес, неопходан у свим фазама функционисања једног система, потребно је размотрити могућност развијања и употребе системског приступа управљању ризицима. Због тога је потребно развити системски приступ који би се користио у управљању ризиком. Један такав системски приступ управљању ризицима приказан је у овом раду као покушај да се управља неизвесностима и опасностима.

Менаџмент је феномен XX века и имаће своју важну улогу и у XXI веку. Од његове појаве до данас развиле су се многе школе и правци у оквиру теорије менаџмента. Појавио се изненада са великим последицама које су преокренуле друштво у свим његовим сферама. Постоје различите врсте дефиниција менаџмента, које у основи дају његово суштинско значење. Може се констатовати да представља одређене функције базиране у односу на функцију управљања и извршну функцију. Управљачка функција менаџмента произилази из власничког односа, док функција извршења представља део управљачке функције и по правилу припада тзв. невласницима. Менаџмент је функција у односу на подређене, дакле у односу на оне којима се дају наређења, инструкције и задаци, чији рад се контролише, усмерава и води.

Треба нагласити да се у различитим ситуацијама израз менаџмент употребљава у конотативним значењима, као нпр., управљање, док у другим као руковођење, а негде и као организација. Веома важна особина менаџмента је универзалност његових начела, која се манифестује у општим потребама свих организацијских нивоа и свим подручним делатностима људске активности.

Менаџмент се може дефинисати и као активност усмерена на постизање одређених, унапред зацртаних циљева, али активностима других људи. Из наведеног се уочава да је менаџмент веома сложен и интердисциплинаран јер се односи на процес и делатност, као и на носиоце и реализаторе менаџерских функција у организацији.

Теорија и практична примена управљања ризиком потиче из САД, и то из 50-тих година XX века. У то време менаџмент ризиком био заснован на финансијској заштити путем осигурања. Временом се све више пажње поклањало превентивним мерама и преовладало је мишљење да дотадашњи агенти треба професионално да се преоријентишу и постану менаџери ризиком. Као надградња томе, менаџери ризиком убрзо добијају одговорност за успостављање и вођење комплетног менаџмента ризиком у својим компанијама.

Суштински задатак савременог менаџмента своди се на управљање променама, за разлику од традиционалне улоге која је имала задатак регулације и контроле тј. одржавање система у стабилним условима. Ако се узме у обзир да су промене у данашње време честе, динамичне, свеобухватне и са неизвесним исходом онда се нужно намеће повећана потреба за управљањем таквим неизвесностима које носе одређене ризике. Само поимање ризика може се схватити као одређена вероватноћа или могућност реализације нежељене последице неког догађаја.

У многим случајевима приступ менаџменту ризиком заснива се на искуству и праћењу индустријског тренда. Многи теоретичари оправдавају приступ и дефинишу га као успешан. Одлука за поједина стратешка улагања треба да има дефинисану величину и да се стално процењује како би била успешна у сваком тренутку.

Сви ризици имају директан или индиректан утицај на менаџмент у свим важним процесима организације. Све велике организације имају дефинисане менаџерске

тимове који управљају ризиком у: пројектима, улагањима компанијама, инфраструктури, здравственој и социјалној политици, управљању кадровима, животној средини итд. Ризик је увек актуелан, променљив, динамичан и утиче на менаџмент ризиком у ствари буде један процес.

Избор за организациону структуру ризик менаџмента врши се између централизоване или децентрализоване структуре (Слика 6.3). Контекст ризика у овом разматрању је случај кад је стање природе непознато, али постоји објективна или емпиријска евиденција о њему, која доносиоцу одлуке омогућује да различитим стањима природе додели одговарајуће вероватноће наступања. Руководилац тима за управљање ризицима, као руководилац пројекта или ризик менаџер, врши избор одговарајуће структуре, зависно о ком типу организације се ради.

При централизованом организацији руководилац тима формира тим којим он руководи, и који је одговоран за све аспекте даљег менаџмента ризиком. Ова концепција умањује одговорност за ризик појединца јер одговорност прелази на тим, а најбоље је ову концепцију користити у почетној фази процене ризика тј. припреми за управљање ризиком. Рад у овој фази састоји се у дефинисању оквира рада, прикупљању информација о предмету анализе, обради података и дискусији о евентуалном проширењу планова тима. С друге стране, свака централизација менаџмента ризиком води ка погрешним и непотпуним проценама, конфузији и трошењу ресурса.



Слика 6.3. Начелна структура организације за управљање ризицима

При децентрализованом концепцији степен децентрализације зависи од степена поделе одговорности за менаџмент ризиком. У тој структури постоје тимови за процену ризика, сваки у својој области (језгро тима сачињавају најчешће представници следећих функција и сектора: маркетинг, производња, технологија, набавка, контрола квалитета и продаја, а по потреби врши се и проширење члановима из других функција: логистика, постпродаја, право итд.), који су носиоци процене ризика и носиоци одговорности за ризик. У оквиру ових тимова постоји потреба за дефинисањем руководиоца тима који је уједно и члан главног тима за менаџмент ризиком.

У процесу ризик менаџмента неопходно је укључити и спољне уговараче и сараднике који врше процену сопственог ризика и укључују га у укупну процену ризика. Неопходно је укључити и запослене који ће реализовати акциони план. Координатор менаџмента ризиком асистира руководиоцу тима у процесу менаџмента ради

успешније имплементације и избегавања појединих проблема. За координатора се бирају искусни и обучени менаџери и они у суштини представљају лице за везу једне организације са спољним сарадницима, запосленим и са топ менаџментом. Ову дужност координатор треба да обавља поред своје основне дужности чиме се још једном потврђује да је менаџмент ризиком интегрални део укупног менаџмента. У општем случају координатор менаџмента је уједно и вођа тима за менаџмент ризиком, а његова основна улога као координатора је организовање састанака, обезбеђивање подршке од стране руководства, обезбеђивање услова за рад, упознавање чланова тима са захтевима руководства, праћење резултата, термина и напредовања тима и извештавање руководства.

Главни тим за процену ризика састоји се од представника свих тимова за процену ризика и спољних уговарача и сарадника како би се осигурало обједињавање и имплементација свих одлука у форми погодној за процес доношења одлука али и разумљивој крајњим извршиоцима. Доношењем одлука на овај начин спречава се самостално доношење одлука у оквиру тимова за процену ризика.

Због тога је анализа ризика увек повезана са нежељеним резултатима и последицама. Доносилац одлуке мора проучавати какав ће бити резултат и како ће бити повезан са осталим у циљу могућности одређивања вероватноће његовог наступања. Потом се могу евалуирати пројекти, односно алтернативе одлучивања и изабрати најбоља акција. Анализа ризика пружа доносиоцу одлуке логички оквир који му омогућава избор најбоље акције.

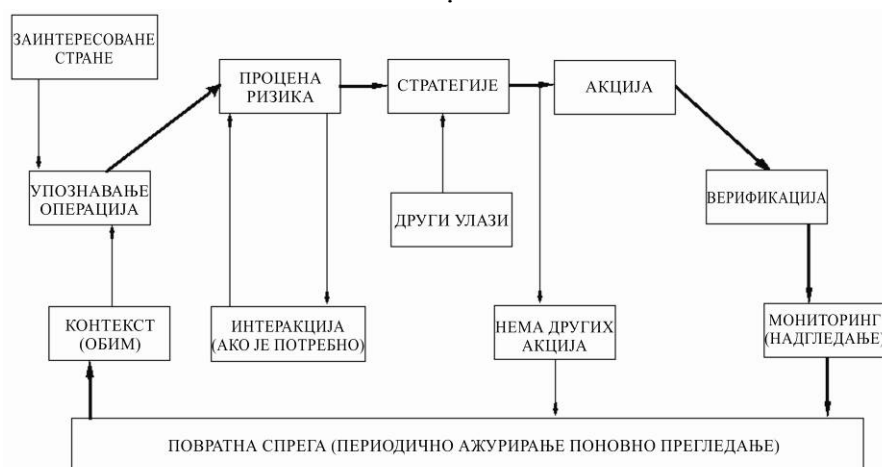
Руководилац тима за управљање ризицима може да ангажује и независну организацију за процену ризика, и то за посебне случајеве процене и за посебне захтеве (хардвер, софтвер, специфичне области, итд.), када у систему не постоје експерти за ту област или када је потребна независна процена. Учешће спољних организација је ограничено. Ограничења регулише топ менаџмент уговором на предлог тима за процену ризика.

Концепт разних менаџмента заснива се на основној претпоставци да је то планска, далековидна, структурирана, информативна и стално променљива техника. Кључ успешног ризик менаџмента је рано планирање и агресивна имплементација. Добро планирање омогућава организовани, свеобухватни и интегративни процес идентификације и процене ризика, а затим адекватног реаговања и предузимање мера.

Иако свака стратегија ризик менаџмента зависи од природе система који разматра, данашња истраживања разних аутора показала су да се добра стратегија менаџмента заснива на процесима приказаним на слици 6.4. Сваки процес менаџмента почиње планирањем које се може дефинисати као процес постављања будућих циљева, претпоставки о околини у којој треба да се реализују дефинисани циљеви, избор правца акције, средстава и начина остваривања циљева. Планирање подразумева анализу прилика и могућности организације у променљивој околини, укупних потенцијала, предности и недостатака, алтернативних праваца развоја и сл. Овде се под планирањем не мисли на прецизне и формалне краткорочне и дугорочне планове, већ на дугорочну стратегијску оријентацију организације, а то подразумева дијагнозу безбедносног окружења, одређивање правца деловања, циљева које при томе треба остварити, стратегију коју треба изабрати за остваривање тих циљева, те менаџерско одлучивање кроз све те фазе.

С обзиром на то да се све, остале функције менаџмента усклађују, у процесу планирања, с одабраним циљевима и задацима деловања лако је схватити одговорност менаџера који извршавају ову функцију. Планирање је саставни део менаџмента на

свим нивоима али се његова димензија разликује с обзиром на различите нивое менаџера



Слика 6.4. Фазе менаџмента ризиком

Планирање је темељна полазна функција менаџмента. То је процес који укључује избор задатака и циљева, акције за њихово остваривање и захтева за одлучивање, односно избор између алтернативних будућих смерова деловања. Планови осигуравају рационалан приступ остваривању претходно одабраних циљева.

Планирање ризика је почетна фаза менаџмента ризиком и представља скуп акција које се спроводе у оквиру целокупног процеса менаџмента ризиком и дефинисане су планом менаџмента ризиком. Састоји се од: дефинисања контекста проблема и обима пројекта и упознавања са операцијама. У планирање ризика треба укључити све заинтересоване стране.

Основни елементи плана менаџмента ризиком су:

- сумарни приказ система: визија, мисија, циљеви и намена система, потребни стандарди, стратегија развоја;
- начин разматрања ризика: методе за процену ризика, детерминисање ризика, скале за рангирање ризика;
- организација процеса менаџмента ризиком кроз фазе;
- одговорност за менаџмент ризиком.

6.4.1. Циклус управљања акциденталним ризицима

Основни циљ управљања ризиком је задржавање квалитета система и у случају могућих реализација ризичних догађаја. Управљање ризиком треба да обезбеди континуалну егзистенцију система.

Управљање ризицима у животној средини у основи има за циљ да поузданије и свестраније истражи стање и постигнути ниво припремљености свих субјеката у спречавању појава, процеса и догађаја који угрожавају живот, здравље људи и животну средину, и на основу тога, да оцене предлоге и сугестије за даљи развој система за управљање ризицима у животној средини.

Циклус управљања акциденталним ризицима (Слика 6.5) подразумева суму свих активности, мера и програма који се предузимају пре, у току и након акцидента у циљу

избегавања акцидента, смањења његовог утицаја и опорављања од претрпљене штете. Постоје три кључне фазе у оквиру управљања акциденталним ризицима.

Фаза пре акцидента. Активности које се предузимају у овој фази имају за циљ смањење потенцијалних и материјалних губитака у случају акцидента. На пример, спровођење кампања за рано упозорење, ојачавање постојећих слабих структура, припремање планова у оквиру управљања ризицима на нивоу локалних заједница итд. Активности предузете у овој фази називају се мере приправности и ублажавања.

Фаза током трајања акцидента. Подразумева кораке који се предузимају ради што ефектнијег збрињавања жртава и смањења претрпљене штете. Активности предузете у овој фази називају се мере тренутног реаговања на удес.

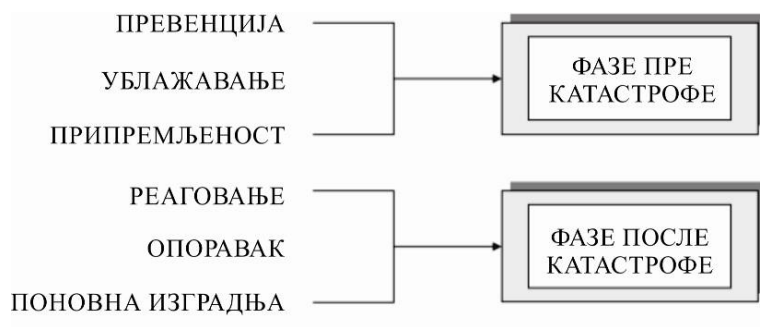
Фаза након акцидента. Подразумева предузимање иницијативе за реаговање на удес у циљу брзог опоравка погођеног становништва непосредно након што се акцидент одиграо. Ове активности се називају мере брзог реаговања и опоравка.



Слика 6.5. Циклус управљања акциденталним ризицима
(Извор: <http://ekageoinfo08.files.wordpress.com/2009/02/drm.jpg>)

Циљеви управљања удесима су: смањити или избећи потенцијалне губитке од хазарда, обезбедити брзу и прикладну помоћ жртвама катастрофе, постићи брз и ефективан опоравак.

Да би се постигао први циљ неопходно је предузети мере превенције, ублажавања и минимизације ефеката удеса. Стога, фазе које претходе удесима су од кључне важности. Фазе циклуса управљања удесима приказане су на слици 6.6.



Слика 6.6. Фазе циклуса управљања удесима
(Извор: *Integrating Environmental Safeguards into Disaster Management*)

Превенција. Превенција укључује мере заштите и обезбеђења за заустављање ефеката удеса. Ова укључује политичке и законодавне мере које се односе на урбано планирање, а нису штетне по људско благостање и стање екосистема. У неким случајевима је тешко потпуно спречити удес, те су стога наредна два корака веома важна.

Ублажавање. Ублажавање смањује ризик од удеса. Подела у зоне и подесно коришћење земљишта, на пример, грађевине са потпором у обалским подручјима или задржавање вегетација земљиште, као и образовање и подизање свести становништва су примери ублажавања.

Припремљеност. Циљ припремљености јесте смањити до најнижег нивоа људске жртве и оштећења грађевина и природне инфраструктуре кроз брзе и ефектне поступке. Правилно примењене мере припремљености дозвољавају заједницама и институцијама брзо и организовано реаговање у катастрофалним ситуацијама. Мере припремљености такође укључују систем раног упозорења, планове и путеве за евакуацију и слично.

Реаговање. Мере тренутног реаговања на удес (тренутно ублажавање) се реализују након што се удес догоди. Реаговање представља скуп активности предузетих непосредно после катастрофе са циљем смањења броја људских жртви, пружања помоћи и ублажавања патње, као и смањења губитака у економском смислу. Примери ове фазе су смештање људи на сигурне локације и обезбеђивање помоћи у виду хране, одеће и примарних неопходних услова за живот.

Опоравак (повратак у нормално стање). Активности које се предузимају у овој фази обезбеђују бар минималне људске активности и функционисање грађевина од важности, као и одређивање смерница за нормализацију животног стандарда после катастрофе. Ово подразумева изградњу привременог смештаја и постизање одређеног нивоа животног комфора.

Поновна изградња - реконструкција. Ово је дугорочно реаговање на ефекте катастрофе. У овој фази обнавља се инфраструктура, екосистеми и услови живота уопште.

6.4.2. Главне компоненте управљања акциденталним ризицима

Управљање ризиком подразумева скуп мера и поступака превенције, приправности, одговора на нежељени догађај (акцидент) као и санацију последица нежељеног догађаја у циљу смањења ризика и стварање услова под којим ризик може бити прихватљив. Предузимање мера усмерених на елиминисање узрока настанка или минимизацију ефеката ризичног догађаја, као и мера за обезбеђење минималних губитака и отклањање последица уколико дође до реализације ризичних догађаја, чини основ управљања ризиком.

У литератури су присутне различите дефиниције управљања ризиком [4]:

- Управљање ризиком је аспект управљања квалитетом који има подржавајућу улогу у остваривању захтеваног квалитета система. Основни циљ управљања квалитетом је таква имплементација стратешког плана управљања која обезбеђује захтевани квалитет система, док је циљ управљања ризиком задржавање квалитета система и у случају могућих реализација ризичних догађаја. Управљање ризиком треба да обезбеди континуалну егзистенцију система.

- Управљање ризиком подразумева управљање којим се постиже одговарајући биланс између стварања могућности за добит и минимизацију губитака.
- Управљање ризиком је такав приступ управљања који је заснован на идентификацији и контроли оних области и догађаја који су потенцијални изазивачи нежељених промена у систему.
- Управљањем ризиком од удеса, подразумева скуп мера и поступака превенције, приправности, одговора на удес и санације ради смањења вероватноће његовог настанка и могућих последица, а има за циљ стварање услова под којим је ризик од постројења и рада опасних инсталација на одређеном простору прихватљив.
- Управљање ризиком је организовани процес идентификације и мерење ризика, избора, развоја и примена опција за третирање ризика и праћење ризика.

Главне компоненте управљања акциденталним ризицима су:

- хазард,
- ризик,
- рањивост и
- отпорност на удес.

Хазард представља опасно стање или опасан догађај који је потенцијална претња и може да нанесе штету људима, својини или животној средини. Хазарди могу да се сврстају у две категорије: природни и хазарди проузроковани људским активностима.

Природни хазарди су они који настају услед природних феномена (метеоролошког, геолошког па чак и биолошког порекла). Примери природних хазарда су циклони, цунамији, земљотреси и ерупције вулкана које су искључиво природног порекла. Клизишта, поплаве, суше и пожари су социо-природни хазарди, будући да су проузроковани и природним и људским активностима. На пример, поплаве могу настати због обилних падавина, клизишта или блокирања одводних система комуналним отпадом.

Хазарди проузроковани људским активностима углавном настају због људског немара. Они су повезани са индустријским постројењима и постројењима за производњу енергије и обухватају експлозије, ослобађање опасног отпада, попуштања брана итд. Постоји много врста хазарда, неки се дешавају чешће, други само повремено, али у основи њиховог значења могу се груписати на следећи начин:

Ризик је мера очекиваних губитака услед хазарда који се одиграо на одређеном подручју током одређеног временског интервала. Ризик од хазарда је функција тог одређеног хазарда и губитака које би он могао да нанесе. Степен ризика зависи од: природе хазарда, рањивости погођених елемената и економске вредности тих елемената.

Рањивост се може дефинисати као степен до ког одређено друштво, структура, служба или географско подручје може поднети одређени хазард на рачун своје природе и изграђености, као и удаљеност од подручја склони хазардним догађајима. Рањивост представља ниво постојећег стања заштите локалне заједнице, односно осетљивости друштва на претње. Рањивост можемо сврстати у две групе: физичка и социо-економска рањивост.

Физичка рањивост разматра се ко и шта може бити оштећено или уништено приликом хазарда као што је хемијски удес. Узима се у обзир стање људи и елемената од ризика као што су грађевине, инфраструктура, биљни и животињски свет, и близина

односно локација као и природа хазарда. Такође се разматра структура зграде и њена техничка способност да издржи утицаје којима је изложена током трајања хазарда.

Социо-економска рањивост је степен у којем популација погођена хазардом не зависи само од физичког стања већ и од социјално-економских услова друштва. На пример, сиромашна друштва или људи нису у могућности да граде куће од стабилних бетонских конструкција. Самим тим, они су у опасности да изгубе своје домове када год дође до појаве снажног ветра или циклона. Због сиромаштва они такође нису у могућности да поново изграде себи домове.

Отпорност на удес се може дефинисати као „извори, средства и снага једног домаћинства или заједнице да се избори са или припреми за превенцију, ублажавање или брз опоравак након акцидента“. Могућност носивости људи појединачно такође може бити узета у обзир. Могућност носивости са хазардом се може сврстати у две групе: физичка и социо-економска.

Физичка носивост са хазардом јавља се код људи којима су куће уништене циклонима или њиве поплавама могу да спасу неке ствари из својих домова или са фарми; људи који имају такве вештине могу у кратком року да нађу привремено или стално запослење у случају примораности миграције из погођеног подручја.

Социо-економска могућност носивости са хазардом јавља се код људи који у највећем броју акцидената претрпе велике губитке у физичком или материјалном смислу. Богати људи имају могућности да се опораве брже а и бивају ређе погођени хазардом јер живе у сигурнијим подручјима и њихове куће су направљене од квалитетнијих материјала. Чак и ако се деси да им је сва имовина уништена, они имају могућност да се много брже изборе са тим.

6.4.3. Методе за процену акциденталног ризика

Већина опасности на индустријским објектима настаје као резултат планских (организованих) или хаваријских (непрописних) испуштања (емисија) у атмосферу штетних (токсичних) или експлозивно-запаљивих материја и бурног ослобађања великих количина енергије. Те опасности имају различиту природу свог настанка, механизам и специфичност деловања на човека, опрему и природну средину, као и потенцијалне размере ширења у околни простор. У вези с тим, неопходна етапа анализе је и обављање идентификације карактеристичних (специфичних) опасности на посматраном објекту са физичког аспекта.

За идентификацију, анализу и оцену елемената опасности система животне средине примењују се различите методе. Међутим ни један метод није универзалан, јер могућност примене методе зависи од специфичности система, начина функционисања, етапе спровођења анализе и критеријума оцене. Методе омогућују да се уради сценарио развоја удеса или утврди учесталост њеног настанка. За израду сценарија догађаја (сценарио је увек нежељени догађај или комбинација нежељених догађаја).

С обзиром на аспект примене може се извршити следећа класификација метода:

- методе за процену ризика техничких система,
- методе за процену ризика радне делатности људи,
- методе за процену ризика управљачке делатности/менаџмента и
- методе за анализу акцидента.

У оквиру ових метода користе се многи методе из области анализе поузданости, безбедности, штета итд., али само као алати или процедуре, односно као део методо-

логије за процену ризика. У даљем тексту биће наведене најчешће коришћене методе.

Методе за процену ризика техничких система су:

- анализа енергије (*Energy Analysis - EA*),
- студије хазарда и операбилности (*Hazard and Operability Studies - HAZOP*),
- анализа начина, ефеката (и критичности) отказа (*Failure Mode And Effects and Criticality Analysis - FMEA/FMECA*),
- анализа стабла грешке (*Fault Tree Analysis - FTA*),
- анализа стабла догађаја (*Event Tree Analysis - ETA*),
- дијаграм безбедносне баријере (*Safety Barrier Diagram*),
- дијаграм узрок-последица (*Cause - Consequence Diagram*),
- матрица реакције (*Reaction Matrix*),
- модели анализе последице (*Consequence Analysis Models*).

Методе за процену ризика радне делатности:

- анализа грешке човека (*Human Error Analysis*),
- процена поузданости човека (*Human Reliability Assessment - HRA*),
- техника за предвиђање нивоа људске грешке (*Technique for Human Error Rate-THERP*),
- когнитивна поузданост и метод анализе грешке (*Cognitive Reliability and Error Analysis Method - CREAM*),
- хијерархијска анализа задатка (*Hierarchical Task Analysis*),
- когнитивна анализа задатка (*Cognitive Task Analysis - JCA*),
- анализа безбедности рада (*Job Safety Analysis*).

Методе за процену ризика управљачке делатности/менаџмента:

- аудити - уопште (*Audits - in general*),
- пропуст менаџмента и стабло ризика (*Management Oversight and Risk Tree - MORT*),
- међународни систем нормирања безбедности (*International Safety Rating System - ISRS*),
- аудит безбедности, здравља и окружења (*Safety, Health and Environment audit-SHE*),
- студија културе безбедности, опасности и операбилности (*Safety Culture Hazard and Operability Study SCHAOP*),
- еволуција акцидента и метод баријере (*Accident Evolution and Barrier Method - AEB*),
- секвенцирање мултилинеарних догађаја (*Multilinear Events Sequencing - STEP*),
- анализа промена (*Change Analysis*),
- анализа одступања (*Deviation Analysis*),
- анализа функције безбедности (*Safety Function Analysis*).

У циљу процене опасности и дефинисање мера које је неопходно применити како би се могуће опасности свеле у границе прихватљивости, могу се користити методе дате у препорукама и упутствима Светске здравствене организације:

- *Specification for Environmental Management Systems BC7750:1994*;
- *Systeme de management environmental AFNOR 30X-200*;
- Акт о уређењу менаџмента животне средине Немачке (*NAGUS*) DIN, 1993;
- ISO смернице за управљање животном средином;

- Уредба 1863/93 *EU* за eko-audit;
- Класификација опасних материја методом *RHI (Reaction Hazard index)*;
- *Dangerous Properties of Industrial Materials Sixth Edition N. Irving Sax-K. Weisburger-Van No strand Reinhold Company- New York, Cincinnati, Toronto, London, Melbourne 1985.*
- Методе за анализу хазарда дате у техничком упутству за контролу хазарда од стране Међународне организације за рад *ILO* Женева 1990. година;
- *Hommel: Handbuch der Gefarlichen Gutar, Springer Varlag-Berlin*;
- *Chemical-Abstracts-registarski brojevi CAS-RN*;

Треба напоменути да поједине методе могу бити коришћене паралелно са методама за процену ризика (Анализа стабла грешке, Студије хазарда и операбилности, Анализа безбедности рада, Анализа промена).

Такође треба нагласити да се у оквиру метода за процену ризика често користе и методе претходне анализе опасности:

- Чек-листе (*Checklists*),
- „Шта-ако“ анализа (*"What-if" Analysis*),
- Претходна анализа опасности (*Preliminary Hazard Analysis*).

Прво се користе методе које дају приказ процене опасности и добре су за анализу ризика локације. Након тога следе системске методе, применљиве за детаљну анализу високоризичних постројења у индустрији. Стога је запосленима у телима локалне власти корисно познавати ове методе. Информације које индустрија нуди о ризицима везаним уз техничке системе можда се највише темеље на једној или на више ових напредних метода.

Потреба за поузданошћу у индустријским процесима значи да је опрема често врло сложена. Метода анализе ризика тежи бољем разумевању међуповезаности између различитих система и начина на које сложени ток догађаја, с великом могућношћу људске грешке, може довести до озбиљног акцидента. Резултати такве детаљне анализе могу се користити у следећим случајевима:

- при одлучивању о смештају опасних радњи;
- при одлучивању о улагању у опрему за спречавање акцидента или ограничавање његових последица;
- при конструисању процесне опреме и надзорних система;
- при успостављању поступака рада и одржавања;
- при припреми докумената о безбедности постројења.

Методе анализе врло су сличне што се тиче утврђивања и карактеризације извора ризика, без обзира да ли су у питању пожари и експлозије или истицање опасних материја. Помоћу тих метода може се проценити и вероватноћа.

6.4.3.1. Метода стабло догађаја

Примена метода стабла догађаја заснива се на рашчлањивању посматраног система животне средине на више нивоа у облику низа који се завршава настајањем удеса и/или загађењем животне средине и негативним дејством на живот и здравље човека и природне и радом створене вредности.

Стабло догађаја у основи се заснива на логичким методама и методу вероватноће. Често се примењује за анализу безбедности и поузданости система. На врху „гране

стабла“ налази се нежељени догађај, на пример, отказ елемената система који доводи до настајања удеса и/или загађења животне средине. Метод стабла догађаја је дедуктивни метод јер полази од општег према посебном (до утврђивања вероватноће могућих догађаја, отказа појединих елемената система). Међутим ако посматрамо само догађај који се већ десио и желимо да утврдимо узроке онда анализу спроводимо обрнутим путем, индуктивном методом, формирањем стабла решења, које нам омогућује да утврдимо који су сви догађаји утицали на појаву удеса и/или загађења животне средине.

Анализа методом стабла догађаја састоји се из неколико фаза:

- одређивање крајње нежељеног догађаја;
- анализирање специфичности система;
- формирање стабла отказа;
- представљање стабла отказа алгебарским симболима;
- сумирање квантитативних података о отказу елемената система;
- оцена вероватноће отказа;
- одређивање осетљивости система и најзначајнијег појединачног утицаја на вероватноћу појаве крајњег нежељеног догађаја.

Циљ квантитативне анализе стабла догађаја је да се утврди вероватноћа појаве почетних догађаја.



Слика 6.7. Израда сценарија методом стабла догађаја

Анализа методом стабла догађаја почиње с нежељеним догађајем (инцидентом), у овом случају истицањем материје из неког претпостављеног складишта. Анализа започиње питањем: што ако складиште пропушта и опасна се материја испушта у животну средину. У постројењу постоји систем за узбуђивање заједно с контролним поступцима (мониторингом) који прате могућност испуштања. Узбуђивање (аларм) се активира у случају ако праћење опасне материје утврди истицање материје.

Стабло догађаја на слици 6.7 треба да садржи све могуће комбинације које могу довести до испуштања материје у животну средину. Комбинација која садржи могућност да систем за праћење откаже, а да се аларм активира, има вероватноћу

појављивања „нула“ због очитог разлога што се аларм не може активирати без сигнала из система за мониторинг. За остале комбинације, вероватноћа појављивања за сваки од догађаја (ради/отказао) треба се проценити користећи се статистичким методама или подацима из литературе. Методе теорије вероватноће (нпр. поједностављени изрази за сложене вероватноће, за међусобну инкомпатибилност догађаја) могу се користити за сваку од комбинација догађаја. Сваком нежељеном догађају приписује се одређена вероватноћа.

6.4.3.2. Метода стабла последица

За разлику од анализе стаблом догађаја, анализа методом последица, полази од претпоставке последице и затим иде према „напред“, како би се препознале могуће комбинације догађаја. Нежељени догађај, испуштање материје у животну средину, налази се на врху стабла последица. Анализа код стабла последица наставља с одговарањем на питања шта може изазвати догађај на одређеном нивоу стабла. За догађај испуштање материје у животну средину потребна су два друга догађаја: пукотина у складишту (зиду посуде) и отказивање система за узбуђивање. На следећем нижем нивоу стабла показује се како до отказивања тог система долази и то због отказивања система за праћење (мониторинг) или до отказивања у самом систему. Као и у анализи стаблом догађаја, догађајима се приписују припадајуће вероватноће.

6.4.3.3. Метода стабла отказа

За анализу фазе иницирања удеса, изазваних отказивањем опреме, најчешће се користи метода стабла отказа. Метода је систематична, односно представља логички аргументован дефинисан скуп отказивања елемената система, који могу доводити до удеса. Метод стабла отказа захтева од истраживача потпуно разумевање функционисања система и карактера могућих отказивања њених елемената. Метод раставља удес на саставне компоненте дефинисане отказима опреме. Дати метод је метод „ретроактивно разумевање“. Резултат анализе стабла отказа је преглед комбинација отказа опреме. Свака таква комбинација је минимални скуп отказа опреме, чија истовремена реализација води ка удесу.

6.4.3.4. Метода *IDEA-TECDOC-72*

Метода *IDEA-TECDOC-727* полази од унапред одређених вероватноћа нежељених догађаја (инцидента) појединих делова процеса. Нормирање се врши за различите делове технолошких процеса производње и складиштења. Начин рачунања сложених вероватноћа, врши се сабирањем логаритама:

$$H_{pt} = H_{pt}^* + n_{ut} + n_z + n_o + n_n \quad (6.1)$$

где је: H_{pt}^* - просечан број вероватноће за постројење и за материју (логаритам), док су n корекциони параметри зависни од врсте и делова опреме, степену управљачке безбедности, организације, итд.; H_{pt} - логаритам сложене вероватноће.

6.4.3.5. Метода упитника

Метода упитника у оцени елемената опасности је једноставан метод који може дати добру основу за сагледавање стања система животне средине. Метод упитника развијен је

у циљу одржавања опреме у нуклеарним централама, хемијским индустријама, а касније је прихваћен и у осталим гранама и делатностима. Упитници се могу примењивати у свим подручјима истраживања где је потребно прикупити податке о сагледавању стања и у циљу предузимања даљих поступака (анализа стања, истраживање хемијских удеса и загађења животне средине, предузимање корективних мера итд.).

Основни циљ у примени метода упитника је да се помоћу стандардизованог поступка путем питања и одговора прикупи што више информација о жељеном проблему истраживања. Креација упитника је високостручан посао који квалитетно може да уради само искусан стручњак, експерт који је потпуно упознат са свим елементима система за који се креирају упитници. Уз то упитник мора да одговара циљу који је постављен односно треба имати у виду шта се жели постићи прикупљањем података. Упитници се могу формирати као опште и посебне чек-листе.

Опште чек-листе се развијају за прикупљање података о општем стању, док се појединачним чек-листама детаљније истражују жељена стања и промене у систему. Појединачне чек-листе се могу примењивати код специфичне опреме и када се жели дубља анализа. Упитници у систему оцене еколошког ризика могу да се користе у било којој фази од пројектовања, изградње, пуштања у рад, пројектовања система заштите па све до постпројектних анализа утицаја на животну средину. Упитници се посебно дају за сваку фазу.

6.4.3.6. Статистичке методе

Статистичким методама добијамо одређене информације у облику показатеља о загађењу животне средине, обољевању људи као и корелације зависности утицаја појединих елемената опасности на посматрану појаву. У статистичкој анализи посматра се понашање појаве (удес, загађење, обољевања људи) са свим пратећим манифестацијама у односу на изворе и узроке. На основу тако добијених података изводе се закључци који у процесу планирања, пројектовања или предузимања одговарајућих мера заштите могу имати врло значајну улогу. Извори прикупљања података за формирање статистичког скупа могу бити: статистички узорак, статистички извештаји о обољевању људи, монографија, статистички упитник и др.

Статистичка анализа стања животне средине и коришћења природних ресурса јесте социјално економска анализа која укључује комплексне показатеље који карактеришу стање животне средине, искоришћеност природних ресурса и узајамно дејство човека и животне средине.

Данас се може говорити о следећим статистичким показатељима стања и очувања животне средине и то:

- параметара загађења и/или очувања атмосфере;
- параметара коришћења и/или очувања водених ресурса;
- параметара коришћења и/или очувања земљишних ресурса;
- параметара коришћења и/или очувања шумских ресурса;
- параметара очувања и рационалног коришћења минералних ресурса.

6.4.3.7. Методе експертских оцена

По, дефиницији, експерт је особа са високим степеном знања или вештине у некој области, а експертни систем је група узајамно делујућих елемената који чине целину.

Ова два термина обухватају природу експертског система, који представљају једну од најинтересантнијих области вештачке интелигенције.

Ослањајући се на висок степен знања, искуства, информације о одређеним законитостима у посматраној области, на познавање суштине проблема и на интуицију, експерти могу са великом вероватноћом донети одговарајућу одлуку. То се односи и на услове неодређености у којима је отежана примена других метода. У системском приступу анализе животне средине задатак и циљ методе своди се у суштини на рационалнију примену расположивих средстава и информација, научног и стручног сазнања у решавању конкретних проблема у условима неодређености, када се не располаже са потпуним полазним информацијама или је за утврђивање таквих информација отежана примена експеримената или других метода анализе. У тим условима системски приступ анализе животне средине омогућује упрошћавање проблема издвајањем најбитнијих фактора за остваривање задатака и циља система. Метод експертних оцена омогућује отклањање утицаја који се односе на неодређеност и субјективност индивидуалних оцена о донетим одлукама и судовима.

Често се у пракси примењују методе експертне оцене које нису решења већ корисна информација која помаже избору ваљаног решења. На основу добијених вредности за одређене алтернативе експертном методом лице које усваја решење и доноси одлуке примењује ту информацију као основу за одлучивање.

6.4.3.8. Метода анализе начина, учинка и критичности отказа (FMECA)

У оквиру програма "Apolo", у САД развијена је метода за критичко преиспитивање пројектних решења за производе (услуге) и процесе, позната под општеприхваћеном скраћеницом **FMECA** (*Failure Mode, Effects And Criticality Analysis*). Метода анализе начина ефеката и критичности отказа је једна од техника из теорије поузданости која се користи најчешће у фази пројектовања сложених система ради оцене безбедности система. **FMECA** се примењује за преиспитивање пројеката, нових производа, услуга и процеса.

6.4.3.9. Метода вредновања фактора ризика

За вредновање фактора ризика најчешће се користе оцене 1-10 (могу се користити и други интервал). Критеријуми и правила вредновања појединих фактора ризика дати су у табели 6.1.

Израчунавање индекса приоритета ризика R за сваки пар могућа грешка-могући узрок по једначини:

$$R = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \quad (6.2)$$

Табела 6.1. Основна правила вредновања фактора ризика

Вредност Фактор	СКАЛА									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R_1 (Вероватноћа појаве грешке)	Не појављује се					↔	Сигурно се појављује			
R_2 (Последице грешке)	Никакве					↔	Катастрофалне			
R_3 (Вероватноћа откривања)	Сигурно се може открити					↔	Тешко се може открити			

6.4.3.10. Метода упоредне анализе

Методом упоредне анализе најчешће се анализирају пописи који често обухватају посебне захтеве за техничко уређење опреме и одговарајуће радне процедуре. Резултат анализе је попис забелешки о томе да ли су испоштовани технички прописи и спецификације. Постоје више општих контролних пописа за увид у ризике система у целини. Контролни пописи садрже питања о значају опасних материја, критичним тачкама процеса, утицају спољних чиниоца. Контролни попис опасности користи се и у другим методама идентификације, анализе и оцене ризика.

6.4.3.11. Метода анализе узрока и последица

Ово је спој двеју метода. Почињемо догађајем и тражимо које би резултате могао изазвати, затим се враћамо како бисмо размотрили шта би било потребно да проузрокује тај догађај. Графички приказ је налик дрвету с корењем које представља могуће почетне догађаје. Корење се састаје и ствара дебло које представља догађај. Дебло се грана на низ могућих завршних догађаја, а поједини од њих могу бити непожељни.

Анализа последица процеса с опасним материјама требала би показати: која количина опасних материја је напустила одређени систем; које је решење проблема; што би могло бити оштећено у подручју на које утиче истицање; штета која се може очекивати по људе, имовину и животну средину.

6.4.3.12. Метода анализе „Шта ако?“

Метода анализе „Шта ако?“ служи за идентификацију и утврђење извора ризика одговарањем на питање какав би учинак био услед низа неочекиваних догађаја који би могли имати озбиљне последице. Метода анализе „Шта ако?“ користи се у индустрији како би се сагледали ризици везани за измену процесне опреме и радних процедура. Резултат методе анализе „Шта ако?“ је табела потенцијалних удеса и загађења животне средине и њихових последица, као и предлога о мерама смањења ризика ако се то сматра потребним.

Анализа „Шта ако?“ захтева боље познавање процеса и радних поступака у постројењу него што то тражи груба анализа. Стога се метода анализе „Шта ако?“ често спроводи путем разговора са особљем одговорним за рад и одржавање постројења. Могући проблеми и погрешке наводе се у упитнику. Као основа за анализу потребан је одговарајући технички опис постројења (укључујући планове и дијаграме процеса/инструмената, итд.). Метода анализе „Шта ако?“ је логична и даје вредне информације, не захтевајући пуно рада. Метода је добра и детаљни је наставак „грубе анализе ризика“ на посебно опасним постројењима, па као таква може бити корисно средство за анализу ризика од удеса и загађења животне средине.

6.4.3.13. Метода анализе ризика и поузданости (*HazOp*)

Метода анализе ризика и поузданости (*HazOp*) је детаљнија и више аналитичка у односу на претходно описане. Користи се за утврђивање чиниоца ризика и могућих радних проблема, као и за разраду следа удеса и загађења животне средине или прекида производње.

Метода анализе ризика и поузданости (HazOp) води темељном схватању важности одређених критичних тачака и учинка људских грешака у раду и одржавању, као и изради пописа опасности и поступака који би могле довести до прекида производње. За методу анализе ризика и поузданости (HazOp) је потребно детаљно техничко предзнање. Метода анализе ризика и поузданости (HazOp) користи се у оквиру индустрије. Оправдана је само као део анализе врло сложених система у којима би удес и загађење животне средине проузроковало озбиљне последице.

6.4.3.14. Метода „грубе“ анализе ризика

Метода „грубе“ анализе ризика или „уводна анализа ризика“ користи се за утврђивање извора ризика без залажења у техничке појединости. Циљ методе грубе анализе ризика је стварање опште слике о томе који системи могу узроковати велики ризик од удеса и загађења животне средине. Потом се за високоризичне системе може користити нека детаљнија метода.

Метода „грубе“ анализе ризика користи се у раној фази планирања новог индустријског пројекта/поухвата или постројења. Резултат грубе анализе идентификације ризика је врло приближна процена вероватноће појаве удеса и загађења животне средине, заједно са проценом последица.

Анализа захтева информације о опасним материјама које се обрађују, количинама, врсти опреме и поступцима који се користе, о смештају опасних материја и карактеристикама локације.

6.4.3.15. Метода анализе на основу дијаграмског приказа догађаја

Ова се метода користи за утврђивање и процену почетних догађаја који могу довести до штете, илуструјући повезаност међу различитим фазама акцидента. Почетни догађаји могу бити кварови у деловима система, људска грешка или спољашњи чиниоци попут одрона или грома.

Анализа почиње ранијим догађајем и наставља разматрањем његових последица и услова који се морају превладавати да би се догађај наставио. Анализа на основу обрнутог дијаграма креће се у супротном смеру, започињући ранијим крајњим догађајем и тражећи му узроке.

6.4.3.16. Метода анализе учинка

Описане методе су покушаји утврђивања извора ризика. Оне илуструју начин на који различити чиниоци утичу на вероватноћу акцидента конструишући почетни догађај или водећи процес према закључку о опасном удесу. Анализа последица разматра штету коју би акцидент могао проузроковати

6.4.3.17. Методе засноване на основу дијаграма

Ове се методе заснивају на разгранатим дијаграмима који системски приказују низ међузависних догађаја. Потребни су детаљни описи процеса и опреме. Ове методе захтевају много времена, а резултате је тешко протумачити. Оне су стога ограничене на одређени део система. Постоје реални програми који подржавају израду и тумачење оваквих дијаграма.

6.4.3.18. Метода анализе кварова, резултата и последица

Ова метода анализира елементе система, његове функције, могуће кварове и последица тих кварова. Метода се усредсређује на саставне делове система, али се може искористити и за предвиђање резултата људске грешке. Рад се темељи на попису елемената, опису система и његове функције, као и искуствима с кваровима. Ова је метода систематична и прикладна за употребу у многим техничким системима. Метода не може дати много информација ако је систем тако сложен да неки квар може изазвати акцидент само ако дође и до низа других грешака или кварова. У тим случајевима нужно је користити се "разгранатим" дијаграмом.

6.4.3.19. Метода анализе способности

Грешке у систему обично се јављају као резултат грешака оператера системом или квара делова. Постоје две сличне методе анализе. У једној је нагласак на последицама људских грешака, а у другој методи на техничким кваровима. Обе методе примењиве су за ограничену анализу одређених система или задатака. Оне нису битне у уводним фазама анализе ризика.

6.4.3.20. Метода анализе на основу обрнутог дијаграма с грешкама

Ова метода се користи за утврђивање комбинације људских грешака и механичких кварова који могу довести до одређених врста оштећења. "Крајњи догађај" почетна је тачка анализе. Вероватноћа појаве крајњег догађаја може се увидети из услова који узрокују његову појаву. Овом методом долази се до обрнутог разгранатог дијаграма који наводи комбинацију основних догађаја нужних и довољних за појаву крајњег догађаја.

6.4.3.21. Метода анализе људске поузданости

Ова метода користи се за један специфичан аспект рада односно одржавања. Реакције оператера машином на различите ситуације документују се логичким редоследом. Разматрају се резултати оних реакција до којих је дошло прекасно или до којих није ни дошло. Бележе се грешке које су могле имати озбиљне последице. За ову анализу је потребно детаљно познавати системе, схватити поступке и процес одлучивања. Искуство показује како је погрешно тумачење опасних ситуација и неодговарајуће реаговање на њих, често узрок акцидента. Зато је важно утврдити да ли је опрема тако постављена и поступци тако уређени да се где год то могуће избегне људска грешка, а могуће последице ограниче. Резултате људских грешака треба размотрити са свим могућим аспектима. Тренутно највеће интересовање исказује хемијска индустрија.

6.4.3.22. Метода индексног рангирања (*Dow-Mondov* индекс)

Индексне методе користе се за утврђивање извора ризика и разврставање различитих делова постројења за обраду опасних материја према ризику од пожара и експлозија. Метода индексног рангирања користи се за разраду различитих чиниоца ризика и користи од информације што се обрађује о опреми, контролним и безбедносним системима. Бројчани чиниоци користе се за израду индекса ризика од пожара и експлозија као и „укупног“ ризика. Ове процене базирају се на упоређењу са подацима из претходних удеса и загађења животне средине. Категорија ризика показује да ли је

потребно разматрати превентивне мере. Разрадом индекса за различите делове постројења може се доћи до објективне упоредне анализе ризика. Метода индексног рангирања захтевнија је од претходно описаних метода и потребан је значајнији напор да би се усвојиле методе анализе. *Dow* и *Mond* разрадили су рачунарски програм за примену методе индексног рангирања.

6.4.3.23. Гретенерова метода

С развојем индустрије и друштва порасла је потреба за методама процене ризика од пожара. Да би се донекле прецизно проценила вероватноћа и последице пожара, потребни су сложени прорачуни. Не постоји општа метода процене ризика од пожара за све зграде и за све активности. Доступно је неколико метода. Неке од њих се могу искористити како би се приказали ефекти различитих превентивних мера на нивоу ризика. Проучавање ризика од пожара посебно је важно за индустријске комплексе, складишта, болнице, школе, хотеле, јавне грађевине итд.

У Европи најчешће коришћену методу процене ризика од пожара развио је у Швајцарској 1960-их М. Гретенер. Намењена индустријским постројењима, али се може применити и на робне куће, хотеле, изложбена средишта, стамбене блокове и болнице. Гретенерова метода при процени ризика од пожара узима у обзир архитектуру, конструкцију и садржаје зграде. Разматрају се запаљивост, степен ватроотпорности, настајање дима и корозивни учинци дима. (Уз ограничене количине кисеоника, пожар у нафтном погону, погону с пластиком или гумом може створити велике количине дима иако је јачина пожара ниска. Пожари такође, могу створити корозивне или токсичне гасове.)

Око 1980. године у САД је разрађена нова метода анализе ризика која означава нови приступ овом проблему. Покушава се у обзир узети учинак понашања људи и аутоматске опреме. Разматрају се различите категорије људи - нпр. стари, болесни и људи с потешкоћама. Метода се темељи на упоређивању заштитних мера и ризика којима су изложене различите групе људи. Заштитне мере обухватају људске реакције на ситуацију и могућност евакуације, као и физичке карактеристике зграде.

7. ИНИЦИЈАТИВЕ И СТАНДАРДИ ЗА УПРАВЉАЊЕ ХЕМИЈСКИМ УДЕСИМА

7.1. МЕЂУНАРОДНИ ОКВИР

У циљу повећања безбедности од великих акцидентата у *EU* је половином деведесетих и почетком 2000. године донешен низ докумената чији су захтеви, у односнu на дотадашње схватање управљање ризиком, у многoме измењени. Тако на пример, *Конвенција о прекограничним ефектима индустријских удеса (UN/ECE, Helsinki 1992)* - регулише поступке страна уговорница ове Конвенције у случајевима „прекограничних ефеката“. Детаљнија је од *Seveso I* Директиве у развоју процедура за контролу хемијских удеса, које се могу прихватити као основни методолошки приступ процени ризика:

Први став преамбуле наводи: „Признавање значаја и хитности спречавања озбиљних штетних ефеката индустријских удеса по људе и животну средину, и промовисања свих мера које стимулишу рационалну, економичну и ефикасну употребу превентивних мера, припремљености и мера одговора да се омогући одрживи економски развој који је ваљан по питању заштите животне средине“.

Конвенција регулише процедуре, међу потписницама ове Конвенције, значајне за трансграничне ефекте. Такође дефинише детаљне процедуре у процени и управљању ризицима (Чланови 6 до 12: Превенција, Доношење одлука, Приправност, Информисање и учешће јавности, Системи обавештавања о индустријском удесу, Одговор на удес, Међусобна помоћ). Ове процедуре се могу узети као основни методолошки приступ у креирању система процене и управљања ризицима на свим нивоима управљања (локални, подручни, национални и међународни) и може бити комбинован са правилима и обавезама дефинисаним у Директиви 96/82/ЕС.

Директива 96/82/ЕС усмерена је на превенцију од великих удеса која обухвата опасне материје и ублажавање последица по човека и животну средину обезбеђивањем високих нивоа заштите на конзистентан и ефикасан начин. Новине у овој Директиви (у односу на *Seveso I*) су: Обухват је проширен и поједностављен; Систем управљања безбедношћу (*SMS - Aneks III*)- нови управљачки и организациони методи; Тестирање интерних и екстерних планова приправности у случају опасности; Планирање коришћења тла (Члан 12); Инспекцијски системи (Члан 18).

Ова Директива инсистира на хармонизацији једног броја прописа који се на законодавном нивоу баве контролом ризика и удеса: заштита животне средине, транспорт, планирање употребе земљишта, изградња, итд. Процес хармонизације се заснива на усвајању и увођењу принципа и праксе у релевантно законодавство, при чему се предвиђа да ово прво обезбеди контролу опасности од великих удеса. Дужност Земаља чланица је да: поставе надлежне органе, поставе тела која ће помагати надлежним органима на техничком нивоу, дефинишу политику за спречавање великих удеса, дефинишу садржај *Извештаја о безбедности* и *Плана за ванредне ситуације* (интерни и екстерни), организују инспекцијски надзор, организују информациони систем и размену информација, и информишу Комисију о примени директиве.

У овом тренутку, Државе чланице *EU* регулишу област хемијских удеса одредбама *Seveso III* Директиве. У поређењу са *Seveso I* и *II*, *Seveso III* омогућава бољи приступ грађана (локалне заједнице) информацијама о ризицима који настају од активности

компанија које користе или транспортују опасне материје, о понашању у случају удеса, и о ефикаснијим правилима у вези учешћа јавности.

Директива о интегрисаној превенцији и контроли загађивања животне средине (96/61/EC-IPPC) има за циљ успостављање интегралне превенције и контроле загађивања које потиче из активности регистрованих у Анексу I (П.4 - хемијска индустрија). Члан 3. дефинише генералне принципе обухватајући основне обавезе оператера. У тачки (е) се обавезује на „неопходне мере на превенцији удеса и ограничавање консеквенци“, а у тачки (ф) „неопходне мере ка дефинитивном прекиду активности да би се избегли ризици од и повратака места оперативе у задовољавајуће стање“. Ставка (е) је од кључне важности за превенцију хемијских несрећа. Истовремено, члан 6 (Подношење молби за добијање дозвола) наводи да ће „земље чланице предузети неопходне мере да осигурају да подношење молбе надлежним властима за добијање дозволе“ укључује опис: „даљих мера планираних за усаглашавање са општим принципима основних обавеза установа наведених у члану 3“.

Што се тиче Услови за добијање дозволе (члан 9), тачка 6 дефинише да: „Дозвола ће садржати мере везано за услове који нису нормални радни услови“. Део који се односи на усаглашеност са условима за добијање дозволе (члан 14) прописује обавезу: „Установа редовно информисаће надлежне власти о резултатима контроле ослобађања материја, и без одлагања о сваком инциденту или несрећи која значајно погађа животну средину“.

APELL - „Свест и приправност за опасности на локалном нивоу“ је публикација програма UNEP IE/PAC. APELL Програм развијен је у UNEP (1988.) заједно са владама и индустријом, у циљу минимизације појаве опасних ефеката технолошких удеса и опасности по животну средину. Стратешки приступ APELL је да идентификује и развија свест о постојању ризика у индустријализованој заједници, иницира мере за редукцију и ублажавање ризика и да креира координативни развој приправности између индустрије, локалних властима и становништва.

Намењен је као помоћ доносиоцима одлука и техничким кадровима у повећању свести заједнице о постојању опасних инсталација и у припреми планова одговора на удес. приручник поставља процес од десет корака за имплементацију APELL. Ипак, наглашава се да је овај процес флексибилан и да не представља јединствени модел за превенцију и приправност за удес. механизам операција може се разликовати од места до места и може бити потребно да се прилагоди локалним условима. Главни циљ APELL је спречавање људских жртава и губитка имовине, као и обезбеђење сигурне животне средине у заједници, користећи принципе: Повећање сазнања у заједници у вези са могућим ризицима и опасностима на одређеној територији, који се може назвати „свест заједнице“; Дефинисање, на основу информација, координисаних планова за реаговање у случају опасности, који се може назвати „реаговање у случају опасности“.

TransAPELL - Савети за планове локалне заједнице у поступању са транспортом опасних материја, публикација програма UNEP IE/PAC проширује APELL упутство са ризика везаних за фиксна постројења и укључује ризике који потичу од дистрибуције и транспорта опасних роба. Планирање везано за ризике у транспорту је исто толико неопходно као и оно везано за ризике фиксних постројења, али је комплексније. Програм има два главна циља: Да креира и/или повећа свест заједнице о могућим опасностима везаним за производњу, руковање и коришћење опасних материја, и о корацима предузетим од стране власти и индустрије за заштиту заједнице од оваквих

опасности; Да развија планове за одговор на опасност у сарадњи са локалним заједницама.

Публикација „Водећи принципи у превенцији, приправности и одговору на хемијски удес - (OECD 2003)“ је припремљена као део *OECD* Програма за хемијске удесе. Намењена је обезбеђивању ефикасне хемијске заштите, тј. активностима које треба предузети у индустрији (укључујући лабораторије), на нивоу власти, заједница и власника, да би се минимализовала могућност удеса (превенција), ублажиле последице (приправност), ограничиле опасне последице по здравље и средину (одговор на удес) и спровеле активности на проучавању искустава и неочекиваних догађаја (после удеса), у циљу редуковања будућих инцидената (превенција). Документ дефинише: „златна правила“ - детаљан опис улога на свим нивоима управљања, укључујући и јавност заједнице; водеће принципе - широк и детаљан опис свих компонената програма од превенције до пост-удесних активности.

Добра пракса у приправности и одговору на опасност - UNEP & ICMM, 2005. године је документ припремљен да помогне компанијама у рударству да примене *UNEP APELL* процес са задатком да: прегледа стање планова приправности међу својим члановима; промовише *APELL* међу *ICMM* члановима; помогне члановима националних асоцијација у координирању и усвајању *APELL*; демонстрира практичну примену *APELL* истичући примере добре праксе и „научених лекција“.

Директива Савета 94/55/EC од 21.11.1994. године, о усаглашавању закона Земаља чланица везано за транспорт опасне робе друмским путем (*ADR*) и **Директива Савета 96/49/EC од 23. јула 1996. о усаглашавању закона земаља чланица везано за транспорт опасне робе железницом (*RID*)**. Директиве су документи који у оквиру Анекса дефинишу у детаље врсте опасне робе, опште захтеве (по класама), услове, транспортну опрему, паковања, итд. Директиве не дају земљама чланицама право, да установљавају специфичне безбедносне захтеве за национални или међународни транспорт опасне робе железницом или друмом. Директиве се баве питањима транспорта опасних материја на најсвеобухватнији начин. У поређењу са *Seveso* Директивом, ове прве не остављају толико пуно простора за национално законодавство у тој области. Постоји одређена сличност између *ADR* и *RID* и *Seveso* Директиве. Међутим, ниво прецизности (детаља) ових првих даје предност садржају националних докумената, који би (као подзаконски акти) требало да буду резултат *Seveso* Директиве.

7.2. НАЦИОНАЛНИ ОКВИР

Процена опасности од опасних материја и управљање ризиком, формално први пут је у Србији уведена Законом о заштити животне средине („Службени гласник РС“, бр. 66/91)[11] и доношењем Правилника о методологији за процену опасности од хемијског удеса и од загађивања животне средине, мерама припреме и мерама за отклањање последица (Службени гласник РС, бр. 60/94). Правилником се, прописује методологија за процену опасности, односно ризика од хемијског удеса и опасности од загађивања животне средине, о мерама припреме, за могући хемијски удес и мерама за отклањање последица хемијског удеса, као и начин вођења евиденције по врстама и количинама опасних материја у производњи, употреби, превозу, промету, складиштењу и одлагању. Правилник је урађен у складу са Директивом Савета 82/501/EEC(*Seveso I*). Методологија се примењује на постројења, уређаје, опрему, саобраћајна средства и друга средстава рада у којима се производе, прерађују, превозе

или складиште опасне материје према врсти и количини датих у Листи опасних материја која је саставни део правилника.

У Србији, одредбе *Seveso II* Директиве Савета су знатно транспоноване у српски закон о заштити животне средине. Одредбе *Seveso III* Директиве Савета тек треба узети у обзир. Актуелност питања безбедности индустријских постројења за Републику Србију треба посматрати, превасходно у светлу процена о ризицима које рад појединих индустријских постројења са собом носи. Један од првих (од осам) краткорочних приоритета Републике Србије у области управљања хемикалијама и заштите од удеса, односи се на „успостављање и унапређење система управљања хемикалијама и биоцидним производима на основу развијене регулативе, процедура и стандарда усклађених са *EU Acquis communautaire*“.

Доношењем Закона о заштити животне средине („Службени гласник РС“, бр. 135/04); Закона о интегрисаном спречавању и контроли загађења животне средине, („Службени гласник РС“, број 135/04) и Закона о процени утицаја на животну средину („Службени гласник РС“, бр. 135/04), поједини елементи управљања ризиком од опасних материја дефинисани докумената ЕУ су уграђени у ову законску регулативу Србије.

Законом о заштити животне средине („Службени гласник РС“, бр. 135/04) уређује се интегрални систем заштите животне средине у Републици и он представља добру општу основу за креирање и доношење регулативе и процедура у области процене и управљања ризиком од хемијских удеса.

Управљање опасним материјама- односно заштита од материја са опасним својствима, као и планирање, организовање и предузимање превентивних и санационих мера под условима и на начин којим се обезбеђује смањење ризика од удеса и пружање адекватног одговора на удес дефинисано је чланом 29. У члану 38 одређено је да: „правно и физичко лице које обавља активности у којима је присутна или може бити присутна једна или више опасних материја у количинама које су једнаке или веће од прописаних, а које могу изазвати удес дужно је да у поступку процене утицаја пројекта на животну средину, односно прибављања интегрисане дозволе изради процену опасности од удеса“. Процена опасности од удеса израђује се на основу посебне методологије и садржи услове за управљање ризиком који се односе на: спровођење мера превенције, приправности и одговора на удес; предузимање мера отклањања последица удеса, односно санације.

Поступање са опасним материјама у производњи, превозу, стављању у промет, коришћењу, складиштењу или одлагању дефинисано је чланом 58. у коме се каже да: „правна и физичка лица између осталог имају и обавезу да: израде *план заштите од удеса* и да најмање сваке три године врше његово ажурирање или ревизију у складу са променама у раду постројења, примени технологије или обављању активности, укључујући и проверу приправности за његово спровођење; спроводе превентивне и друге мере управљања ризиком од удеса из плана заштите од удеса; израде извештај о стању сигурности који је доступан јавности и да најмање сваких пет година, као и у случају промена у раду постројења или обављању активности, врше ревизију извештаја о стању сигурности“.

Обавеза одговора на удес дефинисана је чланом 59. У случају удеса, правно или физичко лице без одлагања организује и спроводи планиране мере и поступке реаговања на удес и ангажује људе и средства у складу са израђеним планом заштите од удеса.

Законом о интегрисаном спречавању и контроли загађења животне средине, („Службени гласник РС“, број 135/04) уређују се: „услови и поступак издавања интегрисане дозволе за постројења и активности која могу имати негативне утицаје на здравље људи, животну средину или материјална добра, врсте активности и постројења, надзор и друга питања од значаја за спречавање и контролу загађивања животне средине“.

Међу основним начелима интегрисаног спречавања и контроле загађивања (Члан 3) је и „начело предострожности“ које се свакако мора примењивати и у управљању ризиком од удеса: „Свака активност мора бити спроведена на начин да се: не проузрокује било какво знатно загађење; спрече или смање емисије на самом извору загађивања које доводе до загађења ваздуха, воде и земљишта; спречи или смањи коришћење необновљивих природних ресурса и енергије; спречи или смањи стварање отпада; сведе на минимум ризик по здравље људи, животну средину и материјална добра“. Начело предострожности остварује се: проценом утицаја на животну средину, проценом опасности од ризика и коришћењем најбоље доступних техника. Чланом 9. тачка 7 - регулише се да је за добијање интегрисане дозволе неопходно поседовати План мера за спречавање удеса и ограничавање њихових последица.

Закон о процени утицаја на животну средину („Службени гласник РС“, бр. 135/04) уређује поступак процене утицаја за пројекте који могу имати значајне утицаје на животну средину, садржај студије о процени утицаја на животну средину, учешће заинтересованих органа и организација и јавности, прекогранично обавештавање за пројекте који могу имати значајне утицаје на животну средину друге државе, надзор и друга питања од значаја за процену утицаја на животну средину. Процедура процене утицаја коју дефинише овај закон има, поред осталог, и карактеристику превенције од удеса. То је дефинисано у Члану 17 који специфицира садржај Студије о процени утицаја на животну средину и у тачки 7. дефинише да је обавеза да Студија треба да садржи и „процену утицаја на животну средину у случају удеса“.

У креирању нове регулативе која ће третирати процену и управљање ризицима од удеса при раду са опасним материјама, треба имати у виду и Закон о стратешкој процени утицаја на животну средину, којим се утврђују услови, начин и поступак вршења процене утицаја одређених планова и програма на животну средину.

Уредба о превозу опасних материја у друмском и железничком саобраћају, Службени гласник Р. Србије 53/2002. [12], прописује услове и начин обављања превоза опасних материја у друмском и железничком саобраћају и надзор над обављањем овог превоза на територији Р. Србије. Овом Уредбом (Члан 15) се прописује да је предузеће или друго правно лице које се бави превозом опасних материја дужно да изради план заштите од удеса, спроводи превентивне и друге мере управљања ризиком од удеса у зависности од количине, врсте, и карактеристика опасних материја у превозу и у случају удеса да организује и спроведе прописане мере реаговања на удес. Сагласност на план заштите од удеса издаје министарство надлежно за издавање одобрења за превоз опасних материја.

Дефинисање елемената за управљање ризиком у Србији почиње доношењем Методологије за процену опасности, дате у оквиру документа „Правилник о методологији за процену опасности од хемијског удеса и од загађивања животне средине, мерама припреме и мерама за отклањање последица“, 1994 [7]. Правилник је донешен на основу Директиве Савета 82/501/EEC (*Seveso I*), па је јасно да не укључује Директиву 96/82/EC, Директиву 96/61/EC, *UN/ECE* Конвенцију о трансграничним ефектима индустријских удеса, *UN/ECE* Конвенцију о процени утицаја на животну

средину у трансграничном контексту и Протокол уз конвенцију о стратешкој процени утицаја.

Анализа Правилника о методологији за процену опасности од хемијског удеса и од загађивања животне средине, мерама припреме и мерама за отклањање последица (Службени гласник РС бр. 60/94), докумената *EU* и других међународних докумената, показала је да је потребна ревизија исте посебно у структури и процедурама у складу са: Директивом 96/82/EC, *UN/ECE* Конвенцијом о трансграничним ефектима, *UNEP APELL* и *TransAPELL* програмом, *OECD* принципима за хемијске удесе.

Као што је већ напоменуто, у циљу предузимања свих неопходних мера за спречавање хемијских удеса, ограничавање утицаја тих удеса на живот и здравље људи и животну средину као и у циљу стварања услова за управљање ризиком, 2009. године донешене су измене и допуне Закона о заштити животне средине („Службени гласник РС“ бр.135/2004, 36/2009, 36/2009 - др. закон, 72/2009 - др. закон и 43/2011 - одлука УС). Усвајањем наведених измена као и пратећих подзаконских аката у национално право у потпуности су имплементиране одредбе Директиве 96/82/EC о контроли опасности великих акцидентата који укључују опасне супстанце (*Seveso II* директива). Наведеним изменама Закона уведен је нови термин „*Seveso* постројење“. *Seveso* постројење, односно постројење у којем се обављају активности у којима је присутна или може бити присутна опасна материја у једнаким или већим количинама од прописаних, јесте техничка јединица унутар комплекса где се опасне материје производе, користе, складиште или се њима рукује.

Постројење укључује сву опрему, зграде, цевоводе, машине, алате, интерне колосеке и депое, докове, истоварна пристаништа за постројења, пристане, складишта или сличне грађевине, на води или копну, а које су нужне за функционисање постројења. У вези са овим је и појам „оператер“ који је дефинисан као свако физичко или правно лице које, у складу са прописима, управља постројењем, односно комплексом или га контролише или је овлашћен за доношење економских одлука у области техничког функционисања постројења. Под „комплексом“ се подразумева просторна целина која је под контролом оператера, где су опасне материје присутне у једном или више постројења, укључујући појединачну или заједничку инфраструктуру, односно појединачне или заједничке активности.

Одредбама Закона о заштити животне средине (пре свега оним које се односе на „заштиту од хемијског удеса“, чланови 58 - 63) прописане су обавезе оператера и других субјеката између осталог, да сви оператери *Seveso* постројења су дужни да предузму све неопходне мере за спречавање хемијског удеса и ограничавање утицаја тог удеса на живот и здравље људи и животну средину како би се створили услова и за управљање ризиком. Према одредбама члана 59. Закона, оператер *Seveso* постројења, односно комплекса, у коме се обављају активности у којима је присутна или може бити присутна једна или више опасних материја, у једнаким или већим количинама од прописаних, дужан је да изради Политику превенције удеса као и да изради Извештај о безбедности и План заштите од удеса за ново *Seveso* постројење. Правилником о листи опасних материја и њиховим количинама и критеријумима за одређивање врсте документа које израђује оператер *Seveso* постројења, односно комплекса („Службени гласник РС“ бр. 41/2010) и Упутством за одређивање врсте документа које израђује оператер *Seveso* постројења дати су критеријуми за одређивање да ли неки оператер представља *Seveso* постројење и критеријуми за одређивање врсте документа које треба да изради.

Критеријуми за израду докумената Политика превенције удеса или Извештај о безбедности и План заштите од удеса одређују се на основу количина датих: Листом опасних материја и њихових граничних количина и Листом класа опасности и граничних количина опасних материја.

Заштита од хемијског удеса код индустријских постројења која имају значајне количине опасних материја на својој локацији, али која нису *Seveso* постројења, тј. имају мање количине опасних материја од прописаних Правилником о листи опасних материја и њиховим количинама и критеријумима за одређивање врсте документа које израђује оператер *Seveso* постројења, односно комплекса („Службени гласник РС“, бр. 41/2010), уређена је Законом о ванредним ситуацијама („Службени гласник РС“, бр. 111/2009) и налази се у надлежности Министарства унутрашњих послова. Узимајући у обзир делатност којом се бави, врсту и количину опасних материја и објекте које користи, привредно друштво и друго правно лице има обавезу да сачини и План заштите од удеса и да у складу са тим документом, предузме мере за спречавање удеса и ограничавање утицаја удеса на живот и здравље људи, материјална добра и животну средину.

Методолошки оквири за израду као и садржај наведених докумената у циљу управљања хемијским ризиком, на свим нивоима у Р. Србији, разрађени су у оквиру: Методологије израде Извештаја о безбедности и Плана заштите од удеса („Службени гласник РС“, бр. 41/2010) и Методологије за израду процене угрожености - ризика и планова заштите и спасавања у ванредним ситуацијама („Службени гласник РС“, број 96/12. године).

Анализа ових смерница је показала да они садрже: методологију за израду процене опасности од удеса са опасним материјама; услове за управљање ризиком: мере превенције, приправности и одговора на удес и мере отклањања последица удеса, односно санације; садржај плана заштите од удеса и извештаја о стању сигурности; начин вођења евиденције о врстама и количинама опасних материја и начину и роковима достављања података; нивое концентрација опасних материја у медијумима животне средине о којима се обавезно обавештава јавност, као и критеријуме за утврђивање обима удеса за проглашавање стања угрожености животне средине од удеса.

Такође овим документима се прописује и садржај плана заштите од удеса органа јединица локалне самоуправе, као и план заштите од удеса и извештај о удесу правних и физичких лица (оператера) који немају обавезу израде процене утицаја пројеката на животну средину, прибављања интегрисане дозволе, односно који обављају активности са опасним материјама у количинама мањим од прописаних.

8. ПРОЦЕНА РИЗИКА ОД ХЕМИЈСКОГ УДЕСА У ЛОКАЛНОЈ ЗАЈЕДНИЦИ - ИНТЕГРАЛНИ ПРИСТУП

На основу анализа случајева више хемијских акцидентата који су се десили код нас и у индустријски развијеним земљама дошло се до сазнања да су основни узроци њиховог догађања грешке људског фактора, техничко-технолошке грешке и грешке услед елементарних и других непогода већих интензитета.

Грешке људског фактора које су изазвале највећи број хемијских акцидентата огледају се у следећем: незнање или недовољно знање, непоштовање сигурносних прописа, нестручно, неодговорно руковање са опасним материјама које изазивају и грешке у вођењу процеса, низак ниво стручне оспособљености и припремљености радника, нефункционисање и неблаговремена провера свих сигурносно-техничких система, непознавање опасности и тежња да се умањи инвестицијски, производни трошкови, неефикасна унутрашња контрола у производњи, преради, промету, ускладиштењу и одлагању опасних материја.

Техничко-технолошки ризици су били узрочници догађаја хемијских акцидентата услед поремећаја у процесу производње или прераде опасних хемијских материја, застареле или дотрајале опреме, грешке у дизајну или технологији, замору материјала, блокадама и кваровима сигурносних вентила, цевовода и др.

У оквиру досадашњих активности на управљању ризиком од хемијског удеса могу се уочити неки недостаци:

- потцењивање степена опасности од могућег настанка хемијског удеса већих размера;
- недовољно схватање концепта методологије управљања ризиком;
- бирократски и формалистички приступ извршавању прописима утврђених обавеза;
- недовољна стручна оспособљеност лица која се укључују у разматрање ове проблематике у циљу изналажења практичних решења;
- недовољно техничко-технолошка документација није детаљно сагледана и упоређена са изведеним стањем;
- поједина израђена планска документација нису увезана и ажурна, тако да План заштите од удеса нема употребну вредност;
- организованост и припремљеност снага и средстава планираних да учествују у одговору на удес није путем вежби провераван и не налази се на задовољавајућем нивоу;
- нема потребне сарадње са општинским органима, центрима за обавештавање и другим органима и организацијама, тако да систем оперативног деловања није у адекватној функцији;
- едукација кадрова у вези управљања ризиком се не спроводи, због непостојања одговарајућих програма и не придаје се довољно значаја информисању становништва у околини објеката који представљају одређену потенцијалну опасност за могући настанак удеса.

Управљање ризиком од удеса врши се на основу извршене процене опасности од рада и коришћења објеката, постројења, уређаја, инсталација, опреме, саобраћајних средстава и других средстава рада у којима се производе, прерађују, превозе, складиште или на други начин користе опасне материје које могу изазвати удес, ради

заштите људи, природних и материјалних добара и других објеката у околини опасних активности.

Процена угрожености је условљена географским положајем локалне самоуправе, постојањем индустријских постројења и значајних саобраћајница и другим природним и социо-економским факторима. Проценом се израђује могућа угроженост становништва материјалних и културних добара и животне средине од опасности, настанка и последица ванредних ситуација, потребна способност и спремност субјеката организоване заштите и спасавања као и њихово стање и могућности за спровођење мера заштите и спасавања.

Општи методолошки приступ управљања ризиком од удеса садржи (Слика 8.1):

- анализу опасности од удеса;
- мере превенције, приправности и одговора на удес;
- мере отклањања последица од удеса (санација).



Слика 8.1. Методологија управљања ризиком од удеса

Применом јединственог методолошког приступа стварају се услови под којим ће ризик од рада опасних инсталација и постројења на одређеном простору бити прихватљив, односно којим ће се обезбедити услови за безбедно управљање ризиком од удеса на прописани начин.

Стручна, поуздана анализа опасности од акцидента важан је елеменат управљања ризиком од хемијског акцидента. Анализом опасности од удеса могуће је предвидети адекватне техничко-технолошке и друге мере превенције; успоставити ефикасан систем заштите; добити неопходне податке за потребе планирања, превенције, приправности, одговора на акцидент и санацију животне средине.

Циљ анализе опасности од хемијских удеса је:

- дефинисање проблема који су у вези са техногеном делатношћу са опасним материјама, а праћени су емисијом материја и ослобађањем енергије у животној средини;
- избор приоритета за предузимање управљачких акција и
- одређивање ефективности реализације мера за умањење ризика.

Процес анализе опасности од удеса обухвата:

- идентификацију опасности,
- приказ могућег развоја догађаја - сценарио и
- анализу последица од удеса.

8.1. ИДЕНТИФИКАЦИЈА ОПАСНОСТИ

Идентификација обухвата израду анализе карактеристика свих опасних активности и опасних материја неопходних за утврђивање настанка могућег нежељеног акцидента и најважнији корак је управљања ризиком. Циљ идентификације је провера и утврђивање свих критичних тачака процеса и постројења, посебно могуће изворе опасности од акцидента између делова процеса унутар инсталације, између појединих инсталација и објеката ван индустријског комплекса. Посебно се анализира људски фактор као могући извор опасности од пожара, експлозије, изливања опасних материја у животну средину.

Идентификација опасности обухвата сакупљање података и прибављање свих релевантних чињеница неопходних за идентификацију опасности, и то: потребна техничко-технолошка документација; физичке и хемијске карактеристике материја у процесу. Наводе се максималне количине опасних материја које су присутне или могу бити присутне у *Seveso* постројењу, односно комплексу у било ком тренутку, хемијски назив, *CAS* и *UN* број, назив према међународно признатој хемијској номенклатури (*IUPAC*), тривијални назив за сваку од пописаних опасних материја. У случајевима коришћења трговачких назива за материје које се јављају као смеше потребно је дати њихов састав укључујући садржај активне материје. У приказу особина опасних материја треба издвојити битне карактеристике са становишта могућих последица по живот и здравље људи и животну средину од наведених:

- физичке и хемијске особине: молекулску масу, температуру топљења, кључања и паљења, густину, агрегатно стање, испарљивост, растворљивост и хемијску стабилност;
- отровност: акутну токсичност изражену као средњу смртну дозу (LD_{50}) или средњу смртну концентрацију (LCt_{50}), ефективну дозу (ED) или ефективну концентрацију (EC), дозу или концентрацију које су тренутно опасне по живот и здравље ($IDLH$), као и податке о концентрацијама које иритирају кожу и слузокоже. Дати податке о хроничној токсичности, кумулативним и закаснелим дејствима, синергизму, антагонизму и адитивном деловању две или више токсичних материја, као и канцерогености, мутагености, ембрио и генотоксичности;
- акутну и хроничну токсичност за биљни и животињски свет;
- еко-токсичност: биодеградабилност, хемијску деградацију, биоакумулацију, мобилност и акватичну токсичност (рибе, алге, дафније и др.);
- GVE : концентрације које су одређене као граничне вредности емисије у ваздуху;
- ниво загађујућих материја у медијумима животне средине;
- MDK_{rp} : концентрације које су одређене као максимално дозвољене за радни простор;
- експлозивност: биланс кисеоника, енергију и температуру експлозије, температуру разлагања, притисак експлозије, хемијску стабилност, брзину детонације, осетљивост на удар, осетљивост на варницу, пламен, топлоту, трење, влагу, осетљивост на површинска загревања и др.;
- за гасове и паре који могу да граде експлозивне смеше: доња граница експлозивности - DGE (LEL - *Lower Explosion Limit*) и горња граница експлозивности - GGE (UEL - *Upper Explosion Limit*) и осетљивост на површинска загревања;
- запаљивост: температуру паљења, самопаљења, горења, продукте сагоревања, брзину сагоревања, специфичну топлоту, класе пожара, температурне класе, материје и методе за гашење пожара;

- реактивност: типове и механизме реакција, продукте реакција, компатибилност са другим хемијским материјама и материјалима, катализатори, стабилизатори, флегматизатори, осетљивост на *UV* и друга зрачења;
- корозивност: дејство на органске материје, укључујући људску кожу и слузокоже, дејство на неорганске материје, материјале опреме за производњу и складиштење;
- термичка и хемијска постојаност: стабилност на повишеним температурама и старење, садржај нечистоћа, хидролитичка стабилност и стабилност на утицај ваздуха.

За опасне материје које настају у току удеса као продукти експлозије, сагоревања, разградње и као продукти међусобног реаговања материја у удесу дати следеће: начин и услове настанка; количине које могу настати; физичко-хемијске, токсиколошке и еко-токсиколошке особине.

Прикупљање података врши се формираним типским обрасцима на основу којих се може извршити идентификација, анализа, квантификација и квалификација опасних материја; као и питања о: предузећу, одговорним лицима, потенцијално опасним материјама, slabим (критичним) тачкама у процесу производње због којих је могућ удес, стручној оспособљености лица која учествују у управљању опасним материјама, могућим узроцима и последицама хемијског удеса, мерама безбедности и заштите радника и заштите животне средине, о здравственом стању радника, системима заштите у предузећима, о томе која установа врши мерења и праћења загађујућих материја, служба или лице надлежно за праћење и спровођење мера заштите животне средине, да ли предузеће има сачињену еколошку студију или елаборат о заштити животне средине који се односи на процену угрожености радне и животне средине, као и о томе да ли предузећа имају израђене планове заштите у случају удеса.

Идентификација извора опасности обухвата проверу свих критичних тачака процеса и постројења, посебно могуће изворе опасности од удеса унутар инсталација, између појединачних инсталација, као и објеката ван индустријског комплекса, укључујући и опасност од удеса у току транспорта. Посебно се анализира људски фактор као могући узрок удеса. У оквиру идентификације извора опасности одређују се: „критичне тачке“ у систему; узрок догађаја од значаја за процену ризика и стабло догађања са потенцијалним последицама.

„Критичне тачке у систему“ су она места у процесу рада која, са аспекта грађевинско-техничког, технолошког или организационог (управљачког) представљају најчешћи могући узрок иницијалног догађаја који доводи до удеса.

Узрок догађаја од значаја за процену ризика који се анализира у директној је вези са вероватноћом да догађај настане. Оцена ризика у светској пракси се углавном заснива на догађајима са највећом вероватноћом, а догађаји са малом вероватноћом се само теоријски разматрају, због тога што су догађаји са малом вероватноћом најчешће узроковани ванредним ситуацијама, као што су саботажа, ратна дејства, елементарне непогоде и сл. или кардиналне грешке у вођењу процеса. Неколико хемијских акцидентата са катастрофалним последицама захтевало је промену приступа овој проблематици, па је у светској литератури (нпр. *"RMP For Ammonia Refrigeration Facilities"*) сада очигледна тенденција да се израђује и сценарио најгорег могућег догађаја (*"Worst case release scenario"*).

Идентификација опасности од удеса примењује се у поступку пројектовања као и у току рада инсталација. Примена идентификације опасности у фази пројектовања треба

да омогући безбедно функционисање будућих инсталација, а на постојећим инсталацијама треба да укаже на ризике који нису на одговарајући начин контролисани према предложеном, односно постојећем решењу.

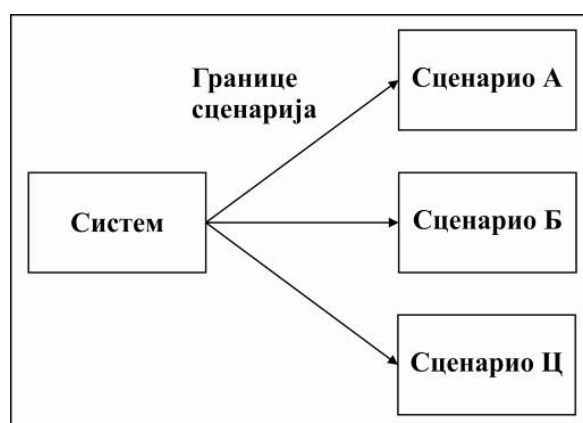
8.2. ПРИКАЗ МОГУЋЕГ РАЗВОЈА ДОГАЂАЈА - СЦЕНАРИО

Сценарио обухвата сагледавање могућег обима удеса и насталих последица по живот и здравље људи, животну средину, материјална добра и др. Сценарија морају да одговарају сложености постројења, сложености и опасности производних процеса, степену опасних активности оператера и могућим последицама. Сценарија треба изабрати на основу идентификованих критичних тачака и особина опасних материја, као и ефеката који могу настати (експлозија, пожар, испуштање и ширење гасова, пара, течности, аеросола и прашине, модели продирања и распрострањања опасних материја у земљиште, површинске и подземне воде). Слична сценарија се не понављају. Обавезно је обрадити сценарио најгорег могућег удеса који има највеће последице по људе и животну средину.

За приказ могућег развоја догађаја могу се користити следеће методе:

- анализа могућих отказа делова опреме и уређаја или система у целини (хлађење, загревање, контрола процеса, транспорт опасних материја и сл.) и развоја догађаја;
- анализа развоја догађаја (анализа стабла догађаја) од узрока удеса (иницијалног догађаја) до главног догађаја;
- анализа стабла грешака од главног догађаја до његовог узрока (иницијалног догађаја) и
- комбинованом методом која се заснива на комбиновању претходних метода.

Начелом дефинисања сценарија одређује се начин изградње сценарија, који су, с обзиром на систем могући само у одређеним (физичким) границама. Начело дефинисања сценарија приказано је на слици 8.2:



Слика 8.2. Начело дефинисања сценарија

Најједноставнији начин одређивања сценарија је методом браинсторминга.

Експертни начин израде сценарија спроводи се следећим методама: метода стабла последица (енгл. *Fault tree*) или стабла догађаја (енгл. *Event tree*), које се овде објашњавају.

Осим ових метода, у тексту ће се размотрити и одређивање нежељеног догађаја (тј. израде сценарија) по *IAEA-TECDOC-727* методи. Значај ове и сличних метода су унапред одређене вероватноће за различите делове процеса производње, складиштења и промета опасних материја који се међусобно повезују логаритамским изразом.

Анализа методом стабла догађаја почиње с нежељеним догађајем (инцидентом), у овом случају истицањем материје из неког претпостављеног складишта. Анализа започиње с питањем: што ако складиште пропушта и опасна материја се испушта у околину.

У постројењу постоји систем за узбуњивање заједно с контролним поступцима (мониторингом) који прате могућност испуштања. Узбуњивање (аларм) се активира у случају ако праћење опасне материје утврди њено истицање.

Стабло догађаја треба да садржи све могуће комбинације које могу довести до испуштања хемикалије у животну средину. Комбинација која садржи могућност да систем за праћење откаже, а да се аларм активира, има вероватноћу «нула» из разлога што се аларм не може активирати без сигнала из система за мониторинг.

За разлику од анализе стаблом догађаја, анализа методом стабла последица, полази од претпоставке последице и затим иде према „напред“, како би се препознале могуће комбинације догађаја. Анализа укључује примену логичких оператора, најчешће „И“ или „ИЛИ“ Нежељени догађај, испуштање опасних материја у животну средину, налази се на врху стабла последица. Анализа код стабла последица наставља с одговарањем на питања што може узроковати догађај на одређеном нивоу стабла. За догађај испуштање опасних материја у животну средину потребна су два друга догађаја: пукотина у складишту (зиду посуде) и отказивање система за узбуњивање. На следећем нижем нивоу стабла показује се како до отказивања тог система долази и то због отказивања система за праћење (мониторинга) или до отказивања у самом систему.

8.3. АНАЛИЗА ПОСЛЕДИЦА

Анализа последица обухвата:

- моделирање ефеката,
- анализу повредивости,
- одређивање могућег нивоа удеса и
- процену ризика.

8.3.1. Моделирање ефеката

Према дефинисаним сценаријима израчунавају се и моделирају ефекти удеса и одређује ширина повредиве зоне. За израду модела су потребни следећи подаци и параметри: параметри произашли из природе хемијског једињења и његових физичко-хемијских, токсиколошких, екотоксиколошких и других особина;

- количине хемијских материја и агрегатна стања у коме се материје налазе;
- начин деловања опасних материја (експлозија, пожар, ослобађање у атмосферу, земљиште или воду);

- подаци о простору у којем се одигравају удеси: затворен простор, отворен простор, доба дана, топографске карактеристике терена, хидро-геолошке карактеристике терена, насеље или не насељен простор и др;
- метеоролошки услови: за моделирање најгорег случаја испуштања опасне материје треба користити брзину ветра $1,5 \text{ m/s}$ и атмосферску стабилност класе „I“; за анализу осталих случајева испуштања треба користити брзину ветра од $2\text{--}3 \text{ m/s}$ и стање приземног слоја у атмосфери класе „D“; за локације где постоје статистички подаци да је преовлађујуће стање атмосфере тишина и/или инверзија треба узети мирну атмосферу или инверзију за моделирање домета и зона простирања значајних концентрација опасних материја.

За анализу сценарија најгорег случаја треба користити највишу дневну температуру у последње три године и просечну влажност на тој локацији за дату температуру, на темељу података прикупљених на локацији или на локалној референтној метеоролошкој станици. Уколико најгори могући случај не захтева највећу дневну температуру треба користити ону температуру која условљава пропорционално највеће границе опасности датог сценарија. За остале случајеве користити податке за средње годишње температуре.

8.3.1.1. Моделирање ефеката експлозије и пожара

У процесу моделирања ефеката експлозије и/или пожара неопходно је израчунати и одредити зоне у којима ће се испољити сви штетни ефекти удеса (парчадно дејство експлозије, рушење, ударни талас изражен у надпритиску, пренос пожара-емитована топлотна енергија - опекотине) као и безбедне зоне за људе и објекте.

Моделирањем експлозије парног облака (*VCE - Vapor Cloud Explosion*) одређује се: пренос детонације или пожара ударним таласом на друге опасне објекте или експлозивне материје; рушења, зоне са тешким оштећењима, односно зоне ударног таласа са смртним последицама и са тешким повредама; средњих оштећења, односно зоне ударног таласа који руши лаке преграде и изазива средње повреде; лакших повреда и причињавања штете на објектима; сигурности.

Моделирањем паљења парног облака одређује се зона и граница простирања парног облака; зоне преношења топлотне енергије на суседне објекте са различитим ефектима на објекте и људе и сигурна зона.

Моделирањем експлозије пара течности у стању кључања (*BLEVE - Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion*) одређује се интензитет зрачења (површински топлотни флуks пламена) резервоара који гори, пожара истекле течности, праскања или експлозије пара течности у стању кључања, на основу геометрије, облика извора и коефицијента преноса енергије. Ови модели дефинишу: услове настанка и карактеристика ватрене лопте; зоне простирања енергије са смртним исходом за људе; зоне простирања енергије са изазивањем пожара на суседним објектима и тежим опекотинама за људе; зоне простирања енергије са лакшим опекотинама за људе и сигурне зоне.

Моделирањем пожара у запаљеној локви (*Pool Fire - burning pool of liquid*) и запаљеног млаза испуштеног гаса/паре (*Jetfire-intense "blow-torch" flame type*) одређују се: карактеристике и зоне простирања насталог пламена; зоне простирања енергије са изазивањем пожара на суседним објектима и тежим опекотинама за људе; зоне простирања енергије са лакшим опекотинама за људе и сигурне зоне.

Моделирањем ефеката експлозије судова под притиском одређују се: карактеристика физичких експлозија судова под притиском; карактеристика ограничених експлозија насталих услед хемијских реакција у судовима под притиском; зоне преношења енергије услед експлозије судова под притиском на околне објекте и људе и сигурне зоне.

8.3.1.2. Моделирање ефеката испуштања и ширења гасова, пара, течности, аеросола и прашине опасних материја

Може да се врши: идеалним моделима који претпостављају да је површина хоризонталног пресека контејнера (цистерне) константна, да се материје ослобађају из рупе у зиду, да се не ради о двофазном систему и да нема отпора при истицању; реалним моделима који узимају у обзир феномен трења; двофазним моделима који узимају у обзир квалитет и специфичну запремину смеше паре и течности; моделима који узимају у обзир нагло ослобађање течности, гасова и пара.

Испаравање лако испарљивих течности - врши се моделима испаравања: течности са земље и течности са воде.

Дисперзија гасова, пара, аеросола и чврстих честица се врши моделима за:

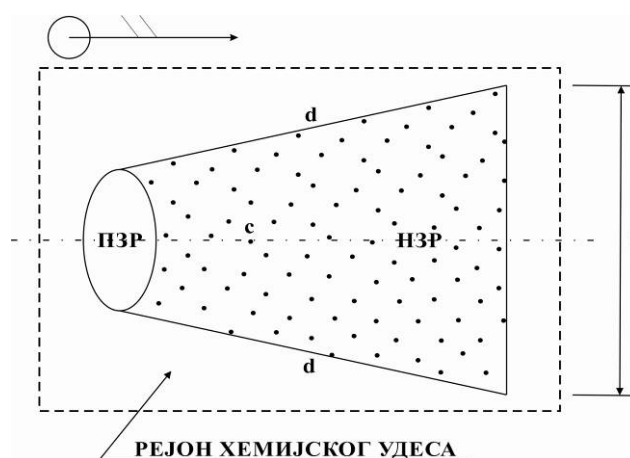
- тренутни тачкасти и запремински извор - моделују простирање и расејавање примарног облака пара и аеросола опасне материје насталог као резултат појединачног испуста пара опасне материје;
- тренутни линеарни извор - моделују простирање и расејавање примарног облака пара и аеросола опасне материје насталих као резултат деловања низа испуста формираних у линији нормалној на смер ветра;
- континуални тачкасти и запремински извор - моделују дејство појединачног испуста течне опасне материје која на рачун испаравања формира секундарни облак пара опасне материје;
- континуални линеарни извор - моделују простирање и расејавање секундарног облака пара опасне материје насталих као резултат испаравања низа течних испуста формираних у линији нормалној на смер ветра;
- континуални површински извор - моделују простирање и расејавање облака пара и аеросола изнад загађених површина које емитују опасне материје и у њиховој близини на подветреној страни;
- комбиновани извор - који укључују два или више претходно описаних извора.

У зони хемијског удеса, у зависности од услова настанка и физичко-хемијских карактеристика токсичних једињења, примарни облак контаминације настаје ослобађањем пара и аеросола (услед експлозије, пожара, слободне турбуленције или истицања течности), након чега се (утицајем метео фактора) распростире на одређену даљину (Слика 8.3).

Хемијска контаминација људи, повреде и тровања могу бити хроничног карактера, а настају уношењем токсичних једињења у организам преко респираторних органа, органа за варење, кроз слузокожу и преко коже.

Хемијски контаминанти у атмосфери, земљишту и објектима најчешће нису приступачни људским чулима. Детекција се може обављати помоћу инструмената и визуелним путем а мора бити правовремена и квалитетна.

Веома је важно колико има времена након удеса за откривање и прикупљање одговарајућих података, како би се предузеле одговарајуће заштите и приступило уклањању последица.



Слика 8.3. Шема распрострањања хемијске контаминације:
ПЗР - примарно захваћени регион; НЗР - накнадно захваћени регион

Време откривања опасности (T) може се израчунати уз помоћ једначине:

$$T = D / (V_v \cdot 60) [\text{min}] \quad (8.1)$$

где је: D - удаљеност од објекта удеса (km); V_v - брзина контаминираног облака који стиже до одређеног места (m/s).

У сваком случају, може се закључити да је време које је расположиво за узбуђивање људства веома кратко, нарочито ако се ради о високотоксичним једињењима. Мере хемијске заштите морају се предузети у што краћем року, као и сама евакуација.

Прорачун сигурносних одстојања може се извршити на више начина, као што су:

- полуемпиријски прилаз помоћу израза:

$$L = C^3 \cdot \sqrt{M} \quad (8.2)$$

где је: M - маса хемијске супстанце (g); C - константа (зависи од природе токсичне супстанце); L - полупречник опасности (km);

- прорачун на бази Гаусове расподеле;
- номограми рађени на основу "Puff" модела.
- модели за прорачун сигурносних одстојања помоћу модела *OME (Ontario Ministry of Environment)*;
- математички модел за прогнозу и процену контаминационе атмосфере;
- прорачун сигурносних одстојања модела *Clade*. У том моделу користи се адекватан израз за три стања атмосфере: неутрално (изотермија), нестабилно (конвекција) и стабилно (инверзија). Стање атмосфере одређује се на основу вредности коефицијента ϵ , према следећем:

$$e = \frac{Dt}{v^2} \quad (8.3)$$

где је: v - брзина ветра (m/s); Dt - температурни градијент (разлика температура на висини од 50 и 200 cm од земље); e - степен вертикалне стабилности ваздуха у приземном слоју.

Уколико је вредност e мања од -0,1 стање атмосфере је стабилно, за вредности веће од 0,1 је нестабилно, док је између те две вредности неутрално.

Прорачун сигурносних одстојања h по *Cladeu*:

$$h = \frac{2 \cdot C_h \cdot B_h \cdot 1000}{M_h \cdot M_z \cdot v \cdot D} [km] \quad (8.4)$$

где је: C_h - концентрација (mg/m^3); B_h - количина токсичног гаса (dm^3); M_h , M_z - дифузиони коефицијенти (за ваздух и земљиште); v - брзина ветра (m/s); D - токсична доза (mg/kg).

Трајање опасног дејства примарног и секундарног облака израчунава се према обрасцу:

$$T = \left(\frac{L^2 + 8 \cdot K_0 \cdot t}{v} \right) \cdot 0,5 \quad (8.5)$$

где је: v - брзина ветра (m/s); T - време трајања контаминације (h); L - дужина облака (km); K_0 - коефицијент; t - време протекло од настанка контаминације (h).

Подаци за процену и прогнозу хемијске ситуације су: Полазни подаци за процену и прогнозу хемијске ситуације при удесима изазваним опасним материјама јесу: подаци о удесу, јединицама и становништву, метеоролошки услови, топографске особености терена.

У податке о удесу спадају: место и време удеса (или оружана дејства/диверзија), карактер удеса, и карактеристике објекта, типских смештајних капацитета и опасних материја

На основу реалних дешавања при удесима изазваним опасним материјама формирају се физички модели описа удеса, чијом се математичком карактеризацијом дефинишу математички модели динамике настанка и понашања удеса изазваног опасном материјом.

Жариште удеса је ограничено:

- полупречником R_0 (круга у чијим се границама облак са опасном материјом премешта под дејством силе Земљине теже и не покорава се законима турбулентне дифузије), и
- пречником прихватног суда (у случају изливања опасне материје у складишни резервоар), односно пречником баре (у случају удеса при транспортовању са опасном материјом).

Пошто се претпоставља да се формира примарни облак у облику полусфере (чији је полупречник једнак висини), полупречник основе примарног облака израчунава се према једначини:

$$R_0 = \sqrt[3]{\frac{6V}{4\pi}} \quad (8.6)$$

где је: V - запремина опасних материја у почетном примарном облаку, m^3 .
Запремина почетног примарног облака са опасном материјом израчунава се према једначини:

$$V = V_m \Delta m_0 \quad (8.7)$$

где су: V_m - специфична запремина опасне материје ($m^3 kg^{-1}$), Δ - масени удео опасне материје који на одређеној температури пређе у стање паре, m_0 - укупна маса опасне материје у резервоару (kg).

Специфична запремина опасне материје V_m у парној фази израчунава се према једначини:

$$V_m = \frac{22,4}{M} \cdot \frac{T}{T_0} \quad (8.8)$$

где су: T_0 - апсолутна температура на $0^\circ C$, K ($T_0 = 273,15 K$), T - радна температура, K , ($T = 273,15 + T_{0C}$), T_{0C} - радна температура, $^\circ C$, M - молекулска маса опасне материје.

У случају сагоревања (или експлозије) ускладиштених опасних материја, на том простору настаје крајње опасна ситуација, коју карактеришу комплексно дејство високе температуре опасних материја и токсичних продуката сагоревања (или термичке разградње), ударни талас при експлозијама и други чиниоци.

Димензије „ватрене лопте“ израчунавају се према емпиријском изразу:

$$R_0 = 27,5 \cdot m^{\frac{1}{3}} \quad (8.9)$$

где су: R_0 - полупречник „ватрене лопте“, m , t - маса сагореле опасне материје, t .

У практичним прорачунима за полупречник жаришта удеса узима се $1 km$, у свим случајевима.

Процена параметара хемијске ситуације. Сви параметри хемијске ситуације у зони простирања примарног и секундарног облака пара опасне материје, који се израчунавају применом ниже наведених једначина, односе се на услове изотермије.

Дубине простирања примарног и секундарног облака израчунавају се приближно: у случају конвекције: дељењем одговарајућих параметара за услове изотермије са бројем 2 (два); у случају инверзије: множењем одговарајућих параметара за услове изотермије са бројем 2 (два).

Приближан степен опасности од контаминације парама опасне материје, при хемијским ударима у различитим условима, може се процењивати на основу модела статистичке теорије, према изразима који су добијени као приближна решења једначине турбулентне дифузије.

Процена и прогноза параметара за тренутни тачкасти и запремински извор. Једначина за израчунавање концентрације (C_x , изражена у $mg m^{-3}$) за, који је настао на нивоу тла, у правцу дувања ветра (дуж x -осе), може се приказати у облику:

$$C_x \approx \frac{\Delta m_0}{x^{1,75}} \quad (8.10)$$

где су: x - растојање од извора контаминације, m , m_0 - укупна маса опасне материје у резервоару, mg .

Једначина је добијена применом теорије сличности на потврђену функционалну зависност промене концентрације опасне материје у приземном слоју атмосфере према експериментално верификованој Робертсовој једначини (концентрација се мења са растојањем према законитости):

$$C \approx x^{1,8} \quad (8.11)$$

Концентрација опасне материје у случају конвекције израчунава се према једначини:

$$C_x \approx \frac{\Delta m_0}{(2x)^{1,75}} \quad (8.12)$$

Концентрација опасне материје у случају инверзије израчунава се према једначини:

$$C_x \approx \frac{\Delta m_0}{(0,5x)^{1,75}} \quad (8.13)$$

Токсидоза је квантитативна карактеристика токсичности конкретне опасне материје која одговара одређеном ефекту контаминације (или тровања) и при инхалационом тровању представља производ $\bar{C}_t$, где је $\bar{C}$ - средња концентрација опасне материје у ваздуху, $mg\ m^{-3}$. Прикупљена инхалациона доза (D_{iz}), при дејству примарног облака пара опасне материје на незаштићено људство описује се једначином:

$$D_{ix} \approx \frac{\Delta m_0}{x^{1,75}} t \quad (8.14)$$

где су: t - време дејства пара примарног облака опасне материје на незаштићено људство, s , Δm - масени удео опасне материје која пређе у парну фазу.

Максимално време дејства (t_{max}) облака пара опасне материје на људство описује се приближном једначином:

$$t_{max} \approx \frac{\sigma x_0}{V} t \quad (8.15)$$

где су: σx_0 - почетне димензије примарног облака пара опасне материје у правцу x -осе (у правцу дувања ветра) - дужина основе почетног примарног облака, m , v - средња брзина ветра, $m\ s^{-1}$.

Време дејства примарног облака пара опасне материје за тачкасти тренутни извор може да износи:

$$0 < t \leq t_{max}$$

Растојање x , на којем незаштићено људство може добити задату инхалациону дозу D_{iz} , за време дејства облака пара опасне материје $t < t_{max}$, може се приближно израчунати према једначини:

$$x \approx \left(\frac{\Delta m_0 t}{D_{ix}} \right)^{0,57} \quad (8.16)$$

Дубина простирања примарног облака пара опасне материје (L_1 , m) представља растојање од места настајања примарног облака пара опасне материје до места на којем ће незаштићено људство, за време дејства облака, добити дозу која је на граници праг-дозе (PCt_{50}):

$$L_1 \approx \left(\frac{\Delta m_0 \sigma x_0}{v PCt_{50}} \right)^{0,57} \quad (8.17)$$

Процена и прогноза параметара за тренутни линеарни извор. Једначина за израчунавање концентрације (C_x), у правцу дувања ветра, на нивоу тла, за низ тренутних извора формираних у линији нормалној на правац ветра, може се приказати у облику:

$$C_x \approx \frac{20 \Delta m_0 N}{\sigma y_0 x^2} \quad (8.18)$$

где су: N - број резервоара са опасном материјом, σy_0 - почетна димензија примарног облака пара опасне материје у правцу нормалном на правац дувања ветра-ширина основе почетног примарног облака, m .

Прикупљена инхалациона доза D_{ix} , при дејству примарног облака пара опасне материје на незаштићено људство, описује се једначином:

$$D_{ix} \approx \frac{20 \Delta m_0 N}{\sigma y_0 x^2} t \quad (8.19)$$

Растојање x , на коме незаштићено људство може да добије задату инхалациону дозу D_{iz} , за време дејства облака пара опасне материје $t < t_{max}$, може се приближно израчунати према једначини:

$$x \approx 28 \cdot \left(\frac{N \Delta m_0}{v \sigma y_0 D_{ix}} t \right)^{0,5} \quad (8.20)$$

Дубина простирања примарног облака пара опасне материје (L_1 , изражена у метрима, m) као растојање од места настајања примарног облака опасне материје до места на коме ће незаштићено људство, за време дејства облака, добити дозу која је на граници праг-дозе (PCt_{50}), израчунава се према једначини:

$$L_1 \approx 28 \cdot \left(\frac{N \Delta m_0}{v \sigma y_0 PCt_{50}} t \right)^{0,5} \quad (8.21)$$

Због могућности измене метеоролошких фактора током периода простирања пара опасне материје и стварања неповољних ситуација, за практичне прорачуне уводи се такозвана сигурносна корекција, тако да се узима да дубина простирања примарног облака износи $(L_1 + 1) km$.

Процена и прогноза параметара за континуални тачкасти извор. Једначина за израчунавање концентрације (C_x) у правцу дувања ветра (дуж x осе), за извор који је настао на нивоу тла, може се приказати у облику:

$$C_x \approx \frac{25\dot{m}}{vx^{1,8}} \quad (8.22)$$

где је: $\dot{m}$ - брзина испаравања (капацитет извора контаминације), $mg\ s^{-1}$:

$$\dot{m} = \frac{(1-\Delta)m_0}{t_r} \quad (8.23)$$

где је: t_r - време непрекидног дејства извора контаминације, s .

Испаравањем изливене опасне материје формира се секундарни облак опасне материје. Брзина испаравања разливене опасне материје (добијена у $mg\ s^{-1}$) може се израчунати приближно помоћу једначине:

$$\dot{m} = 7,62 \cdot 10^{-4} \cdot (1 + 2,24v) \cdot M \cdot S \cdot p^* \quad (8.24)$$

где су: S - површина отпаравања опасне материје, m^2 ; M - молекулска маса опасне материје, g/mol ; p^* - напон пара опасне материје при $20\ ^\circ C$, Pa .

Зависно од тога да ли се ради о изливању опасне материје у заштитни базен или о потпуно неконтролисаном изливању опасне материје из транспортних средстава у околну средину, изводи се и израчунавање површине испаравања S . У случају изливања опасне материје у заштитни базен, површину отпаравања представља разлика површине базена и основе резервоара. За практичне прорачуне, површина заштитног базена израчунава се дељењем запремине изливене течности (m^3) са висином стуба изливене течности (обично се узима да је то $1,5\ m$):

$$S = \frac{m_0}{\rho_t h_l} \quad (8.25)$$

где су: t - густина течне фазе опасне материје, $kg\ m^{-3}$; h_l - висина слоја течности у заштитном базену, m ; $m_0/\rho_t = V_0$ - запремина изливене течности, m^3 .

У случају неконтролизованог изливања опасне материје при транспортовању долази до формирања баре опасне материје на околном земљишту (асфалтној, бетонској или другој подлози), при чему се за практичне прорачуне може узети да средња дебљина баре износи максимално $0,05\ m$.

$$S = \frac{(1-\Delta)m_0}{\rho_t h_l} \quad (8.26)$$

где је: h_l - дебљина слоја течности у насталој „локви“ течности, m .
Полупречник жаришта удеса израчунава се према једначини:

$$R_{zar} = \sqrt{\frac{S}{\pi}} \quad (8.27)$$

Прикупљена инхалациона доза (D_{iz}), при дејству пара облака опасне материје на незаштићено људство описује се једначином:

$$D_{ix} \approx \frac{25\dot{m}}{vx^{1,8}} t \quad (8.28)$$

Растојање x , на којем незаштићено људство може да добије задату инхалациону дозу D_{iz} за време дејства облака опасне материје $t < t_{max}$, може се приближно израчунати према једначини:

$$x \approx \left(\frac{25\dot{m}t}{vD_{iz}} \right)^{0,55} \quad (8.29)$$

Дубина простирања секундарног облака опасне материје (L_2, m) представља растојање од места настајања облака пара опасне материје до места на којем ће незаштићено људство, за време дејства облака, добити дозу која је на граници праг-дозе (PCt_{50}):

$$L_2 \approx \left(\frac{25\dot{m}t_r}{vPCt_{50}} \right)^{0,55} \quad (8.30)$$

При чему су: PCt_{50} - вредност праг-дозе; t_r - време рада (трајање активности) извора контаминације, s .

Због могућности измене метеоролошких фактора током периода простирања пара опасне материје и стварања неповољних ситуација, за практичне прорачуне уводи се такозвана сигурносна корекција, тако да се узима да дубина простирања секундарног облака износи ($L_2 + 1$).

Процена и прогноза параметара за континуални линеарни извор. Једначина за израчунавање концентрације (C_x) у правцу дувања ветра, на нивоу тла, за низ континуалних извора формираних у линији нормалној на правац ветра, може се приказати у облику:

$$C_x \approx \frac{25\dot{m}_L}{vx^{0,88}} \quad (8.31)$$

где је: $\dot{m}_L$ - специфични капацитет извора, $mg \ m^{-1} \ s^{-4}$ (брзина испаравања по ширини фронта простирања почетног контаминационог облака).

Прикупљена инхалациона доза (D_{ix}), при дејству пара облака опасне материје на незаштићено људство, описује се једначином:

$$D_{ix} \approx \frac{10\dot{m}_L}{vx^{0,88}} t \quad (8.32)$$

Растојање x (m), на којем незаштићено људство може да добије задату инхалациону дозу (D_{ix}), за време дејства облака опасне материје $t < t_{max}$, може се приближно израчунати према једначини:

$$x \approx \left(\frac{25\dot{m}_L t}{vD_{iz}} \right)^{1,13} \quad (8.33)$$

Дубина простирања секундарног облака опасне материје (L_2 , изражена у метрима, m) представља растојање од места настајања облака опасне материје до места на којем ће незаштићено људство, за време дејства облака, добити дозу која је на граници праг-дозе (PCt_{50}):

$$L_2 \approx \left(\frac{25\dot{m}_L t_r}{vPCt_{50}} \right)^{1,13} \quad (8.34)$$

8.3.1.3. Моделирање ефеката продирања и распрострањања течности у земљиште, површинске и подземне воде

Моделима продирања и распрострањања опасних материја у подземне и површинске воде који дефинишу: брзину, дифузију, биоразградњу и др. у површинским и подземним водама, а за подземне воде поред наведених и сорпцију; Моделима дефинисања хидрогеолошко-хидродинамичких параметара у статичким и динамичким условима при продирању опасних материја од површине тла до нивоа подземне воде, као и распрострањање опасних материја у водоносним слојевима; Нумерички дводимензионалним и тродимензионалним моделима за хомогену и/или за хетерогену средину подземних и површинских вода;

Према методологији *REHRA* [161] степен загађивања хидросфере зависи од врсте загађујуће супстанце, физичко-географских карактеристика средине, хидрометеоролошких услова и хидролошке везе површинских и подземних вода. Под дејством загађујућих супстанци у водама долази до примарних промена (физичкохемијске и биолошке особине вода, хемијски састав, температура, гасни режим итд.), секундарних промена (реакције загађујућих супстанци са основним компонентама воде-труљење, врење, стварање токсичних супстанци, итд.) и терцијарних промена (нарушавање узајамних веза водених организама, снижавање биолошке продуктивности вода, распад биоценоза).

Оптерећење отпадних вода. Правилним коришћењем упутстава у ланцу продукције података израчунавају се просечне концентрације загађујућих материја и оптерећење отпадних вода. Годишња просечна концентрација може се одредити на следећи начин:

$$C = \Sigma (C_{UZORKA} \text{ ili } C_{DNEVNO}) / \text{broj uzoraka}$$

где је: C_{UZORKA} - мерена концентрација у периоду краћем од 24 сата (обично тренутни узорак); C_{DNEVNO} - мерена дневна концентрација у 24-часовном композитном узорку.

Масени биланс. Масени биланс се може користити за процену емисије у водна тела (животну средину) са неке локације, процеса или комада опреме. Поступак обично урачунава улаз, акумулацију, излаз и генерисање или деструкцију супстанци од интереса, а израчуната разлика представља испуштену количину у животну средину. Ова израчунавања су нарочито корисна када се улазни и излазни токови могу лако окарактерисати, као што је често случај за мале процесе и операције. Када је део улаза трансформисан (нпр. сировина у хемијском процесу) метод масеног биланса је тешко

применити, у овим случајевима потребно је уместо тога израчунати биланс хемијских елемената.

Следеће једноставне једначине се могу применити приликом процењивања емисије масеним билансом:

$$\text{Укупна маса у процесу} = \text{акумулација} + \text{укупна маса која излази из процеса} + \text{мерна несигурност.}$$

Применом ове једначине у контексту неке локације, процеса или делова опреме, ова једначина се може написати у облику:

$$\text{Улаз} = \text{производи} + \text{трансфер} + \text{акумулација} + \text{емисија} + \text{мерна несигурност}$$

где је: улаз - сви долазни материјали који се користе у процесу; производи - производи и материјали (нпр. нус-производи) који се извозе из објекта; трансфери - укључује супстанце које се испуштају у канализацију, супстанце депоноване на депоније и супстанце уклоњене из постројења за уништавање, третман, рециклажу, прераду или пречишћавање; акумулације - материјал акумулиран у процесу; емисије - испуштања у ваздух, воду и земљиште.

Толеришући дневни унос. По препорукама *WHO* граничне вредности за хемијске материје у води за пиће могу да се израчунају на основу толеришућег дневног уноса (*TDI*) и на основу релативне канцерогености за потенцијално канцерогене материје.

При одређивању препоручених граничних вредности на основу толерантног дневног уноса полази се од претпоставке да за већину врста токсичности постоји доза испод које нема никаквог нежељеног ефекта на здравље. За такве хемијске материје толерантни дневни унос се израчунава по формули:

$$TDI = \frac{NOAEL \text{ (или } LOAEL \text{)}}{UF} \quad (8.35)$$

где је: *TDI* (*tolerable daily intake*) - толерантни дневни унос; *NOAEL* (*no-observed-adverse effect level*) - ниво без опажених нежељених ефеката; *LOAEL* (*lowest-observed-adverse effect level*) - најнижи опажени ниво нежељених ефеката; *UF* (*uncertainty factor*) - фактор несигурности.

Како је немогуће одредити временски период током којег би се уносила вредност која прелази *TDI* и која би била штетна по здравље, обезбеђење од негативних здравствених ефеката при повећаном уношењу супстанце током краћег временског периода омогућује повећана вредност фактора несигурности (*UF*) која се користи приликом одређивања *TDI*.

Препоручене граничне вредности се израчунавају по формули:

$$GV = \frac{TDI \cdot bw \cdot P}{C} \quad (8.36)$$

где је: *GV* (*guideline value*) - препоручена гранична вредност изражена у *mg* или *g* на литар воде за пиће; *bw* (*body weight*) - телесна тежина изражена у *kg*; 60 *kg* за одраслу особу, 10 *kg* за децу и 5 *kg* за бебе; *P* - *dec TDI* толерантног дневног уноса који припада води за пиће. Употребљава се у вредности у опсегу 1-100 % у зависности од степена изложености преко хране и ваздуха; *C* (*consumption*) - дневни унос воде за пиће, који

по препорукама *WHO* износи 2 l за одрасле, 1 l за дете до 10 kg телесне тежине и 0,75 l за дете са 5 kg телесне тежине.

Индекс осетљивости вода. Индекс осетљивости животне средине (*EVI*) је базиран на комбинацији следећих елемената осетљивости: слатке површинске воде, слатке подземне воде, заштићене области и флоре и фауне. Индекс *EVI* се одређује применом следеће једначине:

$$EVI = \frac{FWVF + GWVF + SVF + PAVF + FFVF}{5,8} \cdot 10 \quad (8.37)$$

где је: *FWVF* - фактор осетљивости слатких површинских вода; *GWVF* - фактор осетљивости слатких подземних вода; *SVF* - фактор осетљивости мора; *PAVF* - фактор осетљивости заштићених области; *FFVF* - фактор осетљивости флоре и фауне; бројчане вредности 5 и 8 су вредности фактора нормализације. Нормализација омогућава да крајња вредност индекса *EVI* буде у оквиру интервала варијабилности између 0 и 10.

Фактор осетљивости слатких површинских вода (*FWVF*) одређује се на основу следеће једначине:

$$FWVF = \frac{FWF}{FWF_{MAX}} \cdot IFE_1 \quad (8.38)$$

где је: *FWF* - фактор повезан са присуством површинских водених токова унутар *PTA*; *IFE₁* - фактор увећања повезан са употребом и квалитетом површинских водених токова; *FWF_{MAX}* - максимална вредност *FWF*, према табели 8.1 (*FWF_{MAX}* = 2). *FWVF* варира између 0 и 2.

Присуство површинског воденог тока унутар *PTA* трансформише се у елемент који се користи за израчунавање укупне осетљивости животне средине, у складу са табелом 8.1.

Табела 8.1. Присуство водених токова

Вредност <i>FWF</i>	Присуство водених токова
0	У <i>PTA</i> нема водених токова
1	У <i>PTA</i> постоји један водени ток
2	У <i>PTA</i> постоји више од једног воденог тока или бар један водени ток од великог значаја

Водени ток се разматра при израчунавању индекса ако пресеца *PTA*, без обзира на дужину деонице реке која је у склопу поменуте зоне. Језеро, басен или транзициони токови се укључују у једначину ако се њихова површина, макар и у изузетно малом проценту, налази у склопу *PTA*, без обзира на то колика је та површина унутар *RTA*. Фактор *FWF* варира између 1 и 2. Фактор увећања *IFE₁* је дефинисан у оквиру формирања индекса тежине последица, *EPCI*.

Фактор осетљивости подземних вода (*GWVF*). Подземне воде су првенствено угрожене уколико дође до изливања загађујућих супстанци у земљиште, и у мањој мери у случају евентуалних токсичних дисперзија, које захватају ширу област. С тога, пошто је *PTA* прилично широка зона, при одређивању осетљивости хидрогеолошке

компоненте, посебан акценат се даје на подземне издане који се налазе директно испод или у близини датог објекта. При томе се узима у обзир начин преноса, а тиме и утицај, супстанци које евентуално истичу из датог објекта услед неког тежег удеса.

Уколико постоје тематске карте које се односе на осетљивост подземних издана, фактор осетљивости подземних вода ($GWVF$) ће се израчунати помоћу следеће једначине:

$$GWVF = \frac{GWV}{GWV_{MAX}} \cdot IFE_2 \quad (8.39)$$

где је: GWV - вредност осетљивости подземних издана који се налазе испод или у близини датог објекта, као што је то дефинисано картама „осетљивости“ на основу скале осетљивости која је усвојена на локалном или националном нивоу; GWV_{MAX} - максимална вредност приписана осетљивости подземних издана, на основу класификације усвојене у картама „осетљивости“, локалних и националних; IFE_2 - фактор увећања повезан са употребом анализираног подземног издана, у складу са једначином; вредности $GWVF$ су у опсегу од 1 до 2.

Када се не располаже тематским картама које се односе на осетљивости подземног тока, већ хидрогеолошким картама или подацима о литологији дате области, дубини тока или хидрауличком градијенту подземне издани, фактор осетљивости подземних вода ($GWVF$) ће се израчунавати по следећој једначини:

$$GWVF = \frac{GWF}{GWF_{MAX}} \cdot IFE_2 \quad (8.40)$$

где је: GWF - вредност осетљивости подземне издани која се налази испод или у близини објекта у функцији осетљивости подземног воденог тока се одређују према табели 6.70.; GWF_{MAX} - максимална вредност GWF , по табели 6.70. ($GWF_{MAX} = 6$); вредност $GWVF$ је у опсегу од 1 до 2.

Израчунавање запремина воде. Уколико се супстанца која доспева до водотокова раствара у води тренутно, запремина површинске или подземне воде која ће бити угрожена се израчунава применом следеће једначине:

$$V = \frac{Q_{RWC}}{LC_{50} \cdot P \cdot BCF} \quad (8.41)$$

где је: V - запремина загађене воде испуштањем опасне супстанце (m^3); Q_{RWC} - максимална количина опасне супстанце која доспева до воде услед испуштања (g); LC_{50} - концентрација супстанце која изазива смртност 50 % изложене рибе (mg/dm^3); P - фактор релативне постојаности, бездимензионална величина; BCF - фактор биоконцентрације, бездимензионална величина.

Фактор сензибилитета воденог тока се множи са вредношћу пропустљивости тла и добија се општа пропустљивост доњег дела тла у односу на посматрану супстанцу:

$$TSP = WSF \cdot P \quad (8.42)$$

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

Време периода доспевања представља интервал времена који је неопходан да опасна загађујућа супстанца доспе до подземне воде посматрано од површине земље. Овај параметар се израчунава уз помоћ следеће једначине:

$$TT = \frac{GW_D}{TSP} \quad (8.43)$$

где је: TT - време периода доспевања (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).

Време периода доспевања опасне супстанце до подземног воденог тока одређује сензибилитет воденог тока у коме се она налази. Такође време периода доспевања опасне супстанце до подземног воденог тока се користи и за одређивање фактора GW_F који је потребан за процену ефективне количине супстанце која може да доспе у подземни водени ток услед инцидентног испуштања. Прорачун ефективне количине супстанце која може да доспе у подземни водени ток је заснован на следећој једначини:

$$Q_{GW} = Q_{WC} \cdot GW_F \quad (8.44)$$

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

Контаминирана површина водотока. Испуштање нерастворљивих течности у воду доводи до формирања одвојеног слоја ових течности од воде, а одређивање угрожености воде се врши само за површинске водотокове одређивањем контаминираних површина. Ова површина се одређује помоћу следеће једначине:

$$W_s = \frac{Q_{WC}}{\rho_s \cdot d_s} \quad (8.45)$$

где је: W_s - површина воде која је загађена испустом нерастворљивих течности у води (m^2); d_s - средња дебљина слоја супстанце на површини воденог тока (m); ρ_s - густина испуштене супстанце (kg/m^3).

Фактор увећања слатке површинске воде. Уколико су слатке површинске воде унутар PEA вредности C_{EI} се множи са фактором увећања IFE_1 који узима у обзир употребу и степен квалитета воде из датог воденог тока. Фактор увећања оправдава се чињеницом да ће, при једнаким запреминама/површинама воде угрожене удесом, последице по неки водени ток који је посебно важан због његове употребе или посебно вредан са еколошке тачке гледишта, бити озбиљније угрожен у поређењу са последицама по неки водени ток који није очуван или се не користи. IFE_1 се дефинише као:

$$IFE_1 = 1 + K_{EI} \frac{W_{QiU}}{\max W_{QiU}} \quad (8.46)$$

где је: W_{QiU} - фактор квалитета и употребе воде (вредности су у интервалу од 0 до 6); $\max W_{QiU}$ - максимална вредност додељена фактору квалитета и употребе воде; K_{EI} – 0,2 (тежински коефицијент); IFE_1 - се креће између 1 и 1,2.

Вредност W_{QiU} се одређује применом једначине:

$$W_{QiU} = W_Q + W_U \quad (8.47)$$

Одређивање вредности W_{QiU} базира се на критеријумима одређеним у *Hazard Ranking System* и у *Water Framework Directive* (2000/60/EC).

Фактор увећања подземних вода. Вредност IFE_2 се одређује применом следеће једначине:

$$IFE_2 = 1 + K_{E2} \frac{GW_U}{\max GW_U} \quad (8.48)$$

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 (тежишни коефицијент); вредност IFE_2 се креће између 1 и 1,2.

Испуштање растворљивих течности у воду и у земљиште. Процена запремина воде коју угрожава испуштање токсичних супстанци се врши у вези са начином на који супстанца доспева у водени ток (површинске воде или подземне воде). У оба случаја се претпоставља да се супстанца раствара у води тренутно а угрожена запремина површинске или подземне воде ће се израчунати применом једначине:

$$V = \frac{Q_{RWC}}{LC_{50} \cdot P \cdot BCF} \quad (8.49)$$

где је: V - запремина воде загађене испуштањем супстанце (m^3); Q_{RWC} - максимална маса опасне супстанце која допире до воде услед испуштања (g); LC_{50} - концентрација супстанце која изазива смртност 50 % изложене рибе (mg/l); R - фактор релативне постојаности (вредност од 0,5 ако је просечан живот супстанце изражен у годинама; 0,75 у месецима и 1 у седмицама (бездимензионална величина); BCF - фактор биоконцентрације (вредност од 0,5 за $\log(Kow) > 3,5$; 0,75 за $2,5 < \log(Kow) < 3,5$; 1 за $\log(Kow) < 2,5$) (адимензионалан); Kow - коефицијент расподеле октана у води (димензионалан).

Фактор Q_{RWC} се израчунава различито, у зависности од тога да ли је испуштањем угрожена подземна или површинска вода.

Утицај опасне супстанце на подземне воде. Q_{WC} је генерално гледано само један део Q , јер ће течност испуштена услед удеса делом бити задржана унутар система за задржавање, а делом ће испарити. Утицај опасних супстанци на подземне воде није никада директан. Да би дошла до подземног тока, супстанца мора неопходно проћи кроз земљиште а ово захтева извесан временски период који може бити краћи или дужи, и представља функцију пропустљивости тла, интеракције тло-супстанца, типа (сабијене или не) и дубине подземне издани, као и интензитета падавина у области која се посматра.

Стога, да би се проценило да ли је подземна издан угрожена токсичним испустом у кратком временском периоду и да би се проценила количина супстанце која може да загади сам подземни водени ток (а самим тим и запремина загађене воде), предвиђен је специфичан фактор који описује сензибилитет воденог тока (и подземне издани коју он садржи) за један дати тип загађења.

Процедура која је коришћена за процену запремине угрожених подземних вода је организована у четири фазе:

- процена сензибилитета воденог тока за дату супстанцу;
- процена времена путовања (ТТ) (временски период неопходан да опасна супстанца доспе са површине земљишта до пијезометричне површине подземног тока);
- процена количине супстанце која може доспети у подземни водени ток (Q_{GW});
- процена запремине подземних вода угрожене испустом (V_{GW}).

Да би се проценио сензибилитет воденог тока за одређено загађење неопходно је размотрити карактеристике тла-доњих слојева, нарочито у степену пропустљивости, и својства супстанце која би могла да утичу на интеракције тло-супстанца. Време путовања представља период времена који је неопходан опасној супстанци да доспе до подземне воде, кренувши са површине земље. Овај параметар се израчунава:

$$TT = \frac{GW_D}{TSP} \quad (8.50)$$

где је: ТТ - време путовања; 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).

Време путовања опасне супстанце до подземног воденог тока одређује сензибилитет воденог тока у коме се она налази.

Процена количине супстанце која може доспети у подземни водени ток (Q_{GW}). Време путовања се користи за процену ефективне количине супстанце која може да доспе у подземни водени ток услед инцидентног испуштања. У случају када је једној супстанци потребан прилично дугачак временски период да допре до подземног воденог тока (више од једне године), разумно је претпоставити да је могуће спровести извесне мере да би се повратио део испуштене количине и осигурала контаминирана зона. Отуда само један део испуштене супстанце може ефективно да допре до подземне издани и да угрози водени ток.

Из овог разлога се времену путовања додељује коефицијент који одређује смањење количине загађења који ће доспети у подземни водени ток. Прорачун је заснован на следећој једначини:

$$Q_{GW} = Q_{WC} \cdot GWF \quad (8.51)$$

где је: Q_{GW} - максимална количина опасне супстанце која може бити испуштена у подземни водени ток (у тонама); Q_{WC} - максимална количина која може бити испуштена у воду или у земљиште (kg); GWF - фактор за подземне воде.

Процена запремине подземних вода угрожених испустом (V_{GW}). Пролазак кроз тло-доњи део тла спречава укупну количину супстанце да доспе у исто време у подземни водени ток. Ово омогућава применљивост једначине *MARC*, иако прецењује акутне и непосредне ефекте загађивача. Када је количина супстанце која ће доспети у подземни водени ток једном процењена, изучавање запремине угрожене воде се врши помоћу следеће једначине:

$$V_{GW} = \frac{Q_{GW}}{LC_{50} \cdot P \cdot BCF} \quad (8.52)$$

где је: V_{GW} - запремина подземне воде загађене испустом (m^3).

Испуштање нерастворљивих течности у воду. Модел се примењује на површинске воде; тако што су референтне супстанце течни угљоводоници који, пошто су лакши од воде, у случају испуштања у водени ток теже да формирају површински слој који плута по површини воде. Пошто супстанца не показује тенденцију да се помеша са водом, утицај на водени ток рецептор се процењује у смислу површине воде угрожене испустом. Таква површина се израчунава по следећој једначини:

$$W_C = \frac{Q_{GW}}{1 \cdot \rho_s} \quad (8.53)$$

где је: W_C - површина воде загађене испустом (m^2); Q_{GW} - максимална маса опасне супстанце која може бити испуштена у воду (kg); 1 - средња дебљина слоја супстанце на површини воденог тока (m); ρ_s - густина испуштене супстанце (kg/m^3).

Према методологији *REHRA* [161] у случају хемијског удеса земљиште се загађује непосредно и посредно, преко воде и ваздуха. Како се ради о чврстој компоненти, која је везана за једно место, загађујуће супстанце које у њу доспевају (нарочито нерастворене у води) ту се нагомилавају због чега представљају реалну опасност за човека и живи свет. Смањење концентрације загађујућих супстанци се врши једино испирањем атмосферским падавинама због чега супстанце из тла доспевају у подземне воде Минералне супстанце из тла извлаче биљке и ланцем исхране доспевају у организме животиња и људи.

Повећана концентрација оксида сумпора и азота у атмосфери доводи до појаве киселих киша које не само да погубно делују на биљни свет, већ утичу и на плодност. Доспевањем у земљу оксида азота и сумпора сувим и мокрим путем мења се киселост земље. С тим у вези долази до промене њеног квалитета, смањује се количина хумуса, њена плодност, па отуда и до промене смањења биљног света итд. При високој киселости земље, повећана концентрација тешких метала (*Zn*, *Pb*, *Cd* и др.) у биљкама манифестује се током прве деценије након почетка експлоатисања индустријског објекта.

Параметри земљишта. Принцип нормирања загађујућих супстанци у земљишту разликују се од одређивања у ваздуху или води. Супстанце доспеле у земљиште, у организам човека, доспевају преко ваздуха, воде, биљака и животиња. Због тога се при нормирању супстанци у земљишту не узима у обзир само опасност коју представља земља, већ углавном последице секундарног загађивања средина у контакту са њом.

Нормирање се остварује у две етапе: на лабораторијским мерењима и у пољским условима. Максимално дозвољена концентрација загађујуће супстанце у ораничном слоју земљишта је концентрација (*i*) која не изазива непосредно и посредно негативно дејство на средине које долазе у контакт са њом, здравље човека и на способност самопречишћавање земљишта. Код одређивања МДК земљишта санитарно-токсиколошка истраживања нису обавезна, пошто су реализована за већину супстанци које доспевају у земљиште при утврђивању МДК за друге средине.

8.3.1.4. Ширина повредиве зоне

Зоне опасности, се одређује на основу резултата моделирања ефеката удеса у случају: експлозије; пожара и експлозије; испуштања и ширења гасова, пара, аеросола, течности и прашине опасних материја. У процени ширине повредивих зона се приказују одабране значајне граничне вредности штетних ефеката за људе и објекте:

За експлозију (ударни талас) дефинишу се вредности надпритиска који има за последицу: смртни исход (у око 50 % случајева); тежи степен оштећења плућа (у око 50 % случајева); пуцање бубних опни (у око 50 % случајева); пуцање бубних опни (у око 1 % случајева); потпуну деструкцију објеката; озбиљна оштећења објеката; умерена оштећења објеката; лака оштећења објеката.

За пожар и експлозију (топлотна енергија) дефинишу се вредности и границе емитоване топлотне енергије које имају за последицу: смртна дејства (у око 50% случајева); смртна дејства (око 1 % случајева); опекотине првог степена; преношење пожара на друге објекте (зависно од врсте материјала).

За ширење гасова, пара, аеросола, течности и прашине опасних материја ширина повредиве зоне се одређује на основу концентрација од значаја (КОЗ). Концентрације од значаја се дефинишу као концентрације неке опасне материје (супстанце) у ваздуху изнад које се могу јавити штетни ефекти по живот и здравље људи и животну средину у зони која је означена као зона опасности или повредива зона. КОЗ су основни параметри за примену модела дисперзије опасних материја у ваздуху, помоћу којих се у две или три димензије може ограничити повредива зона или повредиви простор.

Концентрације опасних материја које се користе као параметар при моделирању ширења гасова, пара аеросола или крупних честица (капи и прашине) су:

- LD_{50} или LC_{50} (средња смртна доза, односно летална доза 50 % или летална концентрација 50 %): концентрације које изазивају тренутно (или у кратком времену) смрт;
- $IDLH$ (концентрације тренутно опасне по живот и здравље радника): концентрације које могу бити штетне по живот и здравље радника када изложеност траје од 20 до 30 минута;
- $0,1IDLH$ (концентрације тренутно опасне по живот и здравље опште популације): концентрације које могу бити штетне по живот и здравље опште популације када изложеност траје од 20 до 30 минута;

У случају где постоји потреба користе се следеће КОЗ:

- MDK_{rp} : концентрације које су одређене као максимално дозвољене за радни простор;
- GVE : концентрације које су одређене као граничне вредности емисије у ваздуху;

- *ERPG: Emergency Response Planning Guideline* - Максималне концентрације у ваздуху испод којих се верује да би готово сви појединци могли да буду изложени до једног сата а да немају последице;
- *SPEGL: Short-Term Public Emergency Guidance Level* - Прихватљива концентрација за неочекивану, једну, краткотрајну експозицију опште популације у ванредним ситуацијама (удесима);
- *AEGL: Acute Exposure Guideline Levels* - Гранична вредност експозиције до којих може да се изложи општа популација укључујући осетљиве особе, али не и хиперсензитивне;
- за потребе санације и постудесног мониторинга користе се КОЗ које дефинишу ниво загађујућих материја у медијумима животне средине;
- за запаљиве и експлозивне опасне материје које испаравају значајне граничне вредности су: доња граница експлозивности *DGE (LEL - lower explosion limit)* и горња граница експлозивности *GGE (UEL - upper explosion limit)* које се изражавају у проценту или у mg/m^3 ваздуха.

Приказ повредивих зона на картама се врши границама опасности, односно изо-линија граничних вредности надпритиска, топлотне енергије и концентрација од значаја. Могу да се прикажу у облику, круга, елипсе, перјанице или могу бити представљене у тродимензионалном систему.

8.3.2. Анализа повредивости

У анализи повредивости треба идентификовати и навести све повредиве објекте у животној средини унутар повредивих зона - граница опасности: Број радника у постројењу или комплексу - утврђују се места и број радника који се налазе на непосредном извршењу послова у постројењу односно комплексу, у оквиру повредивих зона. У зонама удеса где су могући смртни исходи или тешке повреде радника, неопходно је распоред људи-радника приказати графички на ситуационом плану постројења, односно комплекса; Број људи изван комплекса - неопходно је утврдити и навести број људи изван комплекса који могу бити изложени утицају удеса, односно који могу бити повређени или који могу смртно страдати: у стамбеним објектима (спратност, број становника у њима, густина становања, удаљеност од места могућег удеса и место у односу на зоне опасности), привредним објектима и др. Обавезно се анализирају и наводе повредиве групе у оквиру предшколских установа, школа, здравствених установа и др; Идентификовати и објекте у којима је у одређеним деловима дана повећано присуство људи као што су: пословни објекти, тржни центри, рекреативни простори и други објекти.

Идентификација повредивих објеката обухвата и приказ грађевинских објеката, природних и културних добара који трпе последице због пожара, рушења и контаминације: производни, пратећи и помоћни објекти на комплексу и изван њега; стамбени, инфраструктурни и други објекти; објекти пољопривреде; флора и фауна; заштићена културна добра; заштићена природна добра; површинске и подземне воде; објекти који су од значаја за домино ефекат (складишта, производна постројења опасних материја у оквиру и ван комплекса) и др.

Према методологији *REHRA* [161] зона потенцијалног ризика обухвата област у пречнику од 10 km око центра датог објекта који представља потенцијални или реални ризик. У случају да постоји неки природни или вештачки објекат угрожене зоне (на пример, река, вештачки канал, језеро итд.) за који се може предпоставити да постоји

потенцијални еколошки ризик у случају контакта са опасним супстанцама које потичу из одређеног објекта, информације о екосистему и антрополошким компонентама се прикупљају унутар зоне која се простире дуж тока реке у дужини од 24 km за реку или у кругу полупречника 24 km у случају језера, лагуне и водених басена. Величина вектора угрожене зоне одређује се у складу са методологијом *Hazard Ranking System* (US EPA, 1991.). Дужина вектора угрожене зоне се мери почев од тачке испуштања опасних супстанци, при одређеном удесу. У случају реке, треба узети у обзир и преференцијалну миграцију загађујућих супстанци у смеру речног тока.

Избор компоненти екосистема и антрополошких компоненти врши се у складу са критеријумима дефинисаним у *JRC Major Accident Reporting System - MARS* (EC/JRC, 1993.). Категорије угрожених зона и индекс који дефинише последице у односу на информације са редним бројем *C* дате су у табели 8.2.

Табела 8.2. Селектовање информација које се прикупљају при одређивању зоне потенцијалног ризика

РЕФ.	ИНФОРМАЦИЈЕ	СЕЛЕКЦИЈА ИНФОРМАЦИЈА
С.1	Лица запослена у датом објекту	-
С.2	Становници	Подела популације по старосним групама
С.3	Осетљиве локације (болнице, школе, итд.)	Капацитет
С.4	Реке лоциране у датој зони	Употреба и ниво квалитета воде
С.5	Језера, баре	Употреба и ниво квалитета воде
С.6	Море	Затворена/отворена мора, пелагијска/обалска средина
С.7	Карактеристике тла и доњих слојева тла	Употреба подземних вода
С.8	Заштићене зоне	Степен заштите по државним/међународним законима
С.9	Флора и фауна	Статус (по Црвеној Листи <i>IUCN</i>)
С.10	Пољопривреда	-
С.11	Фарме	-
С.12	Гајење риба и шкољки	-
С.13	Индустрија и сектор услужних делатности	-
С.14	Културно-историјске компоненте	Степен заштите по државним/међународним законима
С.15	Доминантни климатски услови	-

У случају испуштања опасних супстанци у тло, при оперативној хипотези да је евентуално контаминирани терен локализован унутар површине објекта, и да нема утицаја деградације земљишта у зони ван објекта, процена угрожености зона ван објекта се не врши. При оперативној хипотези када долази до распрострањања и дисперзије опасних материја у земљиште и да постоји могућност контаминације подземних вода, за процену угрожености зона ван објекта користе се различити модели. Модели су међусобно повезани и имају за циљ да обезбеде оквир могућих утицаја на различите компоненте животне средине. У случају испуштања опасних супстанци у гасовитој или парној фази у атмосферу (пожари, експлозије и токсичне дисперзије), одређивање потенцијално угрожене зоне обухвата две фазе:

- одређивање максималне количине неке супстанце која се може испустити у атмосферу, и израчунава за сваки изабрани инцидент;
- примена модела за брзу процену потенцијално угрожене зоне у случају испуштања гаса/паре у атмосферу.

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 prioritisation of risks due to major accidents in process and related industries* (IAEA, UNEP, UNIDO, WHO, 1996).

Треба истаћи да испуштена количина одређује простирање зоне угрожености зоне док карактеристике опасне супстанце одређују могуће сценарије, према три алтернативне могућности: пожари, експлозије и дисперзија токсичних супстанци у атмосферу.

Информације које треба приказати за процену угрожене зоне, при испуштању гасова и пара, наведени су у табели 8.3.

Табела 8.3. Информације потребне за примену модела дисперзије у атмосферу

РЕФ.	ИНФОРМАЦИЈА
R.1	Назив супстанце/једињења (већ уписан приликом израчунавања <i>IDS</i>)
R.2	Изрази ризика (већ уписани приликом израчунавања <i>IDS</i>)
R.3	Физичко стање (већ уписано приликом израчунавања <i>IDS</i>)
R.4	Максимална количина супстанце која се може испустити у ваздух
R.5	Притисак паре
R.6	Апаратура на којој је дошло до удеса
R.7	Физичко стање супстанце у процесу обраде
R.8	Молекуларна маса дате супстанце
R.9	LC_{50} - 30 минута дате супстанце
R.10	<i>IDLH</i> дате супстанце

Референтна удаљеност од средишта удеса, представља границе зоне унутар које се очекују могући фатални исходи код експониране популације. Процедура утврђивања референтне удаљености предвиђа комбинацију карактеристика опасности супстанци (запаљивост, токсичност, експлозивност итд.) и њихову количину која може бити испуштена као последица инцидента.

Процедура утврђивања референтне удаљености обухвата следеће фазе:

- Издвајање опасних материја при удесу који се разматра на основу њихових класификација (број и тип супстанце).
- Подаци о токсичности супстанци су разврстани у нивоима на основу интеграције информација које се прикупљају у фазама процене ризика. Полазни параметри за класификацију једне супстанце су следећи: класа токсичности и класа испарљивости.

8.3.3. Могући ниво удеса

Могући ниво удеса одређује се на основу ширине повредиве зоне и анализе повредивости. Према методологији *REHRA* [161] процена тежине последица услед експонираности опасним материјама, по компоненте екосистема, биосферу, антропоферу и људску популацију се врши помоћу одређивања две зоне угрожености.

Прва зона угрожености је одређена као зона „високе смртности“, унутар које се очекује смртност експониране популације и тешка оштећења за компоненте екосистема и/или биосферу и/или антропосферу. Друга зона представља ситуацију 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) који умножава вредност удаљености високе смртности, тако да повећава на први начин зону која може бити угрожена последицама инцидента. Треба напоменути да је коефицијент утицаја за запаљиве или експлозивне супстанце је константан и има вредност 2.

За токсичне супстанце, коефицијент утицаја I је у функцији LC_{50} према једначини:

$$I = 0,35 + 0,65 \cdot \sqrt{\frac{LC_{50} \text{ 30 min}}{IDLH}} \quad (8.54)$$

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

Област утицаја хемијског удеса се одређује применом једначине:

$$d = RU_{\min} + \frac{(Q - Qi_{\min})}{(Qi_{\max} - Qi_{\min})} \cdot (RU_{\max} - RU_{\min}) \quad (8.55)$$

где је: d - полупречник круга зоне угрожености (m), $RU_{\min}$ - минимална референтна удаљеност (m), $RU_{\max}$ - максимална референтна удаљеност (m), Q - максимална количина која се испушта (t), $Qi_{\min}$ - минимална вредност у интервалу испуштања опасне супстанце за одређену категорију зоне угрожености, $Qi_{\max}$ - максимална вредност у интервалу испуштања опасне супстанце за одређену категорију зоне угрожености.

Процена осетљивости популације и животне средине врши се помоћу одређивања одговарајућег индекса, који је назван *GEHVI* (*Индекс осетљивости популације и животне средине*). Индекс се израчунава на основу пописа компоненти животне средине и антрополошких компоненти унутар зоне потенцијалног ризика (*PTA*) и информација о њиховој осетљивости и важности. Компоненте које се разматрају приликом анализе, подељене су на: антрополошке, еколошке, социоекономске и културно-историјске. За сваку од наведених компоненти одређује се специфичан индекс осетљивости. Општи индекс *GEHVI*, који одређује укупну осетљивост територије која окружује објекат, дефинисан је као збир четири индекса:

$$GEHVI = \frac{5 \cdot PVI + 3 \cdot EVI + ECVI + ECI}{10} \quad (8.56)$$

где је: PVI - индекс осетљивости који се односи на људски живот; EVI - индекс осетљивости еколошких компоненти; $ECVI$ - индекс осетљивости социо-економских компоненти; ECI - индекс осетљивости културно-историјских компоненти; бројне вредности 5 и 3 су уведене као тежински коефицијент који се односе на факторе тежине последица; 10-фактора нормализације.

У зависности од вредности индекса који су у функционалној зависности са *GEHVI* могуће је да вредности индекса *GEHVI* буду веће од 10 и тада се усваја вредност 10 ради усклађености и упоредивости са другим индексима.

Индекс осетљивости који се односи на људски живот (*PVI*) је у функцији броја становника унутар *PTA* и броја радника унутар објекта према једначини:

$$PVI = \frac{OPVF + IPVF}{21} \cdot 10 \quad (8.57)$$

где је: *OPVF* - фактор осетљивости који се односи на становништво; *IPVF* - фактор осетљивости који се односи на раднике; бројна вредност 21 је фактор нормализације; вредност индекса осетљивости *PVI* је у опсегу од 0 до 10.

Фактор рањивости који се односи на становништво (*OPVF*) је дефинисан на основу следеће једначине:

$$OPVF = \frac{IF}{IF_{MAX}} \cdot 10 \cdot IFP_1 \quad (8.58)$$

где је: *IF* - фактор повезан са бројем становника, и варира од 0 до 10; *IFP₁* - фактор увећања повезан са распоредом становништва по старосним групама, и варира од 1 до 1,1; фактор *OPVF* има интервал варијабилности између 0 и 11.

Фактор који је повезан са бројем становника одређује се логаритамском функцијом:

$$IF = 2 \cdot \log(NI + 1) \quad (8.59)$$

где је: *NI* - број пописаних становника унутар *PTA*, увећан за процењене капацитете осетљивих центара који се налазе унутар *PTA*. Употреба логаритма омогућава да се фактор *IF* задржи у оквиру вредности од 10, чак и у случају изузетно великог броја становника (до 100.000). У случају да је број становника већи од 100.000 и да прорачун резултира бројем већим од 10, усваја се вредност фактора 10, да би се задржала нормализација и упоредивост са другим индексима.

Фактор осетљивости заштићених зона (*PAVF*) одређује се на основу једначине:

$$PAVF = \frac{PAF}{PAF_{MAX}} \cdot IFE_4 \quad (8.60)$$

где је: *PAF* - фактор повезан са површином заштићених зона унутар *PTA*; *IFE₄* - фактор увећања повезан са типом заштићених зона унутар *PTA* према једначини; *PAF_{MAX}* - максимална вредност *PAF* (*PAF_{MAX}* = 6); вредност *PAVF* су у опсегу од 0 до 1,2.

Фактор осетљивости флоре и фауне (*FFVF*) одређује се на основу једначине:

$$FFVF = \frac{FFF}{FFF_{MAX}} \cdot IFE_5 \quad (8.61)$$

где је: *FFF* - број животињских и биљних врста присутних унутар *PTA* (локалне check list); *FFF_{MAX}* - број биљних и животињских врста присутних у целој земљи (националне check list); *IFE₅* - фактор повезан са присуством угрожених врста по *IUCN*; вредности *FFVF* варира између 0 и 1,2.

За сваку од одређених компоненти животне средине, при процени њене угрожености при неком удесу, неопходне су поред наведених информација и додатне информације које се односе на осетљивост, односно подложност оштећењу као и информација о важности односно значају посматране компоненте. Те информације се користе приликом израчунавања специфичних Фактора увећања IF . Поменути фактори IF омогућују да се приликом израчунавања процене последица датог инцидента узму у обзир карактеристике компоненти које су изложене утицају нежељених догађаја. Фактори увећања су приложени у табели 8.4.

Табела 8.4. Фактори увећања који се односе на компоненте животне средине и на антрополошке компоненте:

ФАКТОР С	КОМПОНЕНТА	ФАКТОР УВЕЋАЊА	КРИТЕРИЈУМИ ПРОЦЕНЕ
C_{p1}	Лица запослена у датом објекту	-	-
C_{p2}	Становници	-	-
C_{E1}	Слатке површинске воде	IFE_1	Употреба и степен квалитета воде
C_{E2}	Осетљиве подземне воде	IFE_2	Употреба воде
C_{E3}	Море	IFE_3	Затворена/отворена мора, пелагијска/приобална средина
C_{E4}	Заштићене зоне	IFE_4	Степен заштите у државном/међународном законодавству
C_{E5}	Флора и фауна	IFE_5	Статус (са Црвене листе IUCN)
C_{ESI}	Пољопривреда	$IFEC_2$	-
C_{ES2}	Фарме	$IFEC_1$	-
C_{ES3}	Гајење риба и шкољки	$IFEC_3$	-
C_{ES4}	Индустрија и сектор услужних делатности	$IFEC$	-
C_S	Културно-историјске компоненте	-	-

Критеријуми за нумеричко изражавање последица одређени су у моделу *MARS*. Овај модел процењује тежину последица инцидентних догађаја до којих је дошло, повезујући коефицијент тежине C_i , са обимом утицаја на сваку компоненту животне средине која је реално погођена. Вредности коефицијента C_i крећу се између 0 и 6, у зависности од тежине последица по животну средину и по популацију.

Компоненте коришћене приликом израчунавања *индекса тежине последица по животну средину и популацију* подељена су на четири основне категорије: људски живот; компоненте животне средине; социо-економске компоненте; културно-историјске компоненте.

За сваку од наведених категорија процењен је општи фактор тежине C . У даљем тексту су наведени општи фактори тежине коришћени за израчунавање EPGI:

- C_{PI} (антрополошка компонента);
- C_{E1} (компонента животне средине);
- C_{ESI} (еколошка компонента);
- C_S (културно-историјска компонента).

За сваки удес се израчунава индекс који приказује тежину последица по животну средину и по популацију (*EPGI*), дефинисан као процењени збир четири специфична фактора:

$$EPGI = \frac{5 \cdot C_P + 3 \cdot C_E + C_{ES} + C_S}{10} \quad (8.62)$$

где је: C - општи фактор тежине који се односи на сваку компоненту; 5, 3-тежински коефицијент; 10- фактор нормализације.

Приликом процене тежине последица, вредност додељена свакој појединој антрополошкој или компоненти животне средине је различита, у зависности од важности која јој је приписана приликом израчунавања укупне вредности. Интервал променљивости *EPGI* одређен је између 0 и 10, у зависности од присуства фактора увећања, резултат израчунавања *EPGI* могао би да буде већи од 10. У том случају, индекс *EPGI* се узима као вредност 10, са циљем могућег поређења са другим индексима. Треба нагласити да се вредност *EPGI*, у смислу тежине последица, користи при процени ризика који се приписује датом инциденту. Фактор C_P првенствено се односи на број смртних случајева који се очекује дејством посматраног и анализираног инцидента. Укупан број људских живота који су угрожени датим инцидентом процењује се најпре на основу података: број лица запослених у датом објекту и процењени број становника у потенцијално угроженој зони инцидентом.

Квантитативна величина фактор C_P одређује се применом следеће једначине:

$$C_P = \frac{C_{P1} + C_{P2}}{\max(C_{P1} + C_{P2})} \cdot 10 \quad (8.63)$$

где је: C_{P1} - вредност C_P одговара броју очекиваних смртних случајева међу лицима запосленим у датом објекту; C_{P2} - вредност C_P одговара броју очекиваних смртних случајева међу становницима ван објекта; вредности C_P се крећу и интервалу између 1 и 10.

Када заштићене зоне услед дејства индустрије су унутар граница потенцијално угрожене зоне, фактор C_{E4} се увећава фактором увећања IFE_4 . Фактор увећања IFE_4 узима у обзир максимални степен заштите међу онима који су типични за заштићене зоне у склопу *REA*. Вредност IFE_4 се израчунава следећом једначином:

$$IFE_4 = 1 + K_{E4} \frac{P_L}{\max(P_L)} \quad (8.64)$$

где је: P_L - вредност додељена максималном степену заштите међу онима који су додељени заштићеним зонама погођеним одређеним инцидентом; $\max(P_L)$ - максимална вредност која може бити додељена неком степену заштите; K_{E4} - износи 0,2 (тежински фактор).

У зависности од нивоа последица које изазивају удеси се изражавају у 5 нивоа: *I*, *II*, *III*, *IV* или *V* ниво удеса.

- *I* ниво удеса - ниво опасних постројења где су последице удеса ограничене на део постројења (инсталацију) или цело постројење, истовремено нема последица по цео комплекс,
- *II* ниво удеса - ниво комплекса где су последице удеса ограничене на део или цео комплекс, истовремено нема последица изван граница комплекса,

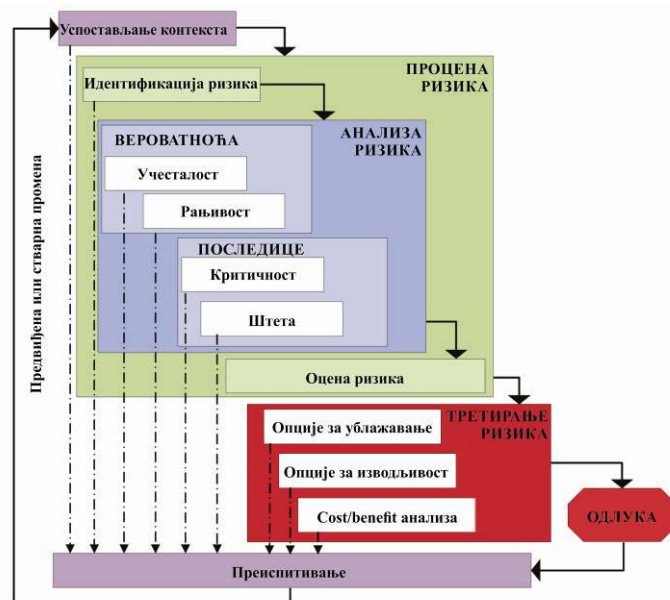
- *III* ниво удеса - ниво општине где су последице удеса проширене изван граница комплекса, на општину,
- *IV* ниво удеса - регионални ниво где су последице удеса проширене на територију више општина или градова, односно регион,
- *V* ниво удеса - међународни ниво где су последице удеса проширене изван граница Републике Србије.

Удеси I, II и III нивоа су удеси који су карактеристични за локалну заједницу и у будућој анализи углавном ћемо се задржати на њима.

8.3.4. Процена ризика од хемијског удеса

На основу Методологије за израду процене угрожености и планова заштите и спасавања у ванредним ситуацијама [176] (Слика 8.4) процена ризика обухвата:

- идентификацију ризика,
- анализу ризика и
- оцену ризика



Слика 8.4. Графички приказ методологије процене ризика

8.3.4.1. Идентификација ризика

За идентификацију ризика користи се анализа потенцијалних опасности од хемијског удеса, обрађена у напред датом поглављу 8.1. Најзначајнији елементи из анализе су:

Положај и карактеристике територије се анализирају према следећем: положају територије у односу на шире подручје; положају територије у односу на топографске објекте у ужем подручју; положају објеката за пружање помоћи оболелима и повређенима; врсти, броју и стању водотокова на ширем и ужем подручју; врсти, броју и положају обрадивих површина на територији; врсти, броју и положај насеља на територији.

Код саобраћајне инфраструктуре анализира се стање путне, железничке и водене инфраструктуре, ранжирних рампи, прелаза, да ли постоје посебна паркинг и зауставна места, путева кроз националне паркове и заштићена подручја, уређеност пристаништа и лука са аспекта претакања и манипулације, и друго.

Стање објеката средстава и опреме врши се анализирањем броја и врсте објеката који се баве производњом, складиштењем, прометом и транспортом опасним материјама са аспекта испуњености законске регулативе, постојање, број, врсте и квалитет средстава и опреме за заштиту.

Израђеност система заштите и спасавања од удеса врши анализирањем стања на територији са аспекта постојања планске регулативе, безбедносно заштитних система, организовања снага, планирања финансијских средстава, мере превенције и планови оспособљавања запослених за поступање у случају удеса.

Могућност генерисања других опасности врши анализирањем могућности да услед истовременог настанка и других опасности дође до увећавања штетних ефеката на штићене вредности.

Узрок и карактеристике настанка пожара и експлозија треба анализирати према критеријуму: идентификација објеката осетљивих на пожар и експлозије и идентификација шумских комплекса близу насеља осетљивих на пожар и експлозије.

Израђеност система заштите од пожара врши се са аспекта: постојање Плана заштите од пожара; постојања ватрогасних јединица за гашење пожара; постојања сопствених организованих снага за гашење пожара; опремљеност опремом за гашење пожара; постојање система за откривање и дојаву пожара; постојање планских и примене урбанистичких мера заштите од пожара и експлозија; постојање и одржавање уређаја, опреме инсталација и средстава за заштиту од пожара према закону којим се уређује област заштите од пожара, техничким прописима и упутству произвођача опреме; сагласности надлежног органа министарства унутрашњих послова на инвестиционо-техничку документацију, изведено стање и употребу објекта или дела објекта; надзора противпожарне инспекције и постојање наложених мера заштите од пожара и експлозија.

Карактер и густина насељености, величина животињског фонда, близина културних и материјалних добара врши се анализирањем густине насељености и величине животињског фонда, близине културних и материјалних добара на анализираном подручју са аспекта утицаја на живот и здравље људи и животиња, збрињавања и асанације и могућности заштите и спасавања културних и материјалних добара. Могућност генерисања других опасности врши се анализирањем могућности да услед истовременог настанка и других опасности дође до увећавања штетних ефеката на штићене вредности. На основу резултата прелиминарне анализе потенцијалних опасности врши се израда *сценарија развоја појединачних опасности*. Сценарији појединачних опасности су већ обрађени и приказани у поглављу 8.2.

8.3.4.2. Анализа ризика

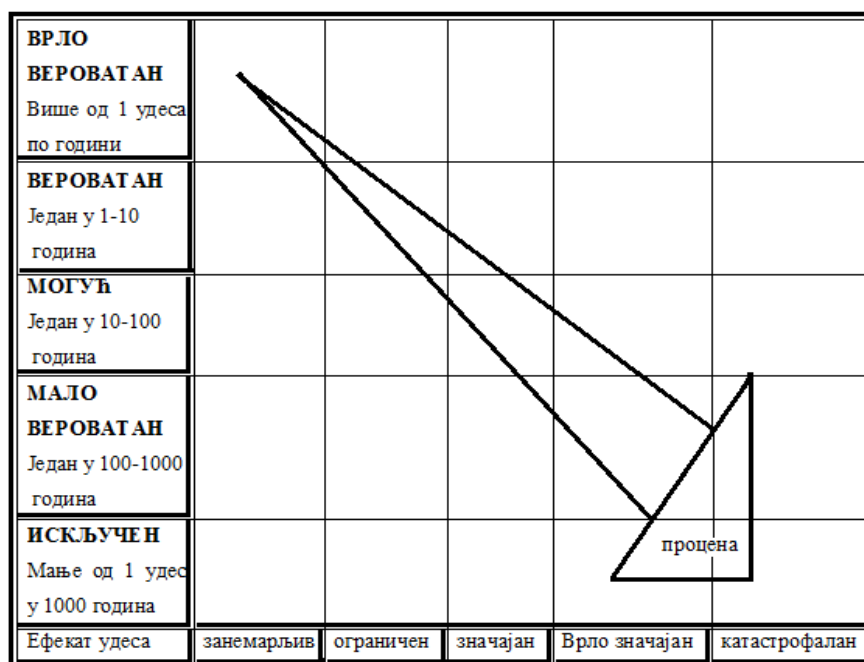
Након завршетка прелиминарне анализе потенцијалних опасности, врши се анализа ризика. Анализа ризика резултује детерминисањем нивоа ризика, на основу познавања вероватноће удеса и последица насталих одвијањем удеса.

Ниво ризика је у директној зависности од учесталости понављања догађаја, рањивости система, односно постојећег стања заштите у систему и последица које се догађају по систем ако ризик прерасте у негативан догађај.

Анализа ризика се првенствено бави неизвесношћу која постоји у посматраном проблему. Она обезбеђује логичку квантитативну процедуру у процени неизвесности и евалуацији пројекта. Та процедура даје ефективни алат за инкорпорирање субјективних веровања, информација и процена при оцени неизвесности.

Вероватноћа појављивања изражава се преко фреквенције догађаја у јединици времена или активности, док се последица *изазвана* ризиком *изражава* преко новчане вредности (губитак прихода, цена поправке), броја жртава, и сл. На основу добијене вредности ризика врши се његова евалуација (процена).

Критеријум за одређивање вероватноће. Вероватноћа (I) представља комбинацију учесталости одређеног штетног догађаја - хемијског удеса и повредивости (рањивости подручја територије захваћене удесом) у односу на потенцијалну опасност. Процена вероватноће настанка удеса израђује се на основу података о догађајима и удесима на истим или сличним инсталацијама код нас и у свету (међународна база података) и података добијених идентификацијом опасности (Слика 8.5), на следећи начин:



Слика 8.5. Процена вероватноће настанка удеса

Историјски приступ се користи статистичким подацима о регистрованим догађајима на истим инсталацијама у свету и код нас. На масовне појаве примењује се закон великих бројева: при великом броју сличних појава њихов средњи резултат престаје да буде случајан па се може предвидети са великом поузданошћу. Вероватноћа настанка удеса изражава се нумерички.

Аналитички приступ се примењује у случају да се не ради о масовним појавама, а заснива се на идентификацији опасности. За мање инсталације вероватноћа настанка удеса може се изразити нумерички и добија се математичким прорачунима. За веће

инсталације, због великог броја интеракција и могућности грешке у примени модела, вероватноћа настанка удеса изражава се као опасна, као мала, средња, велика.

Комбиновани приступ је комбинација историјског и аналитичког.

Ризик се процењује на основу вероватноће настанка одређене категорије последица од хемијске експозиције. Вероватноћа удеса се изражава бројем могућих удеса у одређеном периоду времена и класификује се у пет категорија [55]. Ризик се најчешће изражава бројем могућих удеса у години и обухвата интервал од 10^{-1} до 10^{-7} удеса по години.

Вероватноћа настанка удеса је мала ако се при уобичајеном вођењу технолошког процеса и одржавању опасних инсталација процени да неће доћи до удеса за предвиђено време трајања опасних инсталација. Вероватноћа настанка удеса је средња ако се при уобичајеном вођењу технолошког процеса и одржавању опасних инсталација процени да може доћи до удеса за предвиђено време трајања опасних инсталација. Вероватноћа настанка удеса је велика ако се при уобичајеном вођењу технолошког процеса и одржавању опасних инсталација процени да ће доћи до удеса за предвиђено време трајања опасних инсталација. Управљање ризиком представља мере и поступке превенције, припреме и одговора на удес, као и санацију стања у циљу смањивања ризика и стварања услова под којим ризик може да буде прихватљив.

Процена вероватноће настанка хемијских удеса на стационарним (непокретним) објектима и уређајима врши се израчунавањем учесталости ($P_{p,t}$ - број хемијских удеса годишње) удеса са опасним материјама (t) на сваком непокретном постројењу (p) које узрокује последице. Прво се израчунава вредност вероватноће ($N_{p,t}$):

$$N_{p,t} = N_{p,t}^* + n_{ui} + n_z + n_o + n_n \quad (8.65)$$

где је: $N_{p,t}^*$ - просечна вредност вероватноће за постројење и опасну материју; n_{ui} - корекциони параметар вредности вероватноће за учесталост неке технолошке операције; n_z - корекциони параметар вредности вероватноће за сигурносне системе повезане са токсичним и запаљивим супстанцама; n_o - корекциони параметар вредности вероватноће за организациону и управљачку безбедност; n_n - корекциони параметар вредности вероватноће за смер ветра према насељеном месту.

Процена настанка хемијских удеса при транспорту опасних материја врши се израчунавањем учесталости ($P_{p,t}$ - број хемијских удеса годишње) удеса при транспорту (p) опасних материја (t), што доводи до одређених последица. Вредност (број) вероватноће ($N_{p,t}$) се израчунава једначином:

$$N_{p,t} = N_{p,t}^* + n_{su} + n_{py} + n_o + n_n \quad (8.66)$$

где је: $N_{p,t}^*$ - просечна вредност вероватноће при транспорту опасних материја; n_{su} - корекциони параметар вредности вероватноће за безбедне услове транспортног система; n_{py} - корекциони параметар вредности вероватноће за густину транспорта; n_n - корекциони параметар вредности вероватноће за смер ветра према насељеном месту.

Однос између вредности (броја) вероватноће (N) и учесталости (P) настанка хемијских удеса при транспорту опасних материја је следећи:

$$N = |\log P| \quad (8.67)$$

На основу статистичких података вероватноћа се изражава нумерички или описно као мала, средња и велика, табела 8.5.[170].

Табела 8.5. Критеријуми за процену вероватноће настанка удеса

Велика вероватноћа ($10^0 - 10^{-1}$ учесталост догађаја/год)	Средња вероватноћа ($10^{-1} - 10^{-2}$ учесталост догађаја/год)	Мала вероватноћа ($<10^{-2}$ учесталост догађаја/год)
• Цурења опасних материја на спојевима цевовода, вентилима и сл. • Просипања при претакању течности и просипање чврстих материја при манипулацији • Оштећења јединичних паковања амбалаже и просипање садржаја • Церења течности и просипање чврстих материја у интерном транспорту • Цурење гасова под притиском из цевовода и других система под притиском • Створени услови за изазивање пожара или експлозије у ЗОНИ опасности 2 • Почетни пожари на инсталацијама	• Пуцање цевовода течних материја • Пуцање цевовода гасова под притиском • Просипање целокупног садржаја из резервоара течности • Просипање ауто и железничких цистерни на комплексу након хаварија • Створени услови за пожар и експлозију у ЗОНИ опасности 1 • Пожар и експлозија дела постројења • Два и више удеса велике вероватноће на једној локацији у исто време	• Пуцање судова за транспорт • Пуцање суда за складиштење • Пожар целог постројења • Пожар целог складишта • Експлозија целог постројења • Експлозија целог складишта • Створени услови за пожар и експлозију ЗОНИ опасности 0 • Два и више удеса средње вероватноће на једној локацији у исто време

Према [170] вероватноћа се одређује на основу учесталости дешавања одређене претње и рањивости локалне заједнице или предузећа на дату претњу.

Учесталост се односи на понављање одређене претње у неком периоду. Степенује се на: 1 - врло ретко, 2 - повремено, 3 - често, 4 - претежно и 5 - веома често.

Повредивост (Рањивост) (Р) представља постојеће стање заштите, односно осетљивост предузећа односно локалне заједнице, на претње. Може се степенувати на следећи начин: 1 - врло велика, 2 - велика, 3 - средња, 4 - мала и 5 - врло мала.

Вероватноћа [170] се степенује на следећи начин: 1 - немогуће, 2 - невероватно, 3 - вероватно, 4 - скоро извесно и 5 - сигурно. Матрица вероватноће приказана је у табели 8.6.

Табела 8.6. Матрица вероватноће

Рањивост \ Учесталост		Врло велика	Велика	Средња	Мала	Врло мало
		1	2	3	4	5
Врло ретко	1	3	2	1	1	1
Повремено	2	4	3	2	2	1
Често	3	5	4	3	2	2
Претежно	4	5	4	3	3	3
Стална	5	5	5	4	3	3

$$B = U \cdot P \quad (8.68)$$

Учесталост (U) се односи на понављање одређеног штетног догађаја у временском периоду или на изложеност штићене вредности одређеној потенцијалној опасности у одређеној временској јединици. Учесталост се примењује у два појавна облика, и то: $U1$ - учесталост када постоји евиденција штетних догађаја и $U2$ - учесталост када не постоји евиденција штетних догађаја.

Када се врши процена ризика мора се одлучити да ли ће се применити учесталост $U1$ или $U2$, на основу података о постојању валидних евиденција о штетним догађајима, у фази утврђивања контекста проблема.

Временски период у којем се посматрају подаци о учесталости треба да буде најмање за последњих десет календарских година. Приликом процене ризика може се одступити од овог временског одређења, ако не постоји десетогодишња евиденција, већ евиденција за краћи временски период, али не краћи од пет година и постоји евиденција за период дужи од десет година из које се могу приказати битни показатељи учесталости догађаја. Приликом процене ризика треба користи податке објављене од стране јавних и других служби.

Ако је анализом статистичких података нежељених догађаја у протеклом периоду утврђено да нема података о штетним догађајима или нису забележени, долази се до закључка да није могуће израчунати учесталост по основу евиденције догађаја. У том случају, приступа се анализи времена изложености штићених вредности детерминисаним потенцијалним опасностима и у односу на добијену временску изложеност, потенцијалним опасностима одређује степен учесталости.

Процена могућих последица. Последице (Π) представљају ефекат штетног догађаја по штићене вредности, а манифестују се кроз величину губитка (штету) у односу на критичност штићене вредности на основу критеријума датих у [170].

Последице се одређују према изразу и изражавају као: последице без значаја, значајне, озбиљне, велике и катастрофалне последице, а на основу броја људи са смртним исходом, броја повређених или затрованих људи, броја мртвих животиња, површине контаминираног земљишта и водотокова и висине материјалне штете. Могуће последице по живот и здравље људи и животну средину процењују се на основу података добијених анализом повредивости. Повредиви објекти се изражавају нумерички а за процену се узимају у обзир и највеће могуће последице.

$$\Pi = \text{III} \cdot K(2)$$

Према *JRC Major Accident Reporting system-MARS (EC/JRC, 1993)* процена могућих последица се одређује из штете и критичности. *Штета* је мера оштећења вредности и може се приказати степенима: 0 - не постоји 1 - врло мала; 2 - мала; 3 - средња; 4 - велика и 5 - врло велика; 6 - катастрофална.

Индекс тежине у складу са проценом последица узима се из табеле 8.7.

Табела 8.7. Критеријуми за процену могућих последица према Методологији *JRC Major Accident Reporting system - MARS (EC/JRC, 1993)*

	Последице	0	1	2	3	4	5	6
a₁	Број смртних случајева у објекту				1-4	5-19	20-49	50 или више
a₂	Број смртних случајева у објекту				1-4	5-19	20-49	50 или више
b₁	Број повређених особа (хоспитализација од 24 сата или више)		1-2	3-9	10-49	50-199	200-499	500 или више
b₂	Број повређених особа (хоспитализација од 24 сата или више) изван објекта			1-9	10-49	50-199	200-499	500 или више
в₁	Материјална штета унутар објекта (укључујући губитак производа)	$x < 15 \text{ KECU}$	$15 \text{ KECU} \leq x < 150 \text{ KECU}$	$0,15 \text{ MECU} \leq x < 15 \text{ MECU}$	$1,5 \text{ MECU} \leq x < 15 \text{ MECU}$	$15 \text{ MECU} \leq x < 150 \text{ MECU}$	$150 \text{ MECU} \leq x < 1500 \text{ MECU}$	$x \geq 1500 \text{ MECU}$
в₂	Укупни процењени трошкови оштећења имовине изван објекта или трошак у социјалном и економском смислу	Нема	$x < 15 \text{ KECU}$	$0,015 \text{ MECU} \leq 0,15 \text{ MECU}$	$0,15 \text{ MECU} \leq x < 1,5 \text{ MECU}$	$1,5 \text{ MECU} \leq x < 15 \text{ MECU}$	$15 \text{ MECU} \leq x < 150 \text{ MECU}$	$x \geq 150 \text{ MECU}$
г	% изгубљене ретке популације флоре/фауне	Нема	Нема	До 1%	1 – 4,9%	5 – 19,9%	20 – 49,9%	више од 50%
	% изгубљене обичне популације флоре/фауне	Нема	До 1%	1 – 4,9%	5 – 19,9%	20 – 49,9% 10 t – 50 t	50 – 79,9% 50 t – 250 t	Више од 80% Више од 250 t
д	Зона контаминираног земљишта или зона развоја вода које су дугорочно контаминирани и које треба санирати или зона у којој су активности (купање, пецање, итд.)	Ниједна	$x < 1 \text{ ha}$	$1 \text{ ha} \leq x < 10 \text{ ha}$	$10 \text{ ha} \leq x < 100 \text{ ha}$	$1 \text{ km}^2 \leq x < 5 \text{ km}^2$	$5 \text{ km}^2 \leq x < 50 \text{ km}^2$	$x \geq 50 \text{ km}^2$
	Загађена запремина свеже воде (на пример језера)	$x < 100 \text{ m}^3$	$10^2 \text{ m}^3 \leq x < 10^3 \text{ m}^3$	$10^3 \text{ m}^3 \leq x < 10^4 \text{ m}^3$	$10^4 \text{ m}^3 \leq x < 10^5 \text{ m}^3$	$10^5 \text{ m}^3 \leq x < 10^6 \text{ m}^3$	$10^6 \text{ m}^3 \leq x < 10^7 \text{ m}^3$	$x \geq 10^7 \text{ m}^3$
ђ	Број оштећених грађевина изван објекта				1 – 9	10 – 99	100 – 499	500 или више
	Област у којој су поломљени прозори (изван објекта)	Ниједна	$x < 1 \text{ ha}$	$1 \text{ ha} \leq x < 10 \text{ ha}$	$10 \text{ ha} \leq x < 100 \text{ ha}$	$1 \text{ km}^2 \leq x < 10 \text{ km}^2$	$10 \text{ km}^2 \leq x < 25 \text{ km}^2$	$x \geq 25 \text{ km}^2$
	Удаљеност око објекта у оквиру које је прекинут саобраћај	Ниједна	Путеви уз ограду	50 m	$50 \text{ m} \leq x < 100 \text{ m}$	$100 \text{ m} \leq x < 1 \text{ km}$	$1 \text{ km} \leq x < 5 \text{ km}$	$x \geq 5 \text{ km}$
е	Утицај на јавност		Делимична евакуација објекта	Потпуна евакуација објекта и прекида рада	Евакуисане оближње канцеларије објекта, цијална зона	Евакуација резиденцијалних области или прекид јавних комуналних служби, на више од 4h	Евакуација школа, домована за старе и других осетљивих институција	

Критичност је мера вредности, односно важности штићене вредности за организацију. Може се степеновати са [170]: 1 - врло велика; 2 - велика; 3 - средња; 4 - мала и 5 - врло мала. У том случају последице се изражавају као ефекат негативног догађаја по вредности предузећа или локалне заједнице, а манифестују се кроз величину губитка (штету) у односу на критичност (важност) штићене вредности. Последице се могу степеновати на следећи начин: 1 - врло лака; 2 - лака; 3 - средње тешка; 4 - тешка и 5 - изразито тешка (Табела 8.8).

Табела 8.8. Матрица последица

Рањивост		Врло велика	Велика	Средња	Мала	Врло мало
		1	2	3	4	5
Учесталост						
Врло мала	1	3	2	1	1	1
Мала	2	4	3	2	2	1
Средња	3	5	4	3	2	2
Велика	4	5	4	3	3	3
Врло велика	5	5	5	4	3	3

Ризик од хемијског удеса према [170] се процењује на основу вероватноће настанка удеса и могућих последица. Ниво ризика одређује се према обрасцу:

$$HP = B \cdot P(3)$$

где је В - вероватноћа настанка удеса а $P(3)$ - последице.

Ниво ризика одређен према овој методологији може бити у границама од минимално 1 до максимално 25 (Табела 8.9).

Табела 8.9. Матрица ризика

ПОСЛЕДИЦЕ		Врло лаке	Лака	Средње тешка	Тешка	Изразито тешка
		1	2	3	4	5
Учесталост						
Ретко	1	1	2	3	4	5
Мало вероватно	2	2	4	6	8	10
Умерено вероватно	3	3	6	9	12	15
Вероватно	4	4	8	12	16	20
Скоро сигурно	5	5	10	15	20	25

8.3.4.3. Оцене ризика

Квантификација сваког идентификованог ризика подразумева дефинисање квантитативне и квалитативне оцене ризика. *Квантитативна* оцена ризика подразумева нумерички израђену оцену ризика. Она се израчунава преко V - вероватноћа појављивања и P - последица изазваних појавом ризика.

Квалитативна оцена подразумева дефинисање јачине последица, вероватноће настанка ризичног догађаја, а затим његово детерминисање. У пракси се поједини утицаји које изазива ризик на систем не могу квантификовати бројним вредностима (губитак интегритета, губитак поузданости, утицаја у јавности итд.) већ се користи квалитативна оцена, најчешће на основу субјективне процене и користи се у процесу доношења одлуке.

Комбиновањем вероватноће и јачине последица у матрици ризика као резултат се добија ниво или величина ризика. У оквиру матрице потребно је извршити и одређивање нивоа ризика. Такође се могу, зависно од вредности ризика, доделити и приоритети у акцијама. На пример: неприхватљиви ризици имају приоритет првог степена, прихватљиви ризици су другог степена, односно маргинални ризици су трећег приоритета итд.

Ради оцене ризика потребно је извршити класификацију ризика у категорије а потом одреди који су ризици прихватљиви а који нису.

Ризици се класификују у категорије од најниже (прва) до највише (пета). Ризик се изражава као: занемарљив, мали, средњи, велики и веома велики ризик, а према критеријумима приказаним у табели 8.10:

Табела 8.10. Критеријуми ризика на основу вероватноће настанка удеса и могућих последица

Вероватноћа настанка удеса	Последице				
	малог значаја	значајне	озбиљне	велике	катастрофалне
мала	занемарљив ризик	мали ризик	средњи ризик	велики ризик	веома велики ризик *
средња	мали ризик	средњи ризик	велики ризик	веома велики ризик *	веома велики ризик *
велика	средњи ризик	велики ризик	веома велики ризик *	веома велики ризик *	веома велики ризик *

Квантификација ризика за сваки ризични догађај, подразумева:

- идентификацију ризичног догађаја;
- одређивање вероватноће ризичног догађаја;
- одређивање могућих губитака који би овај ризични догађај произвео и
- одређивање мера за спречавање ризика.

Осим основних показатеља постоје и изведени показатељи ризика као што су:

- интензитет ризичног догађаја;
- фреквенција ризичног догађаја;
- средње време између ризичних догађаја и
- величина економских улагања за спречавање ризичних догађаја.

Ризик од удеса се процењује на основу вероватноће настанка удеса и обима могућих последица. Оценом ризика долази се до закључка да ли је ризик од опасних активности на одређеном простору прихватљив. Прихватљив ризик је онај ризик којим се може управљати под одређеним условима предвиђеним прописима.

На основу листе прихватљивих и неприхватљивих ризика дефинише се листа приоритета. Приоритетно се третирају они ризици који имају највећи ниво ризика. Приликом одређивања који ризици ће приоритетно бити третирани, потребно је обратити пажњу на могућност постојања ризика са ниским нивоом ризика и могућности да применом мера третирања прерасту у високе ризике са потребом за приоритетним третманом (Табела 8.11).

Табела 8.11. Интегрална шема за одређивање ризика

НИВО РИЗИКА										
ВЕРОВАТНОЋА					ПОСЛЕДИЦЕ				В#П	
Учесталост		Рањивост	ТАБЕЛА 1	У#Р	Штета	Критичност	ТАБЕЛА 2	Ш#К		ТАБЕЛА 3
1.	врло ретко - нема утицаја	врло велика - опште нема заштите		ретко	врло мала - до 1000 динара, стрес код људи	врло велика - потпуни прекид функционисања организације		врло лака	врло мали ризик, занемарљив	
2.	повремено - до 25%	велика - само физичка		мало вероватно	мала - од 1001 до 10000 динара, лаке повреде код људи	велика - пољуљано функционисање организације		лака	мали ризик	
3.	често - до 50%	средња - само техничка		умерено вероватно	средња - од 10001 до 100000 динара, теже повреде код људи	средња - могуће функционисање уз повећане напоре и допунска средства		средње тешка	умерено велики ризик	
4.	претежно - до 75%	мала - физичка и техничка		вероватно	велика - од 100001 до 1000000 динара, тешке и вишеструке повреде код људи	мала - могуће заустављање процеса рада		тешка	велики ризик	
5.	веома често - преко 75%	врло мала - све врсте обезбеђења		скоро сигурно	врло велика - преко милион динара, људски губици	врло мала - решавање у ходу, редовним активностима		изразито тешка	изразито велики ризик	

У табели 8.12 приказани су критеријуми за категорисање ризика, путем прорачунавања ризика из вредности вероватноће наступања догађаја и вредности могућих опасних последица догађаја.

Табела 8.12. Критеријуми за прорачун ризика

КРИТЕРИЈУМ ЗА ПРОРАЧУН РИЗИКА					
Вероватноћа		Последица		Ризик	
Учесталост	Вредност	Озбиљност	Вредност	Категорија	Оцена
Ретко	0,1	Материјална штета која не прелази износ од <i>сто хиљада динара</i> или изазивање опасности за здравље људи или за имовину малог обима	1	Оптимални - ризик прихватљив, редовно пратити стање	0 - 2
Мало вероватно	0,3	Материјална штета која не прелази износ од <i>сто хиљада динара</i> или изазивање опасности за здравље или тело људи или за имовину мањег обима	2	Средњи - ризик смањити на разумну меру	3 - 4
Умерено вероватно	0,5	Материјална штета која прелази износи од <i>четиристо хиљада динара</i> или изазивање опасности за живот или тело људи или за имовину средњег обима или нарушавање пословног угледа или кредитне способности или одавање пословне тајне	3	Висок - пре даљег рада мора се смањити ризик	> 4
Вероватно	0,8	Материјална штета која прелази <i>милион и петсто хиљада динара</i> или изазивање опасности за живот и тело људи или за имовину већег обима или одавање пословне тајне из користољубља	4	Степен рада добија се множењем бројчаних вредности вероватноће наступања опасности или последице, за сваку ставку из Листе ризика организације	
Скоро извесно	1	Материјална штета која прелази износ од <i>пет милиона динара</i> или изазивање опасности за живот или тело људи или за имовину већег обима или одавање пословне тајне из користољубља или у погледу нарочито поверљивих података	5		

Ризик је прихватљив ако је процењен као: занемарљив ризик, мали ризик, средњи ризик и велики ризик. Ризик није прихватљив ако је процењен као веома велики ризик.

Уколико ризик није прихватљив функционисање постројења са овим нивоом ризика није прихватљиво, и оператер постројења је обавезан да приступи увођењу додатних техничко-технолошких и других мера заштите на објектима, технолошком процесу, опреми, као и у организацији система безбедности и рада, како би га свео у границе прихватљивости. Додатне мере заштите морају бити дефинисане и пројектоване изменама и допунама техничке документације предметног постројења и уграђене у План заштите од удеса. На основу дефинисаних и пројектованих додатних мера потребно је извршити поновну процену ризика од хемијског удеса.

Процењени ризици се према датој категоризацији могу сврстати у: прихватљиве ($NP = 1, 2, 3, 4$ и 5) и неприхватљиве ($NP = 6, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 20$ и 25).

Евалуација (оцењивање) ризика процес је компарације квантификованог ризика у односу на постављене критеријуме како би се дефинисала употребљивост ризика. Критеријуми употребљивости могу се поставити из разних углова нпр.: трошкова и бенифиција, законских регулатива, економских аспеката, према заштити животне средине, захтевима уговарача, дефинисаним приоритетима, вероватноћи настанка, последицама ризика итд. Излаз из овог процеса представља листа приоритетних ризика.

Примена анализе ризика подразумева коришћење процењених расподела свих релевантних променљивих које утичу на критеријумску променљиву, одређивање расподеле вероватноће исте критеријумске променљиве и могућности примене пуне информације садржане у расподели у циљу евалуације догађаја. Због тога је за евалуацију догађаја анализа ризика много погоднија него методе које евалуациони процес базирају само на појединачним оценама. То је свакако основна предност анализе ризика у односу на остале методе. Анализа ризика обезбеђује ефикасан начин уклапања субјективних улаза у процес анализе. Она обезбеђује и оквир за идентификовање фактора који утичу на пројекат, учи нас како се они одигравају и како утичу једни на друге. Због тога нам анализа ризика омогућава да боље схватимо сву комплексност и динамичку природу проблема. Примена анализе ризика обезбеђује ефикасну комуникацију између више страна које морају међусобно сарађивати у процесу оцењивања расподела вероватноћа. Важно је нагласити да је идентификација релевантних организацијско-специфичних ризика елемената један од најважнијих предуслова за успешну анализу ризика и директно се односи на специфична питања организације.

8.3.5. Оцена ризика по здравље људи од хемијског удеса

Истраживања при процени ризика остварују се у складу са потпуном (основном) и скраћеном шемом.

Потпуна шема процене ризика подразумева спровођење четири фазе [140]:

- идентификација опасности;
- процена утицаја (експозиције) хемијских материја на човека;
- процена зависности (односа) „доза-одговор“ и
- одређивање карактеристика ризика.

Скраћена шема се примењује у скрининг процени, која се спроводи са циљем прецизирања задатака истраживања, као и при брзој процени санитарно-епидемиолошког стања насеља. Скрининг процена може да садржи делове етапа које припадају основном (базном) истраживању, као нпр. идентификацију опасности. Уколико је у тој етапи утврђено да испитиване хемијске материје не представљају реалну опасност по здравље или уколико постојећи подаци о експозицији или показатељи опасности нису довољни за процену ризика и не постоје никакве могућности за одређивање њихових оријентационих карактеристика, онда се наредне фазе процене ризика не спроводе. Истраживања при процени ризика могу имати различите временске основе.

- *Ретроспективна* истраживања за циљ имају процену ризика који је условљен претходним утицајима хемијских супстанци које загађују животну средину, и захтевају реконструкцију претходних утицаја.

- *Текућа* (тренутна) процена ризика се односи на хемијско загађење животне средине које се јавља у тренутку истраживања.
- *Потенцијална* процена ризика се односи на нивое ризика који ће се вероватно догодити у одређеном временском периоду при конкретном сценарију утицаја.

8.3.5.1. Прва фаза процене ризика - идентификација опасности

Прва фаза процене ризика започиње са подробним описом физичке средине и детаљно проучених историјских карактеристика разматране територије. Карактеристике физичке средине у себи садрже и анализу следећих својстава и показатеља:

- клима (температурни режим, количина падавина, релативна влажност, висина локалитета, број дана са одрживим снежним покривачем, процес циркулације ваздушних маса итд.);
- метеоролошки услови (брзина и правац ветра, учесталост тишина, магли, приземних инверзија температуре итд.);
- растиње (травнате површине, дрвено растиње итд.);
- хидрологија подземних водених извора (дубина, правац и тип протока) и
- место распореда и опис површинских водотокова (тип, брзина протока, саланитет итд.).

У фази идентификације опасности утврђују се карактеристике популације која је потенцијално изложена експозицији, као и узрочне везе између експозиције хемијској супстанци и појављивања и/или тежине штетних ефеката на здравље људи. Основни задатак ове фазе је одабир приоритетних индикатора хемијских материја, чије проучавање омогућава да са довољном поузданошћу окарактеришемо нивое ризика нарушавања стања здравља насеља и изворе појаве поремећаја.

Идентификација опасности је тзв. скрининг карактера и подразумева:

- идентификацију свих извора загађења атмосферског ваздуха и њихових могућих утицаја на човека;
- израду прелиминарних сценарија и путева деловања штетних фактора, израда списка потенцијално опасних хемијских материја;
- одређивање карактеристика потенцијално штетних ефеката хемијских материја и процену научних доказа о могућности настанка тих ефеката и њиховом деловању на човека;
- анализу квалитета и поузданости доступних података о загађењу приоритетних објеката животне средине и израду плана допунских истраживања, неопходних за тачну и прецизну процену експозиције;
- одређивање приоритетних хемијских супстанци које су значајне за дата истраживања и
- одређивање степена неодређености идентификације опасности.

Одређивање карактеристика групе становништва, која се налази у зони истраживања или у њеној близини, предвиђа анализу места живљења (одређивање локације и растојања од извора загађења животне средине), врста делатности, као и идентификацију посебно осетљивих група. У анализу треба укључити све популације које су потенцијално изложене деловању истраживаних фактора, чак и оне које су удаљене од извора загађења- удеса, као и становништво које у будућем периоду може бити изложено деловању тих фактора.

При идентификацији опасности на одређеној територији неопходно је утврдити све постојеће изворе загађења животне средине. Обавезно у прорачун треба уврстити све изворе загађења који потенцијално могу довести до утицаја на становништво које живи у истраживаној зони.

У случају када су истраживања усмерена на процену ризика по здравље становништва, који је условљен неким конкретним објектом, нпр. индустријским удесом, као најважнији извор информација јављају се закључци о квалитативном и квантитативном саставу емитованих супстанци из датог извора, као и њихове просторне и временске карактеристике.

У фази идентификације опасности уз сагледавање конкретних задатака процене ризика, израђује се концептуални модел истраживане територије, издвајају се основни путеви деловања хемијских супстанци, који се потом наводе у фази процене експозиције. Истовремено се сачињава општи списак свих хемијских супстанци, које су присутне у животној средини истраживане територије.

Сценарио експозиције представља свеукупност фактора, научних претпоставки и закључака о томе, на који начин долази до деловања: материје које делују, путеви деловања, тачке деловања, путеви уноса хемијског једињења у организам човека, изложеност група становништва.

Путеви (маршуте) деловања (обавезни и саставни део сваког сценарија) - представљају физички пут загађивања од извора његовог настанка и доспевања у животну средину до експонираног (изложеног) организма. Он садржи:

- извор и механизам доспевања хемијске материје у животну средину;
- акумулирајућу средину са својим основним загађењем (фонским);
- место потенцијалног контакта човека са загађеном животно средином (тачка деловања) и
- контакт човека са хемијском материјом при употреби воде, прехранбених производа, ваздуха и путем коже (путеви уноса).

По правилу, сценарио деловања подразумева неколико маршрута.

Карактеристика опасности хемијских канцерогених материја: Као основни задаци процеса идентификације опасности потенцијално канцерогених хемијских једињења су: утврђивање степена доказа канцерогености испитиване материје по човека; одређивање услова, при којима реално може да дође до канцерогеног ефекта, и процена адекватности тих услова специфичностима одабраног сценарија деловања.

Тежина доказа канцерогености испитиване хемијске материје по човека оцењује се на основу постојеће класификације. У складу са класификацијом Међународне агенције за изучавање рака, издвајају се следеће групе:

I група - материје канцерогене по човека. У ову групу спадају материје, за које постоје довољно поуздани епидемиолошки подаци о њиховој канцерогеној опасности по човека, тј. за које су утврђене вредности ризика за појединачне супстанце одређених локација. Нпр., у материје које загађују атмосферски ваздух, у групу канцерогених материја 1. Групе спадају: бензол, винилхлорид, шестовалентни хром, азбест, арсен, кадмијум, диоксини, никал итд.

II група - обухвата: II а подгрупу - материје које су вероватно канцерогене по човека. На основу података за ове материје постоје ограничени докази њихове канцерогености

по човека. У ову групу спадају канцерогене материје као што су: бент(а)пирен, формалдехид, 1,3 бутадиен, акрилонитрил, дихлорметан, тетрачлоретилен, берилијум итд. II б подгрупу - материје за које постоји могућност да су канцерогене по човека. На основу података за ове материје постоје ограничени докази њихове канцерогености по животиње, нпр.: хексахлоран, хидразин, 1,2 дихлорпропан итд.

III група - материје које се не класификују као канцерогене за човека.

IV група - материје за које постоје докази да не поседују канцерогени ефекат за човека.

У складу са класификацијом Агенције САД за заштиту животне средине (*US EPA*) потенцијално канцерогени агенси деле се на следеће групе:

- А - канцерогене за човека;
- B1 - вероватно канцерогене за човека (ограничени докази њихове канцерогености за човека);
- B2 - вероватно канцерогене за човека (довољни подаци њихове канцерогености за животиње и недовољни докази или одсуство података о њиховој канцерогености за човека);
- С - могуће канцерогене за човека;
- D - агенси који се не класификују као канцерогени за човека;
- Е - материје, за које постоје докази о њиховој неканцерогености за човека.

У квалитативно потенцијалне хемијски канцерогене материје при процени ризика, убрајају се материје које припадају групама 1, 2A, 2B на основу класификације Међународне агенције за изучавање рака и групе A, B1, B2 по класификацији *US EPA*. По класификацији *US EPA* материје групе С укључују се у анализу на основу задатака истраживања при постојању закључака о факторима канцерогеног потенцијала и других података. Канцерогени ризик материја групе С корисно је разматрати одвојено од других канцерогених материја уз обавезно указивање на велику неодређеност одговарајућих процена.

Степен изражености канцерогености оцењује се на основу вредности фактора канцерогеног потенцијала и јединичног ризика. Закључци о канцерогености материја при инхалационом начину уноса у организам представљени су у литератури [139].

Многе канцерогене хемијске материје могу изазвати не само канцерогене, већ и токсичне ефекте. У вези са тим, процена опасности одређених материја мора се вршити уз сагледавање њиховог како канцерогеног, тако и неканцерогеног деловања.

При избору приоритетних загађујућих материја узима се у обзир врста извора загађења, састав загађујућих супстанци, количина материја које прими животна средина, загађеност објеката животне средине, географска расподела загађења, стабилност, биоакumulација, акутна, субакутна и хронична токсичност за човека и животиње, канцерогеност, тератогеност итд.

Приоритетна хемијска једињења деле се на следеће групе:

- A1 - токсичне, биоакumulативне и стабилне материје, чије емитовање у животну средину мора бити забрањено;
- A2 - токсичне, биоакumulативне и стабилне материје, чије емитовање у животну средину мора бити ограничено;
- B1 - токсичне, биоакumulативне материје;
- B2 - стабилне и токсичне материје;
- B3 - токсичне материје;
- С - стабилне и биоакumulативне материје.

При претходном рангирању потенцијално канцерогених материја по степену њихове опасности, корисно је поћи од вредности могуће експозиције, бројности становништва потенцијално изложеном деловању, степена канцерогеног деловања и његове изражености.

У фази идентификације опасности као оријентациони показатељи експозиције могу се користити: подаци добијени прорачуном или постојећи лабораторијски подаци о концентрацијама супстанци у анализираним објектима животне средине, закључци о вредности емисије у атмосферу. Одређивање карактеристика канцерогености материја врши се употребом специфичних масених коефицијената, чије се вредности одређују у зависности од вредности фактора канцерогеног потенцијала и групе канцерогености у складу са класификацијом по препорукама *US EPA* [140]. Израчунавање индекса канцерогене опасности врши се по једначини:

$$HR_{kanc.} = E \cdot Wc \cdot P / 10000 \quad (8.69)$$

где је: *Wc* - масени (тежински) коефицијент канцерогене активности; *P* - бројност популације изложене деловању; *E* - вредност условне експозиције (вредност годишње емисије, *t/god*).

Када располажемо закључцима о концентрацијама материја у објектима животне средине, њихова упоредна анализа опасности спроводи се употребом вредности индивидуалног и популационог канцерогеног ризика.

Карактеристике опасности неканцерогених ефеката: При процени ризика настанка неканцерогених ефеката полази се од претпоставке о постојању прага штетног дејства, испод кога се штетни ефекти не јављају. У методологији процене ризика често се примењују појмови најнижи ниво експозиције (*LOAEL*) и ниво неиспољавања штетних ефеката (*NOAEL*).

LOAEL - ниво при коме се запажају штетни ефекти;

NOAEL - највиша доза или концентрација, при којој се савременим методама истраживања не могу утврдити ефекти штетни по здравље (у литератури се као аналогија овог термина јавља термин максимална неделотворна (без утицаја) доза или концентрација).

У фази идентификације врши се анализа података о референтним нивоима за акутно и/или хронично деловање хемијских материја, садржаних у прелиминарном списку приоритета за наредну анализу ризика. Истовремено, неопходно је одредити критичне органе или системе органа и ефекте који би одговарали утврђеним референтним дозама или концентрацијама.

Извори закључака о показатељима опасности настанка токсичних ефеката су концентрације квалитета амбијенталног ваздуха:

- граничне вредности нивоа загађујућих материја у ваздуху;
- горње и доње границе оцењивања нивоа загађујућих материја у ваздуху;
- границе толеранције и толерантне вредности;
- концентрације опасне по здравље људи и концентрације о којима се извештава јавност; критични нивои загађујућих материја у ваздуху;
- циљне вредности и (национални) дугорочни циљеви загађујућих материја у ваздуху.

У циљу прелиминарног рангирања материја које не представљају канцерогени ризик, врши се прорачун ранг-индекса неканцерогене опасности по једначини:

$$HR_{inekanc.} = E \cdot TW \cdot P / 10000 \quad (8.70)$$

где је: TW - масени (тежински) коефицијент неканцерогене активности.

Када располажемо израчунатим вредностима концентрација или подацима добијеним мониторингом садржаја хемијских материја у животној средини, као најпоузданији начин рангирања јавља се претходни прелиминарни прорачун ризика.

Упоредо са анализом имисија хемијских материја у атмосферу из посматраних извора загађења, у циљу израде прелиминарног списка приоритетних материја користе се постојећи резултати санитарно-хемијских истраживања проучаване територије.

Пре спровођења анализе сви прикупљени подаци се групишу уз сагледавање истраживаног објекта животне средине и локације узимања узорак. У анализу треба укључити не само све статистичке параметре, већ и све једнократно измерене концентрације, са податком о датуму узорковања. То је посебно важно уколико је задатак истраживања одређивање карактеристика ризика акутних деловања хемијских једињења. При процени постојећих хемијско-аналитичких података, препоручује се да се у географску карту унесу локације узимања узорак хемијских једињења, распоред потенцијалних извора загађења и места пребивалишта становништва. То нам омогућава да прегледно графички представимо у ком степену локације узимања узорак карактеришу потенцијалну експозицију хемијских материја на становништво, као и решавање питања могућности екстраполације добијених података на целу истраживану територију.

У овој фази спроводи се анализа квалитета и поузданости постојећих закључака о загађењу приоритетних објеката животне средине. У случају да су подаци о нивоима загађења истраживане територије недовољни, израђује се план додатних истраживања, чији је циљ добијање како лабораторијских, тако и израчунатих вредности о експозицији на истраживаној територији.

У почетним фазама идентификације опасности израђује се потпуни списак свих хемијских материја које могу да загаде атмосферски ваздух истраживане територије. На крају, дати списак подлеже анализи, са циљем идентификације хемијских једињења која представљају повишену опасност. Формирање коначног списка истраживаних материја врши се у више фаза:

- анализа опасности (штетности по здравље људи), као и информација о концентрацијама загађујућих материја у атмосферском ваздуху;
- претходно рангирање (класификација) хемијских материја уз сагледавање обима њихове имисије у животну средину и степена изражености њихових канцерогених и токсичних својстава;
- израда типичних сценарија експозиција за одабране материје;
- прорачун ризика за сценарије деловања и
- рангирање хемијских материја уз сагледавање добијених вредности канцерогених и неканцерогених ризика, израда коначног списка хемијских једињења, која подлежу даљој процени.

Водећи критеријуми за разматрање загађујућих материја су њихова токсична својства, распрострањеност у животној средини и вероватноћа деловања на човека. Међу

различитим критеријумима приоритетности треба издвојити следеће основне критеријуме:

- количина материје која се емитује у животну средину (атмосферски ваздух);
- бројност становништва, потенцијално изложеног деловању;
- висока отпорност (постојаност);
- способност биоаккумуляције материје;
- способност дистрибуције материје у средину и миграције из једне у другу;
- опасност по здравље људи;
- могућност изазивања поремећаја хемијских процеса у атмосфери и
- могућност поремећаја видљивости атмосфере.

Изузимање хемијских једињења из почетног списка анализираних материја врши се у складу са следећим критеријумима:

- одсуство резултата мерења концентрације материје или непоузданост постојећих података о нивоу експозиције;
- концентрација једињења је испод природног фонског нивоа;
- супстанца пронађена у малом броју узорка (мање од 5 %);
- концентрација супстанце је доста нижа од референтних (безбедних) нивоа деловања;
- вредност коефицијента опасности (HQ) је мања од 0,1;
- канцерогени ризик је мањи од 10^{-6} при комбинованом деловању са другим хемијским једињењима, која имају исти дејства и/или утичу на исте органе или системе органа;
- отклањање одређеног једињења не доводи до битног снижења укупног ризика;
- одсуство изразите токсичности и података о канцерогености за човека;
- одсуство података о биолошком дејству материје;
- немогућност оријентационе прогнозе показатеља токсичности и опасности и
- концентрација истраживане материје не доводи до прекорачења дозе препоручене дневне потребе.

Изузимање материје из наредне анализе представља врло одговоран задатак. На територији са великим бројем загађујућих материја суштинско скраћивање списка анализираних хемијских једињења може изразито и са непредвидивом грешком приказати закључне вредности ризика, што доводи до нетачних резултата при рангирању (класификацији) извора ризика.

Неопходно је запазити да поштовање актуелних хигијенских нормативе не представља основу за изузимање материје из списка анализираних хемијских једињења. Из разлога што су дати нормативи за низ хемијских канцерогених материја утврђени без сагледавања њиховог канцерогеног ефекта, постојећи нивои МДК за неке материје могу бити повезани са високим вредностима потенцијално канцерогеног ризика.

При разматрању питања идентификације хемијских материја приоритетних за процену ризика неопходно је такође сагледати околност да је МДК многих материја утврђен на основу органолептичких и општесанитарних критеријума. Тако, за 38 % материја, који су нормирани за атмосферски ваздух, МДК су утврђене на основу њиховог рефлекторног дејства, и само 37 % нормираних материја имају особину апсорптивно штетних. Очигледно, упоређивање реалних нивоа деловања са актуелним нормативима не пружају стварну представу о ризику.

Као обавезна фаза идентификације опасности јавља се потпун опис свих грешака, нетачности, недовољно поузданих претпоставки и закључака, што се може одразити на коначне резултате карактеристика ризика и изведених закључака.

Основни разлози неодређености фазе идентификације опасности су:

- непотпуни или нетачни закључци о изворима загађења животне средине, квантитативним и квалитативним карактеристикама емисије хемијских материја;
- грешке у прогнози транспорта хемијских материја у атмосферском ваздуху;
- грешке при утврђивању степена потпуности, поузданости и репрезентативности хемијско-аналитичких података и
- недовољна доказивост или одсуство података о штетним ефектима на човека.

У фази идентификације опасности, по правилу, немогуће је одредити квантитативну карактеристику неодређености. Пре свега у овој фази могуће је само квалитативно анализирати утицај различитих компонената (елемената) неодређености.

8.3.5.2. Друга фаза процене ризика - процена експозиције

Циљ ове фазе је одређивање и процена нивоа, дужине трајања, учесталости и путева деловања испитиваних фактора како на популацију у целини, тако и на њене појединачне субпопулације, укључујући врло осетљиве групе.

Процена експозиције подразумева:

- одређивање карактеристика услова деловања, укључујући анализу физичких својстава средине и одређивање потенцијално изложене (експониране) популације;
- одређивање путева, потенцијалних праваца ширења и кретања у средини у којој се ризик јавља;
- израду крајњег сценарија деловања са утврђивањем потенцијалног контакта одређених група становништва са штетним факторима-материјама и путева њиховог уноса у организам и
- одређивање квантитативне карактеристике нивоа експозиције и концентрације и прорачун доза експозиције.

Квантитативне карактеристике нивоа експозиције. Вредност експозиције представља измерену или израчунату количину агенаса у конкретном објекту животне средине, која је у контакту са тзв. површинским органима (плућа, гастроинтестинални тракт, кожа) у току тачно утврђеног временског периода.

Експозиција се може изразити као укупна количина материје у животној средини (у јединици масе, нпр. *mg*) или као вредност деловања (маса материје по јединици времена, нпр. *mg/dan*) или као вредност деловања у односу на масу тела човека (нпр. *mg/kg/dan*).

Квантитативна карактеристика нивоа експозиције подразумева претходну процену ефективних концентрација (концентрација које имају утицај-концентрације деловања).

Концентрације које изазивају штетно деловање одређују се пре свега на основу: резултата мониторинга објеката животне средине; моделирања дистрибуције и реактивности хемијских материја у животној средини; комбинације резултата мониторинга са подацима добијеним применом моделирања.

Лабораторијска мерења, извршена у складу са актуелним нормативима у режиму мониторинга, могу да дају објективну информацију о стању атмосферског ваздуха. Методе прорачуна омогућавају израду прецизног модела загађења објекта животне средине са могућношћу процене у било којој тачки проучаване области. Најпоузданији извор за добијање информација о реалним и потенцијалним дозама загађења представља комбинација лабораторијских метода и метода прорачуна.

При процени оптерећења експозиције, издвајају се три типа деловања:

- акутно - дужина трајања деловања до 14 дана;
- субакутно - максимална дужина експозиције је 10-12 % средњег животног века (8 година);
- хронично - дужина експозиције изнад 10-12 % средњег животног века (8 година).

Просечно време експозиције одређују експерти у зависности од карактера агенса који делује и сценарија деловања.

За материје, које не поседују канцерогена својства, просечно време експозиције једнак је броју година континуираног живљења на загађеној територији. При процени канцерогеног ризика у смислу карактеристике експозиције канцерогеним материјама, користи се потенцијална средња дневна доза за период просечне експозиције, који је једнак дужини трајања човековог живота.

За процену ризика, који је изазван хроничним деловањем хемијских материја, примењује се просечна годишња концентрација.

За процену акутних деловања, користе се максималне једнократне концентрације.

У случају недостатка података о просечним годишњим концентрацијама, могу се користити информације о максималним једнократним, просечним дневним, просечним месечним и просечним годишњим концентрацијама у односу 10:4:1,5:1 тј. просечна годишња концентрација умањена за један подеок максималне једнократне.

При прорачуну потенцијалних доза, треба се оријентисати на процену прихватљивог (основаног) максималног утицаја. Као мера концентрације у тачки деловања за услове хроничне експозиције најчешће се користи 95 % максимално поуздан интервал средње аритметичке вредности за период просечне концентрације.

Средње вредности потенцијалних доза (50 %) се примењују при релативно малом броју података, као и у случајевима када је пројекат усмерен ка процени главне тенденције.

Коначне максималне вредности потенцијалних доза се користе у случајевима малог броја података и/или великим варирањима. Истовремено, у том случају процена експозиције, а потом и ризика, може бити прескупа, а степен девалвације процене остаје неизвестан. Ова чињеница посебно може бити изражена при анализи неодређености при прорачуну доза и ризика.

Прорачун дозе деловања. При истраживању оцене ризика као мера експозиције користи се потенцијална доза или вредност имисије. За прорачун потенцијалне дозе (имисије) користе се три категорије променљивих:

- променљиве које се односе на хемијску материју (концентрације деловања);
- променљиве које описују популацију изложену експозицији (величина контакта, учесталост, дужина трајања деловања, маса тела);
- променљиве утврђене истраживањем (време просечне експозиције).

Најраспрострањенија мера експозиције је општа потенцијална доза, која се израчунава по једначини:

$$TRD = C \cdot IR \cdot ED \quad (8.71)$$

где је TRD - вредност потенцијалне дозе, mg/dan ; C - концентрација загађујуће материје у објекту животне средине, mg/m^3 ; IR - вредност (брзина) уноса, која зависи од брзине инхалације (запремине плућне вентилације, m^3/dan); ED - дужина трајања деловања, год.

Просечна дневна потенцијална доза (ADD_{pot}) одређује се по следећој једначини:

$$ADD_{pot} = \frac{TRD}{(BW \cdot AT)} \quad (8.72)$$

где је BW - маса тела човека, kg ; AT - просечно време деловања.

Вредност уноса хемијске материје израчунава се уз урачунавање концентрације деловања, величине контакта, учесталости и дужине трајања деловања, масе тела и просечног времена експозиције:

$$I = \frac{C \cdot IR \cdot ED \cdot EF}{BW \cdot AT} \quad (8.73)$$

где је I - вредност уноса (количина хемијске материје на површини размене), $mg/kg/dan$; EF - учесталост деловања, дана/годишње; BW - просечна тежина тела у период експозиције, kg ; AT - просечно време експозиције, дана.

При процени канцерогеног ризика користи се просечна дневна доза, при чему се узима у обзир очекивани просечни човеков животни век.

$$LADD = \frac{C \cdot IR \cdot ED \cdot EF}{BW \cdot AT \cdot 365} \quad (8.74)$$

где је $LADD$ - просечна дневна доза у току живота, $mg/kg/dan$; C - Концентрација материје у атмосферском ваздуху, mg/m^3 ; AT - период просечне експозиције (за канцерогене материје - 70 година); 365 - број дана у години.

При прорачуну дозе хемијске материје која се имитује у атмосферски ваздух, за сценарио зоне живљења, урачунавају се: концентрација загађења у атмосферском ваздуху и ваздушној средини просторија; маса тела деце и/или одраслих; време које човек проводи унутар и ван просторије; брзина дисања или дневна запремина потребног ваздуха унутар и ван просторије; учесталост и дужина трајања деловања (за сценарије реона живљења учесталост деловања - 350 дана/годишње је дозвољена, уколико житељи имају двонедељни одмор ван дома); просечна вредност експозиције.

$$I = (C \cdot T_{out} \cdot V_{out}) + (C_h \cdot T_{in} \cdot V_{in}) \cdot EF \cdot \frac{ED}{BW \cdot AT \cdot 365} \quad (8.75)$$

где је C_h - концентрација материје у ваздуху стамбеног простора, mg/m^3 (стандардна вредност је $1,0 \times 10^{-6}$); T_{out} - време, проведено ван просторије, h/dan (стандардна вредност - $8 h/dan$); T_{in} - време, проведено унутар просторије, h/dan (стандардна вредност - $16 h/dan$); V_{out} - брзина дисања ван просторије, m^3/h (стандардна вредност - $1,4 m^3/h$); V_{in} -

брзина дисања унутар просторије, m^3/h (стандардна вредност - $0,63 m^3/h$); EF - учесталост деловања, дана/годишње (стандардна вредност - 350 дана/годишње); ED - дужина трајања деловања, година (стандардна вредност - 30 година, деца - 6 година); BW - маса тела (стандардна вредност - 70 kg, деца - 15 kg); AT - просечна вредност експозиције, година (стандардна вредност - 30 година, деца - 6 година, канцерогене материје - 70 година).

Средња дневна доза на дан деловања (ADD_d) чини основу за израчунавање дозе не само хроничног деловања, већ и акутног и су акутног деловања. Општа једначина за прорачун хроничне просечне дозе је облика:

$$ADD_{ch} = ADD_d \cdot \frac{EF}{DPY} \quad (8.76)$$

где је ADD_{sh} - средња дневна доза, просечна за хроничну експозицију; DPY - број дана у години.

Уколико је учесталост деловања 365 дана годишње, онда је ADD_{sh} једнака просечној дневној. Просечна дневна доза у току живота може се израчунавати из једне или неколико ADD_{sh} :

$$LADD = \frac{(ED_b \cdot ADD_{chb}) + (ED_c \cdot ADD_{chc}) + (ED_a \cdot ADD_{cha})}{AT} \quad (8.77)$$

где је ED_b - дужина експозиције за децу млађег узраста (0-6 година) - 6 година; ED_c - дужина експозиције за децу старијег узраста (6-18 година) - 12 година; ED_a - дужина експозиције за одрасле (18 и више година) - 12 година; ADD_{chb} - хронична просечна дневна доза за децу млађег узраста $mg/kg/dan$; ADD_{chc} - хронична просечна дневна доза за децу старијег узраста $mg/kg/dan$; ADD_{cha} - хронична просечна дневна доза одрасле $mg/kg/dan$.

Животна просечна дневна доза израчунава се као просечна доза за три периода живота. Дужина трајања деловања - број година у току којих постоји одређена врста деловања: Од значаја је просечно време - период за који се просечна општа доза распоређује пропорционално по кварталима године. За канцерогене ефекте просечно време се односи на дужину живота човека, без обзира на дужину деловања. У тренутку када деловање постаје свакодневно, ADD_{ch} је мање од ADD_d . Ова једначина омогућава, да начин утицаја остаје непромењен у току целокупног хроничног деловања. Дужина деловања (године) еквивалентна је броју година у којима је општа доза била просечна, па се ови фактори не јављају у једначини за прорачун ADD_{ch} .

Уколико се деловање односи на краћи период, онда се оно оцењује посебно, као акутно или субакутно: За услове експозиције у зони живљења, дужину која може бити већа од једног узрастног периода живота, неопходно је израчунавати дневну и хроничну дозу појединачно за сваки период живота, јер сваком узрасту одговарају специфичне вредности контакта и масе тела.

Карактеристика неодређености процене експозиције. Као извори неодређености при процени експозиције могу се јавити:

- резултати мониторинга, посебно уколико не осликавају текуће стање животне средине;

- модели експозиције, крајње претпоставке и водећи параметри, који се користе за прорачун концентрације у тачки деловања;
- вредности физиолошких фактора експозиције, одабране за прорачун вредности уноса (имисије) хемијских материја;
- претпоставке о учесталости и дужини трајања разних видова делатности становништва и
- одабране вредности просечног времена (нпр., краткотрајна деловања високих доза може довести такође до канцерогених ефеката, као *I* хронично деловање малих доза).

Извори неодређености сценарија садрже: грешке описа (нпр. информативне грешке изазване нетачном или застарелом информацијом о произвођачима, корисницима хемијских производа итд.); грешке агрегације (закључке о хомогености популације, претпоставке о одрживом стању динамичког процеса, примена математичких модела са различитим мерним системима за представљање тродимензионалног простора итд.); грешке професионалног рада (одабир сценарија, модела, недовољно искуство стручњака).

Извори неодређености параметара садрже: грешке мерења, грешке при одабиру узорака, варијабилност, употреба уопштених или сурогат података.

Упоредо са анализом неодређености при процени експозиције неопходно је спровести и анализу варијабилности.

Варијабилност деловања повезана је са активношћу индивидуа, њиховим понашањем, као и показатељем емисије загађујућих материја, физичко-хемијским процесима, променљивим концентрацијама хемијских материја у различитим срединама. Издвајају се три типа варијабилности:

- варијабилност места/положаја (просторна варијабилност) која може бити процењена на регионалном (макро) или локалном (микро) нивоу;
- варијабилност у току времена (временска варијабилност) која је често повезана са сезонским променама временских услова; као пример краткорочне варијабилности може да послужи промена активности човека у току слободних или радних дана или разни временски интервали једног истог дана;
- варијабилност индивидуа (међуиндивидуална варијабилност) се дели на два типа: људске карактеристике, као што су узраст или маса тела; особености понашања као што су карактер делатности, место и дужина разних врста активности.

8.3.5.3. Трећа фаза процене ризика. Процена зависности „доза-одговор“

У процесу процене зависности „доза-одговор“ утврђује се квантитативна веза између нивоа деловања и штетних ефеката по стање здравља, који се јављају као последица тих ефеката.

Процена зависности „доза-одговор“ подразумева:

- прикупљање информација о токсичним и канцерогеним својствима истраживане материје;
- одабир основног критичког истраживања (праћења), које најпотпуније карактерише зависност „доза-одговор“ и посматране штетне ефекте при оним

условима деловања, који у највећој мери одговарају изабраном сценарију и путевима деловања;

- анализа додатних истраживања, који потврђују правилност одабира критичког праћења/истраживања;
- истраживање неопходних параметара зависности „доза-одговор“;
- процену неодређености и екстраполацију параметара зависности „доза-одговор“ у насељу које је изложено експозицији;
- уопштавање токсиколошких информација и одабир критеријума за следећу процену ризика;
- коначну карактеристику неодређености у фази процене зависности „доза-одговор“.

Критеријуми процене зависности „доза-одговор“; одређени су врстом утицаја штетних материја. Дозвољено је да канцерогени ефекти при деловању хемијских канцерогених материја, које поседују генотоксично деловање, могу да се појаве при свакој дози која изазива иницирање промена генетског материјала. Нетоксичне канцерогене материје могу имати праг штетног дејства, испод ког канцерогени ризик не постоји. За неканцерогене материје подразумева се постојање граничних (праг) нивоа, испод којих се штетни ефекти не појављују.

Процена зависности „доза-одговор“; при деловању примеса које немају гранични механизам деловања. Процена зависности „доза-одговор“ за канцерогене материје које немају гранични механизам деловања остварује се путем линијске екстраполације реално експериментално или епидемиолошки запажених зависности, у области ниских доза или на нивоу нултог канцерогеног ризика.

Као основни параметар за процену канцерогеног ризика агенаса који немају гранични механизам деловања јавља се фактор канцерогеног потенцијала или фактор афинитета (SF), који одражава степен пораста канцерогеног ризика са порастом дозе деловања за један. Јединица SF је $mg/(kg/dan)^{-1}$. Овај показатељ одражава најконзервативнију процену канцерогеног ризика за очекивану дужину животног века човека.

Као други параметар за процену канцерогеног ризика јавља се вредност јединичног ризика (UP), који представља најконзервативнију процену канцерогеног ризика по човека, који је у току целог живота изложен континуираном деловању анализиране канцерогене материје у концентрацији од $1 mg/m^3$.

UP се израчунава коришћењем фактора канцерогеног потенцијала, стандардних вредности масе тела човека и дневне потребе за ваздухом.

$$UP_i = SF_i \cdot IP \cdot \frac{1}{BW} \quad (8.78)$$

где је: UP_i - јединични ризик, m^3/mg ; SF_i - фактор канцерогеног потенцијала, $mg/(kg/dan)^{-1}$; BW - просечна маса тела, kg .

Процена ризика деловања потенцијалних хемијских канцерогених материја, које имају гранични механизам деловања (праг), остварује се употребом оних методолошких параметара, који се примењују за неканцерогене агенсе, нпр. путем одређивања анализираних нивоа деловања на човека са вредношћу референтне дозе (концентрације) или МДК, утврђеној на основу санитарно-токсиколошком критеријуму штетности. У основи дефинисања референтне дозе (концентрације) за канцерогене

материје са граничним механизмом деловања, лежи вредност нижег интервал просечне дневне дозе, која изазива повећану појаву тумора у поређењу са фоном од 10 % која се смањује за вредност изабраног фактора неодређености. резултати Тако добијене вредности референтног нивоа деловања даље се користи за прорачун коефицијента опасности.

$$HQ = \frac{LADD}{RfD} \quad (8.79)$$

где је HQ - коефицијент опасности; RfD - референтна доза mg/kg .

$$RfD = \frac{(RfC \cdot IR \cdot ED \cdot EF)}{(BW \cdot AT \cdot 365)} \quad (8.80)$$

где је RfC - референтна концентрација материја у атмосферском ваздуху, mg/m^3 ; ED - дужина деловања, год.; EF – учесталост деловања, дана /годишње; AT - просечни период експозиције (за канцерогене материје – 70 година); 365 - број дана у години.

Процена зависности „доза-одговор“ при деловању примеса, које имају праг механизма деловања. Типична зависност „доза-одговор“ за канцерогене материје има облик S криве. Процена зависности „доза-одговор“ за неканцерогене материје спроводи се уз урачунавање следећих вредности: $NOAEL$ и $LOAEL$.

Ниво деловања хемијских материја који је безбедан по здравље одређује се као однос $NOAEL$ и производа вредности фактора неодређености према фактору модификације. У случају одсуства $NOAEL$ за прорачун безбедног нивоа користи се $LOAEL$. Вредност коефицијента неодређености одређује се уз сагледавања могућег утицаја на поузданост процене безбедног нивоа читавог низа фактора.

Карактеристике неодређености процене зависности „доза-одговор“. Као основни извори неодређености, које могу имати значаја при спровођењу процене зависности „доза/концентрација-одговор“, јављају се:

- неодређености, везане за одређивање референтног нивоа деловања;
- неодређености изазване преносом резултата епидемиолошких истраживања о популацији изложеној експозицији;
- неодређености, повезане са одређивањем степена доказивости канцерогеног ефекта на човека;
- неодређености при утврђивању фактора канцерогеног потенцијала;
- неодређености при одређивању критичних органа/система и штетних ефеката и
- неодређеност, повезана са непознавањем механизма узајамног деловања компонената смесе опасних материја или особености токсикокинетики и токсикодинамике.

8.3.5.4. Четврта фаза процене ризика (карактеристика ризика)

Карактеристика ризика. У фази одређивања карактеристике ризика интегришу се подаци о опасности истраживаних атмосферских загађења, вредност експозиције, параметри зависности „доза-одговор“, који су добијени у претходним фазама истраживања, са циљем квалитативне и квантитативне процене ризика.

Одређивање карактеристике ризика врши се на основу:

- уопштавања резултата процене експозиције и зависности „доза/концентрација-одговор“;
- прорачуна вредности ризика за одређене маршуте и путеве уноса хемијских материја;
- прорачуна вредности ризика у условима агрегатне (унос једног хемијског једињења у организам човека свим могућим путевима из разних објеката животне средине) и кумулативне (истовремено деловање неколико хемијских материја) експозиције;
- утицаја и анализа неодређености процене ризика и
- уопштавања резултата процене ризика и представљање добијених података лицима, која учествују у управљању ризиком.

Одређивање карактеристике ризика спроводи се посебно за канцерогене и неканцерогене ефекте.

Процена потенцијалног ризика по здравље, повезаног са хемијским загађењем атмосферског ваздуха примесама, које имају канцерогени механизам деловања.

Процена потенцијално канцерогеног ризика спроводи се на основу:

- уопштавања и анализа свих постојећих информација о штетним факторима, њиховим особеностима деловања на организам човека, као и информација о нивоима експозиција;
- прорачуне индивидуалног канцерогеног ризика (CR) за сваку појединачну материју, која се уноси у организам човека анализираним путем;
- прорачуна популационог канцерогеног ризика (PCR);
- прорачун канцерогеног ризика при комбинованом деловању неколико опасних материја на организам човека;
- прорачун збирног канцерогеног ризика (TCR) за анализиране путеве уноса;
- анализа и процена извора неодређености и варијабилности резултата карактеристике ризика.

CR - допунски изнад фона, ризик за човека да оболи од рака у току живота као резултат деловања конкретне опасне материје при одређеној концентрацији. Израчунавање CR врши се на основу вредности експозиције и вредности фактора канцерогеног потенцијала:

$$CR = LADD \cdot Sfi \cdot A \quad (8.81)$$

где је $A=1=70/70$ – вредност, која изражава број година, у току којих је индивидуа изложена деловању (дозвољено је да период сталног живљења на изучаваној области буде 70 година, просечан број година животног доба - 70 година):

$$CR = S \cdot Ur \quad (8.82)$$

где је S - просечна концентрација материја у атмосферском ваздуху за цео период посматрања, mg/m^3 .

При релативно високим нивоима деловања канцерогених материја (скрининг ниво ризика је већи од 0,01) па се прорачун ризика врши по једначини:

$$CR = 1 - \exp(-SFi \cdot LADD) \quad (8.83)$$

Упоредо са факторима канцерогеног потенцијала за процену канцерогеног ризика могу се користити фактори еквивалентне токсичности (PEF), који карактеришу канцерогену способност дате материје релативног еталон канцерогена, код кога је $PEF = 1,0$. Појединачно, вредности PEF одређене за полиароматичне угљоводонике (еталон - бенз(а)пирен); полихлорисоване диоксине и бензофуране (еталон - 1,4,7,8 - тетрачлордibenзо- н- диоксин). Постоје две варијанте примене PEF . У складу са првом варијантом за вредност PEF за посматрану материју израчунава се вредност SFi :

$$SFi = SFe \cdot PEF \quad (8.84)$$

где је SFe фактор канцерогеног потенцијала еталон материје.

У складу са другом варијантом прорачуна концентрација (доза) истраживане материје множи се вредношћу PEF . Самим тим концентрација (доза) дате опасне материје преводи се на еквивалентну количину еталон материје.

PCR - ризик, који изражава додатни број случајева штетних форми, које се могу појавити у току живота као последица испитиваног фактора:

$$PCR = CR \cdot POP \quad (8.85)$$

где је POP - популација људи изложена експозицији.

Годишњи популациони канцерогени ризик ($GPCR$) - је број додатних случајева рака, очекиваних у току сваке године, за одређени број популације као резултат деловања конкретне дозе канцерогених материја:

$$GPCR = CR \cdot POP \cdot 1/A \quad (8.86)$$

где је $A = 70$ - вредност која изражава број година у току којих је индивидуа изложена утицају.

Канцерогени ризик при комбинованом деловању неколико опасних материја посматра се као адитивни. При анализи канцерогеног ризика, везаног за деловање опасних материја које припадају групи 1, 2А по класификацији међународне агенције за изучавање рака, проучавање канцерогене материје корисно је класификовати по врсти и/или локализацији тумора. У том случају израчунавање TCR врши се појединачно за сваку издвојену групу.

Претпоставке о адитивности канцерогених ефеката тачне су само за области малих вероватноћа ефеката релативно ниских нивоа деловања. При несагледавању овог услова TCR се израчунава по једначини:

$$TCR = 1 - (1 - CR_1) \cdot (1 - CR_2) \cdot \dots \cdot (1 - CR_i) \quad (8.87)$$

где је CR_1, CR_i - канцерогени ризик, повезан са изолованим деловањем i -те канцерогене материје.

При деловању неколико канцерогених материја TCR за познате путеве уноса израчунава се по једначини:

$$TCR_a = \sum CR_i \quad (8.88)$$

где је TCR_a - укупни канцерогени ризик за инхалациони унос a ; CR_i - канцерогени ризик за i -ту канцерогену материју.

Уколико се као извори загађења атмосферског ваздуха у испитиваном насељеном месту јављају индустријска предузећа и/или саобраћај, онда њихов удео у укупном канцерогеном ризику може се проценити.

При прорачуну и одређивању карактеристика ризика неопходно је и сагледавање особности испитиваног контингента, његових карактеристичних фактора експозиције и вредност експозиције коју су одабрали истраживачи. Такође, неопходно је прецизирати која врсте експозиција се оцењује: просечна или максимална експозиција.

При упоредној карактеризацији канцерогеног ризика врши се прорачун условног годишњег ризика (I_a) - број додатних случајева рака у току године, добијен рачунским путем:

$$I_a = (\sum C_i \cdot POP) \cdot UR_i / 70 \quad (8.89)$$

где је C_i - просечна годишња концентрација i -те материје; UR_i - јединични ризик у току живота (70 година), m^3/mg .

Вредност годишњег ризика не треба користити за извођење директних аналогја између нивоа фактичког онколошког обољевања или смртности и вредности тих ризика.

Процена потенцијалног ризика по здравље, повезаног са хемијским загађењем атмосферског ваздуха примесама које имају неканцерогени механизам деловања.

При процесу одређивања карактеристика ризика од неканцерогених материја врши се:

- израчунавање HQ ;
- израчунавање индекса опасности (HI);
- израчунавање потенцијалног ризика тренутног (акутног) деловања;
- израчунавање потенцијалног ризика дуготрајног (хроничног) деловања.

HQ одређује потенцијални ризик настанка неканцерогених ефеката:

$$HQ = AD/RfD \quad (8.90)$$

$$HQ = AS/RfC \quad (8.91)$$

где је AD - просечна доза, mg/m^3 ; AC - просечна концентрација, mg/m^3 .

За вредности $HQ \leq 1,0$ ризик од штетних ефеката сматра се занемарљиво малим. Са повећањем вредности HQ вероватноћа настанка штетних ефеката расте.

HQ се појединачно израчунава за услове краткотрајног (акутног) и дуготрајног (хроничног) деловања хемијских материја.

Прорачун HQ , по правилу, врши се уз сагледавање критичних органа/система органа, на које негативно делују испитиване материје. Критични органи/системи органа који су најподложнији специфичним штетним биолошким променама, могу се разликовати у зависности од путева уноса и дужине деловања опасних материја. Пре свега, критичним се сматрају органи/системи органа, који су најподложнији негативном утицају на нивоу граничних доза (концентрација) анализираних опасних материја. Са повећањем нивоа и дужине трајања деловања, обично долази до генерализације штетних ефеката уз појаву нових органа /система органа који подлежу утицају.

Процена ризика при комбинованом деловању опасних материја врши се на основу прорачуна HI , који се у условима истовременог уноса неколико материја једним истим путем, израчунава по једначини:

$$HI = \sum HQ_i \quad (8.92)$$

где је HQ_i - коефицијент опасности за поједине компоненте смесе материја.

При одређивању вредности потенцијалног ризика тренутног деловања у смислу ефекта, одређује се вероватноћа појављивања акутних реакција (појава раздражљивости, непријатног мириса и др.) или ефеката психолошке нелагодности.

За прогнозу ризика од појаве акутних ефеката при загађењу атмосферског ваздуха, користе се следеће једначине:

- прва класа пробоја (прекорачења) $Prob = -9,15 + 11,66 \times \lg (C_i / MDK_j)$;
- друга класа пробоја (прекорачења) $Prob = -5,51 + 7,49 \times \lg (C_i / MDK_j)$;
- трећа класа пробоја (прекорачења) $Prob = -2,35 + 3,73 \times \lg (C_i / MDK_j)$ и
- четврта класа пробоја (прекорачења) $Prob = -1,41 + 2,33 \times \lg (C_i / MDK_j)$.

где је C_i - концентрација материје која делује; MDK_j - једнократна максимална дозвољена концентрација; $Prob$ - вредност повезана са ризиком по закону вероватноће нормалне расподеле.

Прекорачења (пробоји) - $Prob$ и вероватноћа ($Risk$) повезани су табличним интегралом:

$$Risk = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \right) \int_{-\infty}^{Prob} e^{-t^2/2} dt \quad (8.93)$$

За практични превод $Prob$ и $Risk$ користи се специјална табела или изражене функције специјализованих програмских пакета. Тако нпр., познати табеларни програм *Excel*, који је саставни део производа серије *Microsoft Office*, у ове сврхе предлаже функцију вероватноће нормалне расподеле.

Овај приступ се примењује за нивое загађења објеката животне средине у интервалу 10 - 15 МДК.

У основи модела прорачуна потенцијалног ризика дуготрајног (хроничног) деловања налази се модел деловања без прага (границе) деловања, где се нормативне вредности МДК посматрају као одређени компромис, везан за прихватљиви ризик, када за већину људи не постоји видљива или прикривена опасност по здравље. Прорачун ефеката, везаних за дуготрајно (хронично) деловање материја које загађују ваздух, врши се употребом информација о њиховим просечним (годишњим минималним) концентрацијама.

За процену ризика неспецифичних хроничних ефеката при загађењу атмосферског ваздуха, једначина прорачуна ризика је:

$$Risk = 1 - \exp (\ln 0,84 \cdot (S / MDK_{p.d})^b / k_p) \quad (8.94)$$

где је $Risk$ - вероватноћа појављивања неспецифичних токсичних ефеката при хроничној интоксикацији у одређеним условима; C - концентрација материје, која делује у одређеном временском периоду; $MDK_{p.d}$ - просечна дневна максимално дозвољена концентрација; k_p - коефицијент прекорачења (чије се вредности мењају у

зависности од класе опасности материје: *I* класа - 7,5; *II* класа – 6,0; *III* класа - 4,5; *IV* класа - 3); *b* - коефицијент, чије се вредности мењају у зависности од класе опасности материје: *I* класа - 2,35; *II* класа - 1,28; *III* класа – 1,0 и *IV* класа - 0,87.

$$Risk = 1 - \exp (\ln 0,84 / (MDK_{p,d} \cdot k_p) \cdot S \cdot t)^n \quad (8.95)$$

где је *C* - концентрација примесе; *n* - коефицијент, чија се вредност мења у зависности од класе опасности материје: *I* класа - 2,4; *II* класа - 1,31; *III* класа - 1,0 и *IV* класа - 0,86; *t* - однос дужине деловања загађења (година) и просечног животног века човека (70 година).

Овај приступ се примењује за нивое загађења објекта животне средине за вредности до 10 - 15 MDK. Једна од метода процене комбинованог ризика је да се комбиновани ризик одређује као збир израчунатих вредности ризика за сваку материју која је узета у прорачуну.

Још један од приступа, који се може примењивати за процену комбинованог дејства, је метода заснована на одређивању вероватноћа:

$$Risk_{sum} = 1 - (1 - Risk_1) \cdot (1 - Risk_2) \cdot (1 - Risk_3) \cdot \dots \cdot (1 - Risk_n) \quad (8.96)$$

где је $Risk_{sum}$ - ризик комбинованог деловања примеса; $Risk_1, \dots, Risk_n$ - ризик деловања сваке примесе појединачно.

При оваквом приступу треба обратити пажњу на следеће:

- Ефекти тренутног деловања пре свега јављају се у виду акутних реакција код најосетљивијих особа. Другим речима, људи који су најизложенији деловању појединих примеса, такође су осетљивији од других. У вези са тим, потенцијални ризик тренутног деловања при комбинованом деловању најчешће се одређује максималним ризиком поједине примесе у оквиру свих ингредијаната који делују, иако је у појединим случајевима неопходно и сагледавање укупног ефекта.
- Хронично деловање опасних материја општетоксичног карактера деловања на нивоу ниских концентрација (1 - 15 MDK) карактерише се неспецифичним ефектима, што поставља питање разматрања неопходности обавезне употребе прорачуна укупног ризика за све примесе, које представљају потенцијалне токсиканте са хроничним деловањем.

Процена вредности потенцијалног ризика на основу нормативних показатеља.

I Процена вредности потенцијалног ризика тренутног (рефлекторног) деловања

Вредност потенцијалног ризика тренутног (рефлекторног) деловања одређује се на основу следећих критеријума:

- Прихватљив - до 2 % (0,02) - практично искључена могућност појаве обољевања становништва, повезаног са деловањем праћеног фактора, а стање нелагодности може се јавити само о појединим случајевима, код изразито осетљивих особа.
- Задовољавајући - 2-16 % (0,02 - 0,16) - могући чести случајеви да се становништво жали на разна стања нелагодности, која су у вези са деловањем праћеног фактора (непријатни мириси, рефлекторне реакције и сл.); са тенденцијом раста општег обољевања (обично по подацима медицинске

статистике или при спровођењу специјалних истраживања), по правилу нема поуздан карактер.

- Незадовољавајући - од 16 до 50 % (0,16 - 0,50) - могуће систематичне притужбе становништва на разна дискомфортна стања, која су у вези са деловањем праћеног фактора (непријатни мириси, рефлекторне реакције и сл.); са тенденцијом раста општег обољевања, која по правилу има поуздан карактер.
- Опасни - изнад 50 % (0,50) - могући масовни случајеви притужби становништва на разна дискомфортна стања, која су у вези са деловањем праћеног фактора, са поузданом тенденцијом раста обољевања, ако и појављивања других ефеката негативног деловања (појава патолошких стања, која су изазвана деловањем специфичних фактора и др.).
- Ванредно (изразито) опасни - близу 100 % (1) - загађење животне средине је прешло у друго квалитативно стање (појављивање случајева акутног тровања, промена структуре обољења, тенденција раста смртности и др.), што захтева процену уз употребу других, специфичнијих модела.

II Процена вредности потенцијалног ризика дуготрајног (хроничног) деловања

Вредност потенцијалног ризика дуготрајног (хроничног) деловања одређује се на основу следећих критеријума:

- Прихватљив - до 5 % (0,05) - по правилу, недостају штетне медицинско – еколошке тенденције.
- Забрињавајући - 5-16 % (0,05 - 0,16) - појава тенденције пораста неспецифичних патолошких стања.
- Опасни - од 16 до 50 % (0,16 - 0,50) - јавља се поуздана тенденција пораста неспецифичних патолошких стања уз појаву појединачних случајева специфичне патологије.
- Изразито опасни - од 50 до 84 % (0,50 - 0,84) - појава поузданог пораста неспецифичних патолошких стања са појавом значајног броја случајева специфичних патолошких стања, као и тенденције повећања смртности становништва.
- Катастрофални - близу 100 % (1) - загађење животне средине прелази у друго квалитативно стање (појављивање случајева хроничног тровања, промена структуре обољевања, поуздана тенденција пораста смртности и др.), што захтева примену других специфичнијих модела процене.

III Одређивање вредности индивидуалног канцерогеног ризика

Вредности индивидуалног канцерогеног ризика треба одређивати на основу следећих критеријума:

- неприхватљив (високи) ниво ризика за становништво – изнад Е-04;
- дозвољени (ниски) ниво ризика – Е-04 – Е-06;
- прихватљив (минимални) ниво ризика – Е-06 и мање.

IV Одређивање вредности коефицијента опасности

Вредност коефицијента опасности одређује се на основу следећих критеријума:

- Ванредно (изразито) висок – изнад 10.
- Високи – 5-10.
- Средњи – 1-5.

- Низак – 0,1-1,0.
- Минимални – испод 0,1.

Процена неодређености карактера ризика. У фази одређивања карактеристика ризика врши се одређивање карактеристика свих претпоставки, научних хипотеза и неодређености, које могу нарушити резултате анализе ризика и крајње закључке.

Издавају се четири основна извора неодређености:

- неодређеност изазвана проблемима статистичке обраде узорака;
- неодређеност модела деловања или модела зависности „доза-ефекат“, посебно на нивоу доза ниског интензитета;
- неодређеност повезана са крајњим одабиром базе података;
- неодређеност повезана са непотпуним поклапањем коришћених модела са реалним стањем.

У идеалном случају за сваку неодређеност мора се извршити расподела индивидуалне и опште вероватноће, на основу које се врши просечна или најлошија индивидуална процена негативног ефекта.

8.3.6. Процена ризика од постројења и објеката

У једном постројењу са опасним материјама може доћи до различитих удесних догађаја, због чега је неопходно дефинисати ризика постројења.

Према методологији *REHRA* [161] приликом одређивања ризика узима се у обзир учесталост сваког појединог удеса и ниво његовог дејства на дато постројење. У пракси се потврдила могућност да неки удесни догађај узрокује накнадне инцидентне догађаје, што је познато као домино-ефекат. Израчунавање индекса ризика постројења (*IRI*) се врши применом једначине:

$$IRI = IDEF \cdot (ARI_i)_{\max} \quad (8.97)$$

где је: $(ARI_i)_{\max}$ - максимална вредност индекса ризика који се односи на удес, изабран међу свим могућим удесима у датом постројењу, *IDEF* - фактор увећања у функцији домино ефекта, израчунат за дато постројење (вредности су између 1 и 1,2).

Вредности *IRI* су у интервалу између 0 и 10. *IRI* је у функцији вредности *ARI* за дато постројење, то јест, од најтежег претпостављеног инцидента. Увећање које се односи на потенцијални домино-ефекат обухваћено је помоћу посебног коефицијента *IDEF*, који директно утиче на максималну вредност *ARI*.

Приликом утврђивања *IRI* полази се од сценарија да је настали нежељени догађај последица већег или највећег ризика међу ризицима који се односе на сваки поједини тежи инцидент који је могућ у том постројењу.

Са циљем, да се утврди квантитативно, обим ризика повезаног са сваким појединим удесним догађајем, дефинисан је индекс ризика *ARI*:

$$ARI = \sqrt{IHI \cdot EPGI} \quad (8.98)$$

где је: *IHI* - индекс опасности сваког постројења, *EPGI* - индекс тежине последица по животну средину и популацију.

Вредности *ARI* се крећу између 0 и 10. Индекс ризика *ARI* је, с тога, у функционалној зависности индекса учесталости удеса и тежине последица. Треба нагласити да се,

приликом израчунавања ризика, за одређивање учесталости дешавања неког удеса користи индекс *III*, који је репрезентативан за читаво постројење и с тога је једнак за било који удесни догађај. Индекс *EPGI* је напротив специфичан за сваки поједини хемијски удес. Класификација индекса датог постројења (*IRI*) врши се у складу са табелом 8.13.

Табела 8.13. Класификација индекса ризика датих постројења (*IRI*)

ВРЕДНОСТ <i>IRI</i>	СТЕПЕН РИЗИКА ПОСТРОЈЕЊА
$0 \leq IRI < 1,6$	НИЗАК
$1,6 \leq IRI < 3,6$	УМЕРЕН
$3,6 \leq IRI < 6,4$	ВИСОК
$6,4 \leq IRI < 10$	ВЕОМА ВИСОК

Скала коришћена за степеновање вредности *IRI* која се додељује постројењима, направљена је у складу са истим критеријумима који су примењени за индекс опасности постројења, *III*. Отуда проистиче да ни ова скала није линеарна. Индекс *IRI* је и полазна тачка за припрему посебних анализа, које се односе на постројења која су под већим ризиком од инцидента, и које су усмерене на утврђивање техничких и управљачких мера које могу да смање поменути ризик.

Индекс ризика објекта (*ERI*) представља укупни ризик настао тежим удесом по датом објекту и обухвата финални ниво дејства удеса који је настао при одређеним индустријским активностима. У суштини, индекс синтетизује све процене удеса које су могуће и представљен је једном нумеричком вредношћу која се креће између 0 и 10. Прелаз са нивоа постројења на ниво објекта подразумева укључивање адекватно структурираног фактора са циљем разматрања могуће интеракције између постројења која сачињавају објекат. У суштини, концепт домино ефекта, може се и мора проширити на ниво објекта, тако да се процени могућност да један удес, настао у једном постројењу, може да доведе до накнадних удеса на другим постројењима. Израчунавање индекса ризика објекта се врши помоћу следеће једначине:

$$ERI = EDEF \cdot (IRI_i)_{\max} \quad (8.99)$$

где је: *ERI* - индекс ризика објекта; $(IRI_i)_{\max}$ - максимална вредност приписана индексу ризика постројења, изабрана међу свим вредностима које су израчунате за анализирана постројења која се налазе у склопу једног објекта; *EDEF* - фактор увећања који укључује домино ефекат за дати објекат чије вредности су у интервалу од 1 до 1,2.

Треба нагласити да је вредност *ERI* у функцији максималне вредности приписане *IRI*, изабраној међу свим оним које се односе на анализирана постројења у склопу неког објекта, што значи ризик приписан најтежем удесу који се може/или се догодио на датом објекту (у смислу комбинације учесталост-тежина последица). Увећање које се односи на потенцијални домино-ефекат укључено је помоћу посебног коефицијента, *EDEF*, који директно утиче на максималну вредност *IRI*.

Фактор могућности ескалације инцидента за дати објекат (*EEF*) се дефинише као збир два суб-фактора, према једначини:

$$EEF = EEf_1 + EEf_2 \quad (8.100)$$

где је: *EEf_i* - суб-фактор повезан са истицањем и распрострањањем супстанци у датом објекту; под претпоставком да што је објекат компактнији, са постројењима која нису

физички издвојена путевима, толико ће бити већа могућност ескалације због већих тешкоћа приликом управљања датим сценаријима и интервенцијама у ванредним ситуацијама; EEf_2 - суб-фактор повезан са количином опасних супстанци које се налазе унутар датог објекта; базира се на вредности индекса IDS_I израчунатих за различита постројења датог објекта; под претпоставком да што су виши индекси IDS_I толико може бити критичнија евентуална ескалација.

Вредности додељене за два суб-фактора зависе од услова и карактеристика неког објекта. Класификација индекса ризика датог објекта (ERI) врши се у складу са табелом 8.14.

Табела 8.14. Класификација индекса ризика објекта (ERI)

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

8.4. ТРЕТИРАЊЕ РИЗИКА

По завршетку процеса процене ризика приступа се процесу третирања ризика. Избор одговарајуће опције за третирање ризика обухвата балансирање трошкова и напора у примени опције и користи која се може из тога извући. Велики број опција за третирање ризика може бити разматран и примењен појединачно или у комбинацији. Организација може имати користи од усвајања комбинације опција за третирање ризика. Одлуке треба да узму у обзир ретке, али озбиљне ризике који могу оправдати акције третирања ризика које нису оправдане (дозвољене) по строго економским правилима.

Третманом неприхватљивих ризика односно предузимањем разноврсних планских мера, редукује се ниво ризика на прихватљив ниво. Израђује се план за третман ризика, који начелно садржи: ризик, активност, носиоца активности, време реализације, сарадници у реализацији активности, време и начин извештавања.

Ради ефективног третирања ризика, а на основу извршене процене, потребно је дефинисати: опције за ублажавање ризика, опције за изводљивост примењених стратегија и анализу односа цене и користи.

8.4.1. Опције за ублажавање ризика

На основу степена прихватљивости ризика потребно је одредити стратегије којима се врши третирање ризика. Могу се применити следеће стратегије:

- избегавање ризика тако што се неће почети или наставити са активношћу која може довести до појаве ризика;
- тражење могућности за почетак или наставак активности која може довести до мањег ризика или га одржати;
- утицај на вероватноћу;
- утицај на последице;
- подела ризика са још једном или више страна;
- задржавање ризика, свесним избором или несвесно.

- **Избегавање ризика.** Ради третмана ризика применом стратегије избегавања ризика врши се замена започетих активности алтернативним, без нарушавања пројектованих циљева.

- **Смањивање ризика изменом процедуре.** Ради третмана ризика применом стратегије смањивања ризика изменом процедуре врши се ревидирање начина-процедура за реализацију критичних активности без нарушавања пројектованих циљева.

- **Смањивање вероватноће дешавања.** Ради третмана ризика применом стратегије смањивања вероватноће дешавања потенцијалних опасности, врши се примена мера које ће смањити учесталост дешавања или временску изложеност штићене вредности потенцијалним опасностима као и увођење нове или повећање постојеће заштите критичних елемената.

- **Смањивање последица потенцијалних опасности.** Ради третмана ризика применом стратегије смањивања могућих последица потенцијалних опасности предузимају се мере заштите штићених вредности од могућих оштећења на основу познавања карактеристика штићених вредности и елемената система управљања, као и смањења осетљивости на потенцијалне опасности.

- **Задржавање или прихватање ризика.** Ради третирања ризика применом стратегије задржавања ризика у процесу функционисања задржавају се све активности које не представљају тренутну потенцијалну опасност са неприхватљивим нивоом ризика. Такве потенцијалне опасности морају бити под контролом и морају се предузимати адекватне мере да ниво ризика не постане неприхватљив. Прихватање ризика врши се само када постоји оправданост исказана кроз корист.

По доношењу одлуке о примени мера за третман ризика, евидентирају се релевантне информације о идентификованим ризицима ради архивирања, које су дате у методологији.

8.4.2. Опције за изводљивост примењених стратегија

Свака опција за третирање ризика треба да буде узета у обзир по етапама процене ризика. Анализа сваке опције мора узети у обзир и цену измене процедура или производа у складу са мерама за третирање ризика. Дакле, потребно је пронаћи такву стратегију која ће омогућити нормално функционисање, а уједно спречити или свести на минимум могућност крађа. Сваку меру за третман ризика која се одреди као функционална за одређени штетни догађај, треба размотрити, у свакој фази процене ризика да ли је одређена мера примењива са аспекта: Усклађености са пословном политиком или законским ограничењима; Цене измене процедура и Цене измене производа (услуге).

Анализу опција за изводљивост реализују стручни органи. У процесу одређивања опција за изводљивост примене мера за третман ризика, примењују се опште признате и законом дефинисане методе.

8.4.3. Анализа цена/корист

Анализа цена/корист је последњи корак у провођењу процене ризика с обзиром на предузете стратегије за третирање ризика. Потребно је утврдити колика је стварна цена имплементације предложених опција за третирање ризика и одредити величину

финансијских и других трошкова који настају применом предложених мера.

Након коначног утврђивања мера за третман ризика, примене мера за смањивање или ублажавање ризика и оцене да постоји неприхватљив преостали ризик, користећи критеријуме за процену ризика из ове методологије. Врши се анализа и одређује величину стварних трошкова даљег третмана ризика у складу са свим општим и посебним карактеристикама посматране потенцијалне опасности. Анализу односа цена-корист врше стручни органи, примењујући опште признате и законом утврђене методе.

Ако анализа резултира показатељима који су у супротности са користима добијеним третманом ризика, ризик треба сматрати неприхватљивим. Све релевантне информације у вези процене ризика евидентирају се ради архивирања, у складу са Обрасцем *V/S-PR-4*.

8.4.4. Критеријум за одређивање преосталог ризика

По завршетку процеса процене ризика, односно третмана неприхватљивих ризика утврђује се постојање преосталих ризика, односно ризика који је и после предузимања мера за третман и даље неприхватљив. Сваки преостали ризик који остаје после примене мера за третман ризика поново се вреднује, коришћењем критеријума за процену ризика прописаних у овој методологији.

Ако преостали ризик не испуњава ове критеријуме, потребно је применити даље мере третирања ризика. Ако је преостали ризик прихватљив треба извршити евиденцију релевантних информација о ризику ради архивирања. Након примене и верификације мера за третман појединачних ризика, треба донети одлуку да ли је прихватљив општи преостали ризик на подручју, користећи критеријуме за оцену прихватљивости ризика дефинисане овом методологијом.

8.5. МАПЕ РИЗИКА

Мапе су значајни инструменти помоћу којих се приказују информације о потенцијалним опасностима, повредивости и ризицима у области елементарних непогода и других несрећа и самим тим подржавање процеса процене ризика и свеукупне стратегије контроле ризика. Оне помажу да се одреде приоритети за стратегије редукције ризика. Мапе имају важну улогу у томе да обезбеде да сви актери у оквиру процене ризика имају исте информације о потенцијалним опасностима као и у презентовање резултата процене ризика заинтересованим странама.

На крају, мапирање ризика је од користи и у ширем контексту планског приказивања земљишта и визуелизације резултата процене угрожености као и планирања и употребе снага за реаговање на претње.

Припремање мапа ризика је комплексан процес. Оне су обично део резултата анализе ризика и представљају наставак на процес мапирања потенцијалних опасности и повредивости на једној територији. Кроз мапе ризика приказује се простор и просторни распоред штићених вредности, извори ризика, зоне распрострањања, објекти за заштиту и спасавање, објекте који могу да изазову ризик и мулти ризик, положај суседних објеката са критичном инфраструктуром, распоред снага за заштиту и спасавање, итд.

За приказ наведених садржаја, потребно је користити следеће топографске карте за ниво општине: 1:50.000 или 1:100.000.

Мапе ризика показују места на којима ће се највероватније одиграти хазард. Оне такође показују интензитет хазарда. Мапирање хазарда најчешће се дефинише као „процес одређивања на ком месту и у којим размерама ће одређени феномен представити претњу по људе, биодиверзитет, имовину и инфраструктуру (природну - екосистеме и изграђену од стране човека) и утицати на животне и економске активности“. При томе потребно је поставити следећа питања:

- Који хазард се одиграва?
- Где се хазард одиграва?
- Који екосистеми су угрожени?
- Колике су размере хазарда?
- Који је интензитет хазарда?
- Како се феномен развија и шири?
- Када ће се одиграти или када је највероватније да ће се одиграти?
- Која је учесталост или вероватноћа догађаја?
- Који је степен озбиљности катастрофе?
- Колико је погинулих, колики је степен оштећења грађевина?
- Колика је укупна штета, колики су укупни губици?

Просторни подаци добијени применом Геоинформационих система могу се искористити за добијање визуелног приказа рањивости и ризика од хазарда ради олакшаног планирања смањења ризика и смањења утицаја катастрофе на људску популацију и инфраструктуру. Мапе хазарда показују где би требало да се одвијају већи јавни радови, куда да се протежу путеви, где да се налазе школе и болнице и друге битне грађевине, у циљу смањења ризика.

У областима које су у развоју, мапе хазарда играју кључну улогу у обезбеђивању ових кључних елемената инфраструктуре, људских насеља и туристичких установа у смислу њихове изградње ван области које су означене као високоризичне. У већ развијеним областима, значај мапа хазарда се огледа у планирању евакуације и пројектовању одређених структура за ојачавање постојећих грађевина како би могле да поднесу удар у случају катастрофе или како би се изгубили само они делови који нису од кључног значаја.

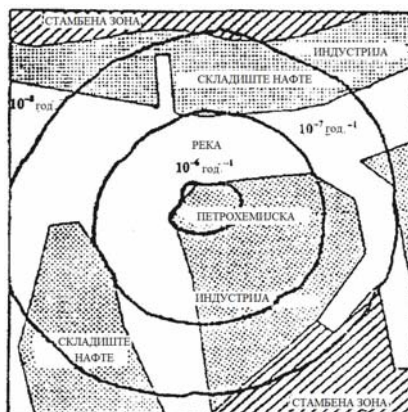
У прорачунима који следе након катастрофе, просторни подаци су веома корисни у процени штете, као и у обезбеђивању информација од користи за планирање обнављања и поновне изградње.

За рад и означавање садржаја на картама потребно је користити опште прихваћене и прописима одређене топографске и друге знакове. Поред топографских карата, ради приказивања специфичних садржаја, могу се користити тематске карте, које се налазе у употреби специјализованих организација (хидрометеоролошке, сеизмичке, и сл.).

На мапама ризика (картама) могу се приказати појединачне потенцијалне опасности ради детаљнијег приказивања ризика или група потенцијалних опасности или свих потенцијалних опасности на једном подручју.

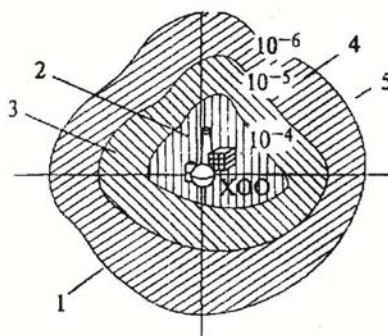
Представљање оцене ризика омогућава једноставно квантитативно описивање ризика, које је корисно за доношење решења. Број индекса, који се оцењује при квантитативној анализи ризика хемијских процеса може да буде веома велики. Представљање ризика смањује овај велики број информација, сводећи га на применљив облик. Као крајњи резултат може се добити индекс у виду јединственог броја, табеле, графикона (на пример, графикон који повезује учесталост и последице и/или карте ризика, на пример,

графикон контура индивидуалног ризика). Тако, у случајевима када су индекси ризика представљени путем јединственог броја, обично су представљени табеларно. Најчешћи начин представљања индивидуалног ризика су графикони контура ризика (Слика 8.6) и профили индивидуалног ризика. Графикон контура ризика показује оцене индивидуалног ризика у конкретним тачкама карте. Контуре ризика (криве „изоризика“) повезују тачке једнаког ризика. Места изразите угрожености (на пример, школе, болнице, места са великим бројем концентрације становништва) могу се лако идентификовати. Профил индивидуалног ризика је графикон индивидуалног ризика као функција растојања од извора ризика. Овај тип графикона је дводимензионални (ризик у односу на растојање) и представља упрошћену варијанту графикона контура индивидуалног ризика.



Слика 8.6. Пример графикона контура индивидуалног ризика

При усвајању решења која се односе на ризик, врло је важна и форма представљања величине (мере) ризика. Један од најчешћих и најраспрострањенијих начина представљања индивидуалног ризика је у облику топографске карте ризика, којем је подвргнут човек, који се налази на локацији изложеном ризику. На карти морају бити обележене затворене криве ризика, при чему свака крива одговара следећим нумеричким вредностима вероватноће смрти појединца у току године: 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} (Слика 8.7).



Слика 8.7. Топографска карта индивидуалног ризика (V. А. Акимов и сар., 2002.)

Регистар ризика елементарних непогода и других несрећа, израђује се у процесу процене ризика. Све податке добијене и прикупљене или податке до којих се дошло у току процене евидентирати у образац [76]. Евиденција треба да се води у штампаном и електронском облику ради лакшег проналажења података и стварања базе података. У стварању ефикасне и што садржајније базе података, неопходно је израдити одговарајући софтвер који омогућава и анализу унетих података.

Приказ свих резултата процене угрожености треба вршити на електронским картама коришћењем географског информационог система (*GIS*).

8.6. МУЛТИ РИЗИК

8.6.1. Одређивање мулти ризика

У процесу процене ризика, узима се у обзир могућност да поједини ризици не утичу самостално на штићене вредности. Ако се у процесу процене ризика уочи да било који појединачни ризик има већу вероватноћу дешавања или могуће последице по штићене вредности и да може доћи до мултипликације штетних догађаја, односно повећања коначних последица због комбинације потенцијалних опасности, приступа се приоритетном третирању таквог ризика, ангажујући све потребне ресурсе.

Мулти ризик представља комбинацију две или више потенцијалних опасности генерисаних од појединачне потенцијалне опасности или настале независно у исто време, узимајући у обзир интеракције свих потенцијалних опасности у свим ситуацијама зато што се дешавају у исто време или се прате узастопно, зато што зависе један од друге или зато што их узрокује исти догађај или догађај покретач/окидач или зато што представљају претњу истим елементима под ризиком (повредивим/изложеним елементима) без хронолошке коинциденције. Истовремене потенцијалне опасности се такође називају и пропратни догађаји, рушилачки ефекти, домино ефекти или ефекат слапа. Примери тога су нпр. хемијски акцидент који покреће здравствене проблеме итд.

Било који догађај или потенцијална опасност може покренути већи број следећих потенцијалних опасности, од којих се свака може посебно разматрати. Вероватноћа појаве сваког од тих догађаја је, наравно, уско повезана са вероватноћом јављања наредног догађаја или претходног догађаја другим. Тамо где се различити ризици неће јавити истовремено али ипак утичу на исте елементе под ризиком тј. на људе, економску активност, животну средину, материјална и културна добра. Такви приступи мулти ризицима су важни у свим географским областима подложним негативним последицама од неколико типова потенцијалних опасности, као што је случај, у многим деловима Републике Србије. У овој ситуацији, фокусирање искључиво на утицај само једне конкретне потенцијалне опасности могло би чак резултирати повећањем повредивости у погледу неког другог типа потенцијалне опасности.

Изазов са којим се треба суочити код сагледавања мулти ризика је адекватно разматрање могућих пратећих ефеката међу потенцијалним опасностима, тј. ситуације где једна потенцијална опасност проузрокује једну или више узастопних потенцијалних опасности. На пример, хемијски удес може изазвати експлозију гасовода, пожар. Зато сагледавање мулти ризика треба посматрати међузависност неколико потенцијалних опасности и ризика.

Приступ мулти ризика захтева сагледавање перспективе мулти-опасности и мулти-повредивости. Свака процена ризика мора да укључи могућа појачања последица услед интеракције са другим потенцијалним опасностима, један ризик се може повећати као последица јављања друге потенцијалне опасности или зато што је нека друга врста догађаја значајно изменила повредивост система. Перспектива мулти-повредивости се односи на разноврсност изложених осетљивих штићених вредности, (становништва,

система транспорта и инфраструктуре, зграда, културно наслеђе итд.) које приказују различите типове повредивости против различитих штићених вредности и које захтевају различите типове капацитета неопходних да се те потенцијалне опасности спрече. Анализе појединачних ризика узимају у обзир комплексност различитих извора одређених потенцијалних опасности.

Одређене потешкоће приликом комбиновања анализе појединачних ризика у једну интегрисанију слику мулти ризика, не смеју да буду препрека за извлачење закључака о мултипликацији или повећању последица. Неке од тешкоћа су чињеница да се доступни подаци за различите појединачне ризике могу односити на различите временске оквири и коришћење различитих типологија утицаја, итд.

Основна смерница за извођење закључака по питању утицаја мулти ризика, треба да буде утицај потенцијалних опасности на штићене вредности, сваке појединачне опасности а затим и разматрање заједничког утицаја.

У идеалним околностима, идентификација ризика би требало да узима у обзир све могуће потенцијалне опасности, вероватноћу њихових појављивања и њихове могуће утицаје на све штићене вредности и субјекат који врши процену мора да омогући сагледавање комбинација свих ризика. Потенцијалне опасности се могу јавити са различитим интензитетима, а и квантни утицај може бити нестабилан, тј. не довољно јасно повезан са интензитетом потенцијалних опасности, већ само повезан одређеном вероватноћом.

Реално постоје ситуације где једна потенцијална опасност покреће друге потенцијалне опасности. Треба имати у виду да су домет могућих потенцијалних опасности које треба узети у обзир, као и њихове утицаје, и пропратни ефекти и утицаји потпуно неограничени. Због ове комплексности, идентификација ризика обично обухвата детаљно излагање сценарија потенцијалних ризичних ситуација, који сажима област могућности на ограничен број идентификованих ситуација. Сценарио мулти ризика је приказ ситуације једног или више утицаја потенцијалних опасности која води ка значајним утицајима, а која представља приоритетну опасност по штићене вредности. У наставку израде сценарија мулти ризика неопходно је анализирати све могуће комбинације, које представљају опасност али и оне које на први поглед нису опасне.

Сценарији ризика мора да представљају веродостојни опис онога што се може очекивати у будућности. Формирање сценарија се углавном заснива на искуствима из прошлости, али треба узети у обзир и догађаје и утицаје који се до тог тренутка још нису десили. Сценарији би требало да се заснивају на кохерентном и интерно конзистентном скупу претпоставки о кључним везама и покретачким силама. Као и свако друго упрошћавање реалности, дефиниција сценарија захтева субјективне претпоставке. Зато је од великог значаја да све информације које воде ка дефинисању сценарија буду експлицитне како би се могле разматрати и ажурирати.

За процену ризика на високом нивоу агрегације (спајања), као што су процене националног ризика, основно питање је који ће се сценарији изабрати, јер ће то одредити колико ће корисна бити улога процене ризика у описивању реалности. У поређењу са широким спектром ситуација (тј. ризика и њиховим различитим степенима интензитета), које су заиста могуће у реалности, може се одабрати само ограничен број сценарија. Приликом процене националног ризика покушавало се да се изађе на крај са проблемом селекције тиме што се упућивало на неке стандарде као што су „разуман најгори случај“ или неку другу одредницу. Међутим, неизвесности које остају у овом приступу су огромне. Корисност упоређивања процена ризика ће

углавном зависити од заједничког разумевања начина креирања сценарија.

Сценарио ризика треба да се креира у складу са одређеним нивоима утицаја. Ови нивои се такође називају и нивои заштите и могу се дефинисати у односу на (спречене) губитке. Други услови могу обухватати вероватноћу да одређена потенцијална опасност надвиси одређени праг и да то изненада појача утицаје.

Многи ризични догађаји могу имати опсег исхода са различитим удруженим вероватноћама. Обично су мањи проблеми чешћи него катастрофе. Зато постоји избор по питању тога да ли треба рангирати најчешћи тип исхода или најозбиљнији или неку другу комбинацију. У многим случајевима прикладно је сконцентрисати се на најозбиљнији могући исход јер они представљају највећу претњу и често су и највећа брига. У неким случајевима може бити прикладно рангирати и заједничке проблеме и на извесне катастрофе као посебне ризике. Важно је да се користи вероватноћа која је важна за одабране последице, а не вероватноћа догађаја као целине.

Главна водилја приликом избора треба да буду одређени нивои утицаја и вероватноће појаве одређених потенцијалних опасности како би се добио минимални степен кохерентности међу различитим проценама појединачних ризика.

Субјекат треба да сценарије ризика користи и у фази идентификације ризика и у фази анализе ризика, где ће фаза анализе имати за циљ успостављања квантитативне процене утицаја и вероватноћа. У фази идентификације ризика, изградња сценарија се мора изводити на свеобухватан начин и може се односити на грубе процене или квалитативну анализу засновану на прелиминарној анализи потенцијалних опасности. У фази анализе ризика, треба проценити квантитативне вероватноће за сваки појединачни сценарио на релацији са сваком потенцијалном опасношћу.

Резултати анализе се приказују на мапама ризика. Примењује се израда сценарија ризик – мулти ризик за сваку појединачну опасност, методом логичког закључивања, на основу претпоставки или утврђених чињеница, изводе се закључци о генерисању других опасности, њиховим последицама на штићене вредности, начину третмана и снагама за одговор.

Критеријуми за идентификацију потенцијалних опасности од пожара и експлозија и опасности од техничко технолошких удеса и терористичких напада, дата је у литератури [139].

8.6.2. Управљање мулти ризиком

Интегрисани менаџмент системи у светској пракси данас се могу посматрати на два начина:

- **Први** - теоријски приступ је разматрање шта интеграција у ствари значи, да ли је то потпуна интеграција у један нови или стари, пословни управљачки систем или је паралелно функционисање и интеграција појединих елемената укључених у систем.
- **Други** - који, полази од савремене праксе оцењивања преко треће стране, који су наметнула највећа сертификациона тела као *BSI*, *LRQA*, *TUV CERT* итд. *IMS* по њима подразумева систем који укључује све до сада развијене системе управљања. То подразумева интеграцију *QMS*, *EMS*, као веома развијену праксу али и укључује *OHSAS* и *HACCP*. У пракси се већ примењује термин *IAS* (*Integrated assesment service*), а и сам нови стандард *ISO 9011*, говори о могућности оваквих оцењивања.

Табела 8.15. Врсте и функције управљачких система

УПРАВЉАЧКИ СИСТЕМИ		
ВРСТА УПРАВЉАЧКОГ СИСТЕМА	ЗАШТИТА	ПРЕПОРУКЕ-СТАНДАРДИ
<i>QMS</i> - Систем управљања квалитетом	КУПАЦА	<i>ISO</i> 9001
<i>EMS</i> - Систем управљања заштитом животне средине	ДРУШТВА	<i>ISO</i> 14001
<i>OHSAS</i> - Систем управљања безбедношћу и заштитом здравља на раду	ЗАПОСЛЕНИХ	<i>OHSAS</i> 18001
<i>HACCP</i> - Анализа опасности и систем критичне контроле	ЗДРАВСТВЕНЕ ИСПРАВНОСТИ НАМИРНИЦА	<i>HACCP</i> SA 97/13A Ревизија 2003

Из табеле 8.15 може се закључити неопходна потреба интегрисаног управљања системом квалитета, системом заштите животне средине и системом безбедности заштите здравља на раду и визуелно се то може приказати као на слици 8.8.

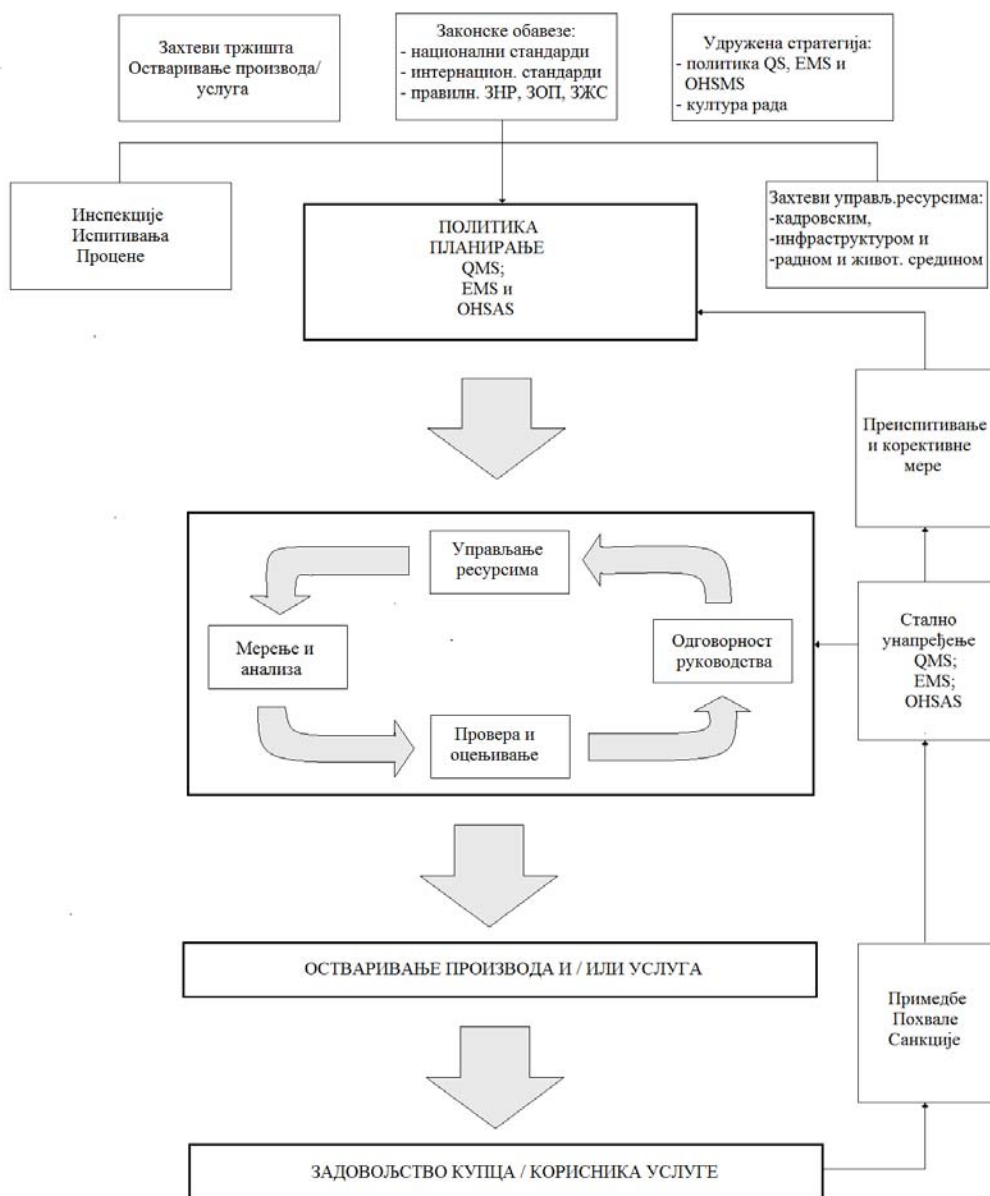
Стандарде *QMS*, *EMS* и *OHSAS* не треба доживљавати као баријере већ као средство за постизање циљева као што су безбедност на раду, заштита животне средине и квалитет производа и услуга.

Превентивно оријентисани програми система управљања безбедношћу и заштитом здравља на раду и система управљања заштитом животне средине треба да прате процес развоја техничко-технолошког система у свим фазама планирања, пројектовања и експлоатације технолошких система и не треба их посматрати одвојено.

На подручју заштите радне и животне средине пребацује се тежиште са традиционалног инжењерства и размишљања „по свршеном чину“ на превентивно развојне програме односно на примену *превентивног инжењеринга* уз свеобухватну примену стандарда *ISO* 9001: 2000, *ISO* 14001 и стандарда *ISO* 18001 што је свакако позитивно и корисно у даљем стратешком развоју технолошких система. На тај начин тенденција ка стварању интегрисаног система управљања је све израженија.

Од када је фокус процене ризика померен од ризика који потичу из једног извора (нпр. испуштање токсичних материја из индустријског постројења са великим локалним последицама) ка мултиплим изворима ризика (као што је испуштање карбон-диоксида са глобалним последицама по животну средину) порастао је значај интердисциплинарног приступа. Конвенционални приступ управљања ризицима који је, углавном, везан за дисциплинарну подвојеност замењен је холистичким и интегрисаним приступом. Елиминисање једног извора опасности може генерисати другу опасност. Даглас наводи пример азбеста, као средства превенције од пожара, чији је проналазак праћен великим публицитетом (Доуглас, М (1985) *Risk acceptability According to the Social Sciences*, New York: Pussel Sage Foundation). Много година касније откривена су штетна дејства азбестних влакана као извора плућних болести. Ј. Дринен и А. Меконил уочавају да, колико год да су прецизне процене ризика, не може се занемарити чињеница да су прихватљивост и толерантност на појединачне опасности у крајњем одређени људским фактором. С друге стране, индустријски и друштвени развој значе да се ризици константно мењају. Поменути примери имају велики утицај на развој методологије процене ризика. Наступањем интерних и екстерних догађаја контекст и знање се мењају, приступа се мониторингу и ревизији, неки ризици се

појачавају и избијају на површину, док се други умањују. Организација би морала да обезбеди процес управљања ризицима, који ће бити у стању да континуирано детектује и одговара на промене.



Слика 8.8. Модел интегрисаног система управљања ризицима

Као резултат претходног увиђања потребно је све ризике представити на интегралној мапи ризика, што је изванредан алат који омогућава већу прегледност и систематичност ризика и хазарда, и нарочито бољу комуникацију са другим линијама и нивоима менаџмента. Што је још важније, мапе ризика омогућавају да се лакше уочавају везе између ризика и хазарда, па тиме и интердисциплинарни увид у царство ризика, са нагласком на континуираном развоју метода процена ризика.

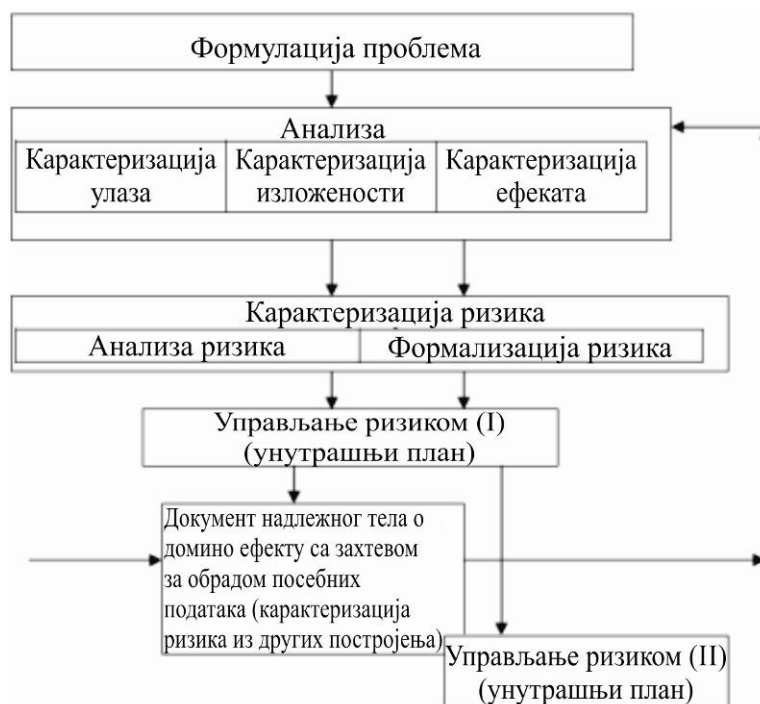
8.6.3. Домино ефекат као посебна фаза управљања мулти ризиком

Методологија одређивања подручја домино ефекта повезана је са општинским плановима заштите, за које је, према одредбама *Seveso II* директиве, надлежно неко административно тело. Због тога што је домино ефекат битан за израду општинских планова, одговорност за његову израду треба имати држава (видети Директиву *Seveso II*). Домино ефект утиче међутим и на унутрашње планове, које би због њега било потребно ревидирати и доградити.

На слици 8.9 приказана је шема поступања у случају утврђене могућности домино ефекта. У случају утврђивања могућности домино ефекта оператор, након што је обавештен од надлежног тела, мора спровести ревизију свог унутрашњег плана, и уколико је потребно, учинити одређене промене. Кораци ревизије унутрашњег плана исти су корацима који су већ спроведени у изради плана. Резултат такве корекције је и извештај о сигурности на основу кога се израђује коригован извештај о сигурности и унутрашњи план, који је део извештаја о сигурности.

Као што је већ наглашено домино ефекат је повезан са удесима који обухватају запаљиве или експлозивне супстанце. Енергија која се том приликом ослобађа може да оштети оближње апаратуре и да изазове накнадна испуштања садржаја. Сценарио који укључује искључиво испуштања токсичних материја не предвиђа појаву домино ефекта.

Према методологији *REHRA* [161] израчунавање *IDEF* се врши применом посебне матрице која даје везу између фактора обима оштећења (*IDF*) и фактора могућности ескалације удеса (*IEF*). У односу на *IDF* се сматра да ће домино ефекат бити утолико вероватнији уколико је распрострањенији иницијални удес, а у односу на *IEF* се сматра да ће домино ефекат бити утолико тежи уколико је дато постројење осетљивије, у смислу присутних супстанци и њиховог простирања.



Слика 8.9. Ревизија унутарњих планова због домино ефекта

Да би се израчунао фактор IDF неопходно је утврдити:

- удесе који обухватају запаљиве и/или експлозивне супстанце;
- удес који проузрокује највећу Зону високе смртности, која се налази у оквиру потенцијално угрожене зоне (REA);
- релацију простирања инцидента у односу на површину посматраног постројења.

IEF је дефинисан као збир два суб-фактора, према једначини:

$$IEF = Ief_1 + Ief_2 \quad (8.101)$$

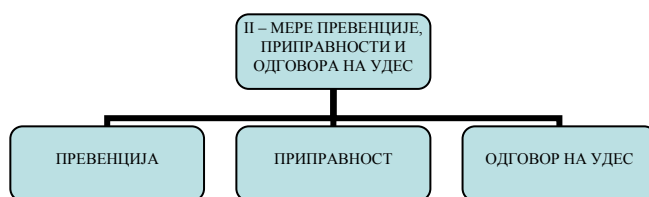
где је: Ief_1 - суб-фактор повезан са простирањем из датог постројења; под претпоставком да што је неко постројење компактније и што му је теже прићи, утолико је већа могућност да дође до ескалације због потешкоћа при управљању датим сценаријом у интервенцијама у ванредним ситуацијама; Ief_2 - суб-фактор који се односи на количину опасних супстанци, повезан са вредношћу IDS ;

Под претпоставком да што је већа количина опасних супстанци у постројењу, то ће бити критичнија ескалација до које ће евентуално доћи. Вредности поменута два суб-фактора зависе од услова и карактеристика постројења.

9. ПОСТУПЦИ И ПРЕВЕНТИВНЕ МЕРЕ ЗА СПРЕЧАВАЊЕ НАСТАНКА ХЕМИЈСКОГ УДЕСА, УБЛАЖАВАЊЕ ПОСЛЕДИЦА И АКТИВИРАЊА ЛОКАЛНЕ ЗАЈЕДНИЦЕ

9.1. ПРЕВЕНТИВНЕ МЕРЕ

Превентива представља скуп активности и мера које омогућавају спречавање ванредних ситуација, односно спречавање штетних последица природних непогода, оних које доприносе смањењу последица еколошких, технолошких, и биолошких катастрофа изазваних тим непогодама, и као таква, превентива представља велики морални императив. Поступци за отклањање могућности настанка удеса, како би ризик од опасних активности и опасних материја на одређеном простору био прихватљив обухватају фазе превенције, приправности и одговора на удес (Слика 9.1).



Слика 9.1. Мере превенције, приправности и одговора на удес

Ефикасна превентива је увек пожељнија него реаговање у случају ванредне ситуације, јер је економски оправданија и значајно умањује људску патњу. Одлуке донесене у вези привредног и економског развоја локалне самоуправе значајно утичу на појаву потенцијалних извора ризика који се могу претворити у катастрофу. Последице удеса се могу или значајно ублажити или избећи, ако локална заједница или локална самоуправа прилагоди свој начин живота и ако у току планирања привредног, економског и социјалног развоја има стално на уму потенцијалне ризике.

Поступци и превентивне мере за спречавање настанка удесних ситуација и ублажавање последица могу бити: инжењерско-грађевинске; просторно планерске; економске; институционалне и социјалне.

Спречавање несрећа превентивним деловањем, ублажавање њихових штетних последица и јачање припремљености друштвене заједнице на њихово догађање представљају далеко хуманији и вишеструко ефикаснији приступ него сам одзив на већ догођене удесе. Пре свега, превенција удеса представља велики морални императив, а сам процес превенције треба да обухвати најмање три компоненте: континуално техничко осматрање процеса и појава који могу резултовати удесом или катастрофом, симулирање сценарија удеса на основу реалних показатеља и стечених искустава и дефинисање потенцијалних извора удеса и отклањање уочених слабости система.

Одговарајуће информације, знање и технологија, су неопходни предуслови за успешно смањење штетних ефеката удеса. Као што је прокламовано у декларацији *Јокахама стратегије*, свака земља има суверену одговорност да штити своје грађане од удеса и катастрофа, да развија и јача државне капацитете и коресподентно државно законодавство за сузбијање штетних дејстава хазарда, да унапређује и јача регионалну и међународну кооперацију у активностима за спречавање, смањење и ублажавање удеса и катастрофа, да посебним нагласком на људским и институционалним капацитетима, размени технологија, прикупљању, ширењу и коришћењу информација и мобилизације ресурса.

У циљу аргументованог стварања оптималних мера и процеса заштите од удеса и катастрофа, ублажавање последица и јачања припремљености друштва на будуће катастрофе, овом стратегијом обухваћена је свеобухватна структурна анализа и квантификација хемијских хазарда [76].

Мере за превенцију хемијског удеса подразумевају преиспитивање постојећих технологија и побољшање њихове сигурности, преиспитивање локације појединих постројења, усклађивање организације служби заштите на раду, заштите од пожара и заштите животне средине, усавршавање система мониторинга и надзора, планирање средстава заштите и деконтаминације, планирање обуке запослених.

Превенција је скуп мера и поступака који се предузимају на месту удеса с циљем спречавања и смањивања вероватноће настанка удеса и могућих последица. Мере и поступци превенције одређују се на основу података добијених проценом опасности од удеса, а састоје се у:

- адекватном просторном планирању и зонирању насеља (одређивање зоне заштите, удаљености опасних активности од насеља итд.);
- изради анализе опасности од удеса и давању мишљења и сагласности на њих;
- избору оних технологија које мање загађују животну средину и обезбеђују већи степен заштите и оних технологија које смањују потребе транспорта опасних материја;
- благовременом отклањању свих уочених техничко-технолошких недостатака;
- одржавању радно-технолошке дисциплине на потребном нивоу;
- упоредном одржавању проходности свих путева и пролаза унутар опасних инсталација;
- примени техничких средстава и опреме детекције и заштите;
- контроли и надзору мониторинга и система безбедности;
- информисању и укључивању јавности у одлучивање о свим питањима значајним за безбедност;
- преиспитивању постојеће технологије и побољшању њене сигурности;
- преиспитивању локације појединих постројења;
- усклађивању деловања и организације службе заштите са осталим субјектима;
- усавршавању и доградњи система мониторинга и надзора;
- преиспитивању постојећих средстава личне и колективне заштите и деконтаминације;
- преиспитивању планирања, обуке и увежбавања запослених, сарадње са државним органима;
- усклађивању и сарадњи са стручним организацијама и
- информисању потенцијално угрожене средине и средства јавног информисања.

Мере превенције за спречавање и смањење могућности настанка хемијског удеса су:

- Мере при пројектовању и изградњи (предвиђене су и/или реализоване просторним планирањем, пројектовањем и изградњом објекта постројења односно комплекса);
- Техничко-технолошке мере(предвиђене су и/или реализоване избором технологије производње, технолошке опреме, опреме за управљање процесима и друге техничке опреме);
- Мере противпожарне заштите (мере које су предвиђене у систему безбедности. Надзор, управљање системима безбедности и системима заштите, детекција и идентификација опасности, упозорење и одговор на опасност);
- Организационе мере (мере које су предвиђене у циљу обуке и оспособљавања људи за управљање и одговор на удес);

- Друге мере оператера (мере које су предузете за заштиту људи и добара изван комплекса у случају удеса (обавештавање, мере заштите, евакуација, подаци за израду екстерних планова, снаге и техничка средства која су планирана и обезбеђена за превентивно деловање и одговор на удес);

Мере превенције удеса дефинишу се Политиком превенције удеса и у Извештају о стању безбедности. Садржане су у чињеници да оператер мора да изради: упутства за рад и одржавање постројења; упутства за редовно/ванредно заустављање рада постројења; упутства за пуштање у рад постројења или дела постројења и документа о интерној провери и прегледима постројења, који се спроводе редовно, а по потреби периодично од стране проверивача, укључујући табеларни приказ (атести, извештаји о прегледима, сертификати, записници и др.)

Такође оператер мора да изврши процену ризика од хемијског удеса у оквиру посебне документације и то: процену ризика у постројењу и процену ризика у околини, као и да прикаже организациону структуру предузећа са надлежностима, одговорностима и овлашћењима одговорних појединаца.

Процена ризика у постројењу- ради се на основу Извештаја о безбедности са оценом прихватљивости ризика *Seveso* постројења, односно комплекса која је настала као резултат процене ризика. Дају се прикази: врсте и количине опасних материја, локације опасних материја у облику шеме процеса, својства опасних материја (експлозивност, запаљивост, токсичност, екотоксичност и друге опасне и штетне особине) са знаковима опасности (*E, T+, T, F+, F, C, O, N*), ознакама ризика (*R*) и ознакама безбедности (*S*); карактеристике опасних активности; места вероватних удеса; изабрани сценарији удеса; процењене последице у комплексу у оквиру којих се дају подаци за сваки сценарио удеса из процене ризика са вероватним последицама, укључујући и „најгори могући удес“; места и број радника који се налазе на непосредном извршењу послова у ужој зони удеса, а затим се приказује број људи који се не налазе у ужој зони удеса; броја људи који могу смртно страдати или бити теже повређени као и објекти који ће бити захваћени дејством експлозије или пожара.

Процена ризика у околини - садржи број људи који могу бити угрожени и повредиве објекте у околини, на основу приказаних сценарија из Извештаја о безбедности (број људи изван комплекса, локацију и могући утицај на предшколске установе, школе, здравствене установе и стамбене објекте, пословни и индустријски објекти, тржни центри, рекреативни простори и други објекти у којима се врше окупљања људи, могућност преноса ефеката удеса на друга суседна постројења или комплексе (домино ефекат).

9.2. ПРИПРЕМА ЗА ПОСТУПАЊЕ У СЛУЧАЈУ НАСТАНКА УДЕСА - МЕРЕ ПРИПРАВНОСТИ И МЕРЕ МОБИЛИЗАЦИЈЕ

Мерама приправности се одређује начин утврђивања стања приправности (услед непосредне опасности од наступања ванредне ситуације), одговорна лица која налажу предузимање мера приправности, начин преношења и примања налога о предузимању мера приправности, начин извештавања надлежних органа. Такође одређује се садржај приправности по мерама заштите и спасавања за које се може утврдити стање непосредне опасности, начин спровођења мера приправности и поступног активирања

цивилне заштите и правних лица у приступној фази решавања задатака према, као и носиоци активности и одговорна лица и рокови за извршење задатака.

Мерама приправности правних лица, редовних служби и делатности дефинишу се поступци које носиоци планирања спроводе у оквиру редовних делатности са циљем организованог и планског довођења сопствених способности до нивоа спремности за деловање у јединственом систему заштите и спасавања, и то првенствено у оквиру оне мере заштите и спасавања за чије су спровођење, а у складу са Генералним планом за управљање ванредним ситуацијама на територији локалне самоуправе и због делатности коју обављају или наменских капацитета и ресурса којима располажу, одређени као носиоци или као сарадници у спровођењу.

Припремом кроз напредне тренинге и вежбе (компјутерске симулације и вежбе заштите и спасавања), као и јасно дефинисање улоге свих актера у процесу управљања ванредним ситуацијама на територији локалне самоуправе значајно се повећавају шансе локалне заједнице да адекватно реагује и да се брзо опорави после ванредне ситуације.

Мерама мобилизације (активирања) разрађују се поступци на темељу којих се припрема и спроводи мобилизација правних лица, редовних служби и делатности, као и потребног људства и материјално-техничких средстава за заштиту и спасавање.

Мере мобилизације садрже:

- одлуку о припреми и начину спровођења мобилизације и активирања правних лица, редовних служби као и људства и материјално-техничких средстава потребног за заштиту и спасавање;
- начин преношења, саопштавања и издавања заповести мобилизације;
- извршиоце мобилизације;
- начин позивања обвезника, правних служби, редовних служби и делатности, људства и давалаца материјално-техничким средствима;
- контролу сигурносних и заштитних мера;
- извештавање о току мобилизације.

Приправност је стање у предузећу или локалној заједници које се постиже припремом свих надлежних субјеката, опреме и технике ради најадекватнијег одговора на удес уз најмање могуће последице, а то се обезбеђује доношењем планова заштите.

Ради што бољег одговора на акцидент потребно је донети планове реаговања на свим нивоима власти и надлежних служби. План је само генерални оквир и заснива се на теоријском знању, искуству и мерама које се требају применити да би се спречиле, збринуте и умањиле на првом месту људске жртве и материјални губици изазвани природним, технолошким и социоекономским мирнодопским кризама и несрећама. Детаљни планови се морају припремити у свакој од хитних служби, на свим нивоима заједнице (локалном, окружном, националном, регионалном и глобалном плану), у свим комерцијалним, професионалним и волонтерским организацијама. Ниједан план не може дати решења за сваки удес појединачно као и за сваки тип удеса с 'обзиром на непредвидивост и варијанте масовних несрећа.

Генерални план за управљање ванредним ситуацијама ради се са циљем да надлежним и одговорним особама у локалној самоуправи и другим одговарајућим службама, правним лицима и становништву олакша да разумеју своју улогу пре, у току и после ванредне ситуације. Сврха Смерница јесте да предочи елементе неопходне за израду Генералног плана, са циљем представљања и промоције процеса управљања удесним

ситуацијама, као дела холистичког приступа смањењу ризика од удеса. Предлог Смерница садржи општа упутства и препоруке које се односе на:

- поступке и превентивне мере за спречавање настанка ванредних ситуација и ублажавања њихових последица - превентивне активности;
- припрему надлежних служби, правних лица и становништва за поступање у случају настанка ванредне ситуације - приправност;
- оперативне планове заштите и спасавања за поједине ванредне ситуације;
- обнову, односно рехабилитацију, реконструкцију и друге видове отклањања последица ванредних ситуација;
- начин обезбеђивања финансијских средстава за изradу, доношење и спровођење Генералног плана за управљање ванредним ситуацијама на територији локалне самоуправе.

Генерални план за управљање ванредним ситуацијама израђује се и доноси на основу дефинисане Процене угрожености територије локалне самоуправе, односно на основу претходно донете и усвојене процене, које врсте ванредних ситуација угрожавају територију предметне локалне самоуправе и у којем степену прети опасност од сваке појединачно.

Генерални план представља део процеса управљања ванредним ситуацијама и као такав захтева непрекидно усклађивање, ажурирање и побољшање у складу са напредовањем технологије, климатским и социо-економским променама. Имајући то у виду, намеће се потреба за групом стручњака који би се редовно тиме бавили. Појављује се потреба за формирањем званичног тела локалне самоуправе, на пример Сталног тела за управљање ванредним ситуацијама, ангажованом на изradi, а касније и на ажурирању и модернизацији Генералног плана, односно задуженом да се непрестано и системски бави управљањем ванредним ситуацијама и смањењем ризика од природних катастрофа и индустријских несрећа на територији локалне самоуправе.

Генерални план за управљање ванредним ситуацијама израђује и предлаже стално тело локалне самоуправе одређено да управља ванредним ситуацијама, а усваја и доноси Скупштина локалне самоуправе. Стално тело за управљање ванредним ситуацијама је извршни орган локалне самоуправе изабран и стално задужен од стране Скупштине локалне самоуправе се бави активностима на смањењу ризика од природних катастрофа и индустријских несрећа, као и активностима везаним за деловање у случајевима и након ванредних ситуација.

У циљу изrade предметних докумената, укључујући и Генерални план за управљање ванредним ситуацијама, Стално тело за управљање ванредним ситуацијама може формирати радне групе/подгрупе и ангажовати одређене стручњаке, ако исти нису већ запослени у администрацији и органима локалне самоуправе.

У случају настанка ванредне ситуације, Стално тело за управљање ванредним ситуацијама се трансформише у на пример, Општински кризни центар за заштиту и спасавање у ванредним ситуацијама или неко друго тело локалне самоуправе привременог карактера, а у складу са Законом и другим нормативним актима који регулишу ванредне ситуације. По престанку ванредне ситуације, то привремено тело локалне самоуправе се трансформише у Стално тело за управљање ванредним ситуацијама, које наставља и приводи крају започете активности на обнови и отклањању последица ванредне ситуације. Истовремено, Стално тело приступа анализи и оцени мера и активности предузетих током ванредне ситуације. У складу са добијеним резултатима и донетим закључцима, Стално тело врши допуну, ажурирање,

модернизацију и остале видове побољшања и ревизије постојећих планова и осталих докумената из области управљања ванредним ситуацијама и смањења ризика од природних катастрофа и индустријских несрећа. А која се односе на територију предметне локалне самоуправе.

Ванредна ситуација се проглашава ако постоји непосредна опасност да ће захватити или је већ захватила део или целу територију локалне самоуправе. Ванредну ситуацију проглашава Председник општине, односно Градоначелник, односно Председавајући Сталног тела за управљање ванредним ситуацијама.

У највећем броју случајева локална заједница има примарну одговорност у збрињавању јер се људски и материјални ресурси налазе на њеној територији и морају бити брзо и правилно употребљени док не стигне помоћ шире заједнице. Ово не искључује специјализовану помоћ из разних области у првој фази збрињавања од стране друге заједнице или националног нивоа као подршку локалној заједници.

Већина удеса има различите последице зато збрињавање захтева заједничку и координисану реакцију, повезујући људске и материјалне ресурсе професионалних служби (полиције, ватрогасаца, хитне помоћи, болница), друштвене заједнице на свим нивоима, војске, жандармерије и волонтерских организација.

У циљу дефинисања и имплементације мера припреме у случају настанка удеса израђују се **Оперативни планови заштите и спасавања**. За разлику од Генералног плана, Оперативни планови се, као посебни документи, израђују за сваку ванредну ситуацију дефинисану Проценом угрожености. Планирање за поступање у случају ванредних ситуација, по структури планова, способностима, њиховој спремности, структури и опремљености, треба да задовољи и потребе деловања система заштите и спасавања у случају ратних дејстава и последица тероризма.

Оперативни планови заштите и спасавања локалне самоуправе састоје се од планова деловања по мерама заштите и спасавања и прегледа оперативних снага заштите и спасавања са прецизно утврђеним и наведеним задацима за сваког појединачно наведеног субјекта у систему заштите и спасавања на нивоу локалне самоуправе.

Оперативни планови правних лица, редовних служби и делатности садрже шематске, табеларне и друге графичке прегледе на географским картама, кратка текстуална упутства о специфичном ангажовања, као и начину сарадње са другим учесницима јединственог система заштите и спасавања. Оперативни планови правних лица, редовних служби и делатности дефинишу се, уколико постоје, на основу методолошких смерница, постојећих планова редовног функционисања, извода из Планова одговарајућег нивоа и из претходно дефинисаних стандардних оперативних поступака.

Правним лицима и осталим субјектима испод нивоа локалне самоуправе, месне заједнице, села, засеоци и слично, достављају се изводи из општинских оперативних послова, на основу којих исти израђују сопствене Оперативне планове којима дефинишу сопствену улогу и задатке у систему управљања ванредним ситуацијама.

Носилац израде Оперативног плана за локалну самоуправу је Стално тело та управљање ванредним ситуацијама, односно Радна група одређена од стране Сталног тела, док је за правна лица носилац израде оперативног плана руководиоца правног лица или тело одређено општим актом правног лица.

Поред овог, у циљу дефинисања других активности и акција за минимизацију ризика од удеса оператер постројења или комплекса је у обавези да изради и следеће

документе:

- план заштите од удеса,
- план редовне-рутинске контроле постројења,
- план периодичне контроле постројења,
- план сервисирања постројења,
- план атестације опреме постројења,
- план контроле и мониторинга,
- план заштите од пожара.

Планом заштите од удеса дефинише се начин комуникације код самог оператера постројења, као и са органима локалне самоуправе, другим надлежним органима и јавношћу. За израду Плана заштите од удеса оператер постројења користи техничку документацију (технолошки, машински пројекат и др.), а нарочито Елаборат заштите од пожара са дефинисаним зонама опасности, прихваћен од надлежног органа, План заштите од пожара, радна упутства за производњу и друге делатности оператера постројења, упутства за рад на постројењима, машинама, уређајима и опреми коју је прописао произвођач и др. Поред наведених користи стандарде и законску регулативу која се односи на предметну активност или опасну материју, постојећа упутства за безбедност и заштиту на раду и др. Плану заштите од удеса мора да садржи:

Планови заштите доносе се за свако место и сваки део територије државе на коме постоје опасне активности које могу изазвати удес: у предузећу-план заштите на месту удеса, у општини, граду, као и у држави у целини. Планови заштите међусобно су усклађени и ослањају се један на други (планови заштите од елементарних и других већих непогода, заштите у ванредним и ратним условима и др.). План заштите на нивоу општине или града израђује се на основу планова предузећа. Планови предузећа морају бити усклађени са планом општине. Елементи за израду планова заштите обезбеђују се израдом анализе опасности од удеса.

Приправност за удес остварује се предузимањем мера и активности проистеклих из претходно извршене процене вероватноће настанка, процене могућих последица по живот и здравље људи и животну средину и оцене ризика од хемијског удеса. Ове процене базирају се на подацима добијеним идентификацијом опасности (техничко-технолошка документација, физичко-хемијске карактеристике опасних материја, екотоксиколошке карактеристике опасних материја, модел квара-отказа, анализа стабла погрешки, анализа стабла догађаја и др.), као и подацима добијеним анализом повредивости (демографски и др. о материјалним и природним добрима у околини, могућих нивоа удеса, ширина повредиве зоне, односно процена ширења гасова, последица од експлозије, пожара, последица здравствених ефеката, последица по животну средину и др.). План заштите од удеса садржи:

Организациону структуру са надлежностима, одговорностима и овлашћењима оператера постројења у току редовног рада, организационе јединице оператера са руководиоцима, имена учесника у удесу са надлежностима, дужностима и одговорностима у току редовног рада постројења као и у случају удеса; организационе јединице које раде са опасним материјама а које су у вези са системом безбедности постројења, као и податке о координатору плана заштите и заменику координатора плана заштите.

Такође садржи *мере за поступање у случају удеса*, који садржи начин узбуњивања и ангажовања лица која учествују у одговору на удес као и лица која су надлежна и одговорна за узбуњивање и ангажовање других лица; шему руковођења и координације

међу лицима која учествују у одговору на удес; приказ сви планираних учесника у одговору на удес из састава оператера постројења и из локалне самоуправе; приказ евентуално планираних учесника у одговору на удес из састава околних оператера, града, околних места или са нивоа региона, покрајине или Републике; податке о организацијама оспособљеним за одговор на удес и овлашћеним за пружање помоћи: противпожарну помоћ, медицинску помоћ, детекцију, санацију, специјализоване овлашћене лабораторије за контролу ваздуха, воде и земљишта (мониторинг); састав екипа за одговор на удес и начин ангажовања екипа одговора на удес за: заустављање процеса производње; гашење почетних пожара и за заустављање почетних удеса; хлађење судова са запаљивим материјама; заустављање пожара и за спашавање; обавештавање и узбуњивање; транспорт и збрињавање повређених; детекцију и контролу загађености; деконтаминацију људи, опреме и простора; информисање и контакт са јавношћу, као и мере за помоћ изван комплекса које садрже: упутства о понашању лица изван комплекса; мере техничке заштите које се предузимају у случају удеса; мере медицинске заштите; мере евакуације.

Техничке системе заштите који су значајни за удес: системи вођења процеса и провере исправности уређаја и опреме; средства везе, средства надзора, индикатори, детектори, јављачи и средства за алармирање и узбуњивање:

Опремену и средства заштите у одговору на удес: опрема заштите од пожара: опрема индивидуалне и колективне техничке заштите: средства детекције; рад система вентилације у условима удеса; систем за пречишћавање отпадних вода; третман отпадних вода насталих у одговору на удес; средства прве помоћи и медицинске заштите; средства за заустављање даљег тока хемијског удеса и ширења негативних ефеката; заштитни системи за спречавање разливања опасних материја.

Начине оспособљавања за одговор на удес: програма и плана обуке; програма и плана вежби; програма провере знања; провера функционисања система безбедности и заштите.

Упутства о поступку у случају удеса: За сваки сценарио удеса из Извештаја о безбедности, са подацима о томе: „Ко ради?“ и „Шта ради?“ у случају удеса од момента уочавања удеса до завршетка удеса. У упутствима предвидети и мере заштите и мониторинг животне средине у току удеса.

Начине комуникације: са оператерима у непосредној околини; са надлежним органима и организацијама у јединици локалне самоуправе.

Начин обавештавања јавности о безбедносним мерама и поступцима у случају удеса са следећим подацима:

- име оператера и адреса постројења;
- функција коју обавља лице које даје информације;
- потврду да постројење подлеже прописима за израду Извештаја о безбедности као и да је извештај о безбедности дао надлежном органу;
- мере и активности које су предузете у постројењу у циљу спречавања удеса;
- уобичајене називе опасних материја које могу изазвати удес уз назнаку њихових главних опасних карактеристика;
- опште информације о природи опасности која може настати;
- одговарајуће информације о томе како ће угрожена популација бити упозорена и редовно информисана у случају удеса;
- информације о мерама које треба да примени угрожено становништво, као и о томе како треба да се понаша у случају удеса и

- изјава да оператер предузима одговарајуће мере унутар постројења, као и да сарађује са интервентним службама.

Процедуре евидентирања, регистравања и извештавања о удесу

- подаци о месту и времену удеса: адреса постројења, објект у оквиру постројења, дан и време настанка удеса;
- узроци удеса;
- подаци о типу удеса (експлозија, пожар, испуштање опасне материје и др.);
- подаци о врсти и количини опасних материја које су учествовале у удесу;
- обим последица у постројењу односно комплексу (смртни исход, теже повреде, лакше повреде, тежа и лакша тровања и хоспитализација лица из састава постројења и из састава интервентних снага локалне заједнице и др.);
- обим последица лица изван постројења односно изван комплекса (евентуални смртни исход, теже повреде, лакше повреде, тежа и лакша тровања, хоспитализација и др.);
- оштећење објекта у постројењу;
- оштећење објекта изван постројења;
- обим последица по животињски и биљни свет у околини;
- утицај на инфраструктуру (водовод, електричну мрежу, гасовод, саобраћај, телефонске везе и сл.);
- загађења земљишта, водотокова и подземних вода;
- процењена висина материјалне штете, реализоване мере одговора на удес.

Податке од значаја за израду екстерних планова заштите

- име, функција и телефон лица овлашћеног да да податке локалном органу за израду екстерних планова;
- подаци о координатору плана заштите и заменику координатора плана заштите оператера;
- подаци о врстама и количинама опасних материја, њиховим опасним карактеристикама;
- оспособљеност и опремљеност оператера за одговор на удес;
- подаци о начину упозорења о удесу, поступци узбуњивања и мобилисања оператера;
- подаци потребне за усклађивање интерног плана заштите од удеса са екстерним плановима;
- подаци за потребе ангажовања интервентних служби изван постројења;
- подаци потребне за пружање помоћи од стране локалне заједнице у одговору на удес унутар постројења;
- подаци за дефинисање мера за ублажавање последица изван постројења;
- подаци за потребе информисања јавности.

Санације удеса

- циљеви и обим санације у зависности од врсте и обима удеса;
- програм ангажовања снаге и средства од стране оператера и спољних стручних служби на санацији;
- докази о начину и успешности обављене санације и
- трошкови санације.

Постудесни мониторинг

- стање здравља људи;
- биомониторинг ваздуха, воде и земљишта;
- план заштите је кључни елемент за ефикасан одговор на хемијски удес и за смањење његових последица. Ваљаност плана заштите проверавају надлежни органи у предузећу и у државној управи. Циљеви проверавања плана заштите могу бити многобројни, али основне провере су следеће;
- усаглашеност израђене документације са законским прописима;
- квалитет извршених процена и планираних мера заштите;
- квалитет успостављеног система заштите;
- поузданост система заштите и
- расположивост система заштите у будућности.

Поступак проверавања Плана заштите састоји се од провере садржаја и квалитета документације, провере успостављеног система заштите на лицу места и провере програма за одржавање система заштите.

План редовне, рутинске контроле треба да садржи обавезу дневне контроле нивоа опасних материја у системима и резервоарима, проверу радних услова, притиска и температуре. О извршеној контроли се води дневни извештај

План периодичне контроле треба да садржи: контролу сигурносних вентила; манометара; термостата; аутоматике прегледом елемената у електроразводној плочи, радној заштитној аутоматици (на 6 месеци); цевовода на пропусност. У обављеним периодичним контролама се води књига контроле.

План сервисирања се ради, у складу са захтевима произвођача и испоручиоца опреме. Посебно морају да буду обухваћени компресори, кондензатори, пумпе и др.

План атестације обухвата атестиране судове под притиском који морају поседовати сертификат о максималном и минималном: радном притиску и радној температури, дозвољеној испуњености, датуму следеће атестације.

Упутства за рад постројења у коме се користе опасне материје ("*Operational manual*"), где се детаљно разрађују и прецизирају задужења сваког оператера. Поред упутства саставља се План и програм обуке оператера. План обухвата проверу знања оператера из "*Operational manual*" као и посебан део где се код оператера развија способност да уочи извор опасности и индикаторе који указују да се на постројењу одвија нешто у супротности са уобичајеним условима.

План заштите од пожара садржи обавезу израде оперативних карата и дефинисање мера заштите од пожара као и његову контролу, ревизију и иновацију у складу са стварним стањем на терену.

При изградњи и одржавању објеката/складишта треба, поштовати прописе и примењивати мере заштите из области заштите од пожара.

У области нормативног регулисања заштите од пожара створити одговарајуће претпоставке за превентивно деловање и донети или иновирати следеће нормативне акте: правила заштите од пожара; план заштите од пожара (оперативне карте) и наредбу за примену мера при резању, лемљењу и заваривању.

За гашење пожара периодично сервисирати, испитивати и одржавати одговарајућа средства и инсталације за гашење пожара. Одржавање, сервисирање, испитивање и

контролу апарата за гашење пожара спроводити редовно и периодично сваких шест месеци у сарадњи са овлашћеном организацијом. Одржавање, сервисирање и контролу спољне и унутрашње хидрантске мреже спроводити редовно, а испитивање вршити једном годишње у сарадњи са овлашћеном организацијом. Одржавање, сервисирање, контролу и испитивање стабилног и аутоматског система за детекцију и дојаву пожара и видео надзор, вршити редовно једанпут годишње у сарадњи са овлашћеном организацијом. Одржавање и контролу проходности противпожарних путева вршити свакодневно од стране надлежне службе. Обуку запослених и проверу знања из области заштите животне средине вршити периодично на сваке три године.

На складишту, на коме су идентификоване опасне материје и процењен средњи/велики ризик од настанка опасности при складирању и руковању опасним материјама дефинишу се: процедура (поступак) набавке пријема, складиштења, манипулације, дистрибуције и коришћења опасних материја; процедура (поступак) реаговања у случају опасности од удеса и загађења животне средине; упутства за безбедан рад са опасним материјама.

На основу идентификоване врсте и количине опасних материја неопходно је дефинисати и средство за заштиту од изливања и растурања. За случај неконтролисаног изливања опасне материје неопходно је планирати и обезбедити коришћење техничких решења за прихватање опасне материје и апсорционих материјала као што су земља, шљунак, песак, дрвена струготина итд., ради спречавања продирања у канализациону мрежу или околни земљишни простор.

На складишту треба да постоје наменски објекти за спречавање изливања и растурања опасних материја и то: прихватни резервоар за опасну материју у случају цурења и изливања и постројење за неутрализацију и пречишћавање отпадних вода.

Напред наведене објекте је потребно периодично прегледати, испитати и превентивно одржавати. Редовно спроводити периодична испитивања квалитета отпадних вода и емисија гасовитих материја у складу са важећим прописима за ове врсте испитивања. У погону/складишту у коме је дефинисан средњи и/или велики ризик од настанка удеса при складирању и руковању опасним материјама неопходно је стално присуство представника службе заштите на раду, заштите од пожара и заштите животне средине ради организације, спровођења и надзора над применом мера превентиве.

У погону/складишту морају да постоје нормативно правна акта која се односе на безбедност на раду, заштиту од пожара и заштиту животне средине који су директно или индиректно у функцији заштите од настанка удеса при складирању и руковању опасним материјама и то: правилник о безбедности и здрављу на раду; акт о процени професионалних ризика; правила заштите од пожара; план заштите од пожара; упутства за безбедан рад са опасним материјама.

У току експлоатације објеката, опреме и инсталација погона/складишта у којој је процењен средњи/велики ризик од настанка удеса при складирању и руковању опасним материјама у циљу побољшања рада и развоја, неопходно је дефинисати програме унапређења безбедности и здравља на раду, заштите животне средине и заштите од пожара и тежити развоју интегрисаних система *QMS*, *EMS* и *OHSAS* у складу са *ISO 9000*, *ISO 14000* и *ISO 18000*.

9.3. ОДГОВОР ЛОКАЛНЕ ЗАЈЕДНИЦЕ НА ХЕМИЈСКИ УДЕС

Одговор на удес започиње оног тренутка када се добије прва информација о удесу, која садржи податке: о месту и времену удеса; врсти опасних материја које су присутне; процени тока удеса; процени ризика по околину као и друге значајне податке.

Одговор на удес првог нивоа (нивоа опасних инсталација) и одговора на удес другог нивоа (нивоа индустријског комплекса) реализује се у предузећу. Одговором на удес првог и другог нивоа руководи тим за координацију одговора на удес у предузећу. Уколико се процени да услед насталог удеса могу наступити штетне последице по ширу околину, активира се план заштите општине, односно града и државе.

У поступку одговора на удес, поред послова који произилазе из плана заштите врши се: процена обима удеса; процена обима последица; успостављање непрекидног мерења и осматрања на простору погођеног комплекса и ширем угроженом простору и карактеристичних параметара (концентрација опасних материја, кретање контаминационог облака, метеоролошких података: правац и брзина ветра, вертикална стабилност ваздуха); обавештење о удесу и давању упутстава о даљем поступању; доношење одлуке о евентуалној евакуацији становништва (начину евакуације и правцу кретања), на основу величине удеса, степена угрожености становништва и процене времена трајања опасности, расположивог времена за евакуацију итд.; координација рада службе цивилне заштите, здравствених организација, ватрогасних служби, служби техничке помоћи; информисање надлежних државних органа и давање процене о могућности да се сопственим снагама одговори на удес.

У оквиру сваког плана заштите, разрађују се поједини аспекти одговора на удес. Планови заштите у општини, односно граду, морају бити усклађени са шемом одговора на удес која се примењује у Републици. Хемијски акциденти се често дешавају без упозорења. Када до њих дође сувише је касно да се врши планирање, организовање, опремање и обука. Зато су битне припреме унапред да се сведу на минимум повреда и губитак или оштећења имовине, опреме и способности за производњу. Од битне је важности да се успостави и одржава стање спремности да се изађе на крај са узроцима и условима настанка акцидента, до обима који је могућ.

Најбољи одговор на хемијски акцидент се постиже још од фазе пројектовања предузећа, затим изградње и у производном процесу сталним развијањем и применом мера превенције, приправности и др.

Свако предузеће треба да тежи да пропише технологију свог рада, да стави на знање радницима како треба радити, која су ограничења и критеријуми, те какво треба да је понашање чланова организације у свакој ситуацији у процесима коришћења и употребе опасних материја и то не сме бити ствар жеље, добре воље, личних прохтева, већ дужност и обавеза руководећих структура предузећа. Све пословође треба да осигурају да њихови радници схвате план деловања предузећа и програм за спречавање акцидента у програму, контролу и заштитне мере током настале ситуације и акције на отклањању последица од акцидента.

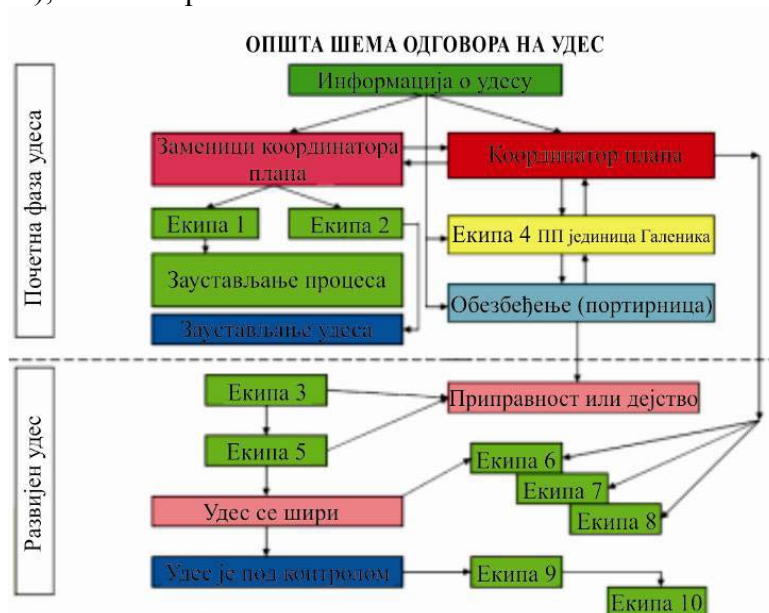
Свако од учесника у одговору на хемијски удес има своје дефинисане обавезе. Учесници у одговору на хемијски удес су:

- директор предузећа,
- тим за координацију одговора на акцидент,
- директор погона,
- руководиоца заштите,

- руководилац заштите на раду,
- дежурни фабрике,
- дежурни службе заштите,
- технички директор,
- пословођа (сменовођа),
- радници,
- чета за спасавање,
- ватрогасна служба,
- медицинска служба,
- физичко-техничко обезбеђење и
- оператор телефонске централе.

Шема одговора на хемијски удес у фабрици „Галеника“ приказана је на слици 9.2.

Комуникације, се обављају тако што су покретним радио уређајима и пријемним станицама опремљене (ватрогасна возила, амбулантна кола, патролна кола обезбеђења, обезбеђење на главној капији, дежурни фабрике, канцеларија заштите, канцеларија директора погона); као и алармним системом.



Слика 9.2. Општа шема одговора на хемијски удес у фабрици „Галеника“

Обучавање учесника врши се увежбавањем плана деловања за одговор на хемијски акцидент са циљем: да се запослени упознају са планом; да се запослени упознају са дужностима у случају хемијских акцидената; да се процени план и установи његова применљивост; да се идентификују недостаци и изврше потребне корекције и подешавања.

Сваки од наведених субјеката у складу са својим планом заштите учествује у одговору на акцидент. Зато је неопходно да планови одговора наведених субјеката морају бити међусобно усклађени и усаглашени, а то се остварује непосредним увидом у процене и планове, достављањем одговарајућих извода или укључивањем представника субјеката одговора на акцидент у рад тимова за израду плана заштите.

Ако је удес II нивоа - негативне последице су захватиле један део или цео индустријски комплекс, али се не очекују негативне последице по ширу околину. У

том случају активира се и ангажује Координатор плана заштите на нивоу предузећа. Координатор плана одмах обавештава Центар за обавештавање општине и Центар за обавештавање округа (града) ангажује средства и капацитете предузећа на санирању удеса. Центар за обавештавање општине активира и ангажује Координатора плана заштите на нивоу општине и обавештава Центар за обавештавање округа (града). Координатор плана заштите на нивоу општине активира и ангажује Тим за координацију одговора на удес на нивоу општине, као и учеснике одговора на удес на нивоу општине и узбуђује угрожене месне заједнице или општине. Центар за обавештавање округа (града) ставља у приправност Координатора плана заштите на нивоу округа (града) и обавештава Центар за обавештавање Републике. Координатор плана заштите на нивоу округа (града) ставља у приправност Тим за координацију одговора на удес на нивоу округа (града) и учеснике одговора на удес на нивоу округа (града) и Координатора плана заштите на нивоу Републике.

Сви системи одговора на технолошке акциденте су пројектовани да елиминишу узроке или смање последице акцидента. Због различитих приступа у појединим земљама, Уједињене нације су преко свог програма за заштиту животне средине (*UNEP*), а у сарадњи са међународним организацијама *CEC*, *OECD*, *WHO*. Приручник о обавештености и приправности за акциденте на локалном нивоу (*APELL - Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level*), може се узети као међународно стандардизован приступ за одговор на технолошке акциденте на локалном нивоу.

APELL је програм *UNEP* намењен да помогне владама, локалним управама, руководиоцима и стручњацима у предузећима на побољшању обавештености локалне заједнице о опасним постројењима и у припреми планова одговора на акциденте у тим погонима, који би могли да угрозе животе људи, имовину или животну средину. То, међутим, не значи да *APELL* треба да замени или да се меша у постојеће националне прописе о заштити од технолошких акцидената.

Основни циљеви *APELL* су:

- да обезбеди информације угроженим члановима локалне заједнице о опасностима које прете од индустријских операција у њиховом суседству и мерама које су предузете да се смањи ризик;
- да проверава, ажурира или успоставља планове одговора на акцидент на локалном простору;
- да повећа степен укључивања локалне индустрије у обавештавању локалне заједнице и планирању одговора на акцидент;
- да интегрише планове одговора индустрије и планове локалне заједнице у заједнички план;
- да омогући укључивање чланова локалне заједнице у припрему, проверу и спровођење тог плана.

Учесници *APELL* су:

- на националном нивоу-државни органи који су одговорни: за планирање, индустрију, животну средину, сигурност, јавне службе и други и
- на локалном нивоу су органи локалне управе, власници и руководиоци предузећа, локална заједница, интересне групе, невладине организације, средства информисања итд. Одговорни међу учесницима за одговор на удес.

Ради обезбеђивања директне и блиске сарадње, као и изградње јединственог приступа међу учесницима у одговору на акцидент, *APELL* предвиђа формирање локалних координационих група као посредника између индустрије и локалне заједнице.

У спровођењу процеса за одговор друштвене заједнице на технолошке акциденте неопходно је:

- идентификовати учеснике у одговору на акцидент и утврдити њихове улоге, снаге и задужења;
- испитати опасности и ризике који могу изазвати акциденте већих размера, односно угрозити становништво;
- преиспитати постојеће планове заштите различитих учесника у одговору на акцидент;
- проверити колико ти планови доприносе координираној акцији;
- утврдити потребне задатке у одговору који нису обухваћени постојећим плановима;
- ове задатке доделити учесницима који их најбоље могу извршити;
- извршити неопходне промене за побољшање постојећих планова и интегрисати их у општи план локалне заједнице;
- после усаглашавања израдити коначни план, на који треба добити сагласност локалне управе;
- извршити обуку свих група које учествују у спровођењу плана и обезбедити да сви учесници у одговору буду адекватно увежбани;
- успоставити поступке за периодичну контролу, проверу и ажурирање плана;
- обавестити становништво локалне заједнице о интегралном плану заштите и обезбедити средства за обуку становништва.

Однос, одговорности и задаци појединих партнера у одговору на хемијски акцидент приказано у табели 9.1.

Табела 9.1. Одговор на хемијски акцидент

ОДГОВОРНОСТ ИНДУСТРИЈЕ	ЗАДАЦИ КООРДИНАЦИОНЕ ГРУПЕ	ОДГОВОРНОСТ ЛОКАЛНЕ УПРАВЕ
Обезбеђује сигурност погона Обезбеђује личну сигурност запослених и посетилаца Утврђује програме сигурности Штити животе и имовину на локацији Организује сво особље фабрике за време акцидента Израђује планове и поступке одговора на акцидент Обезбеђује сигурносну и заштитну опрему, обуку и информације о хемијским опасностима	Отвара линије за комуникацију Размењује информације Координира планове и поступке заштите Делује са другим учесницима у одговору на акцидент Организација заједничког образовања и обуке Решавање општих проблема Помоћ у решавању спорних питања комуникација ←  →	Обезбеђује сигурност заједнице Осигурава безбедност и добробит свих становника и гостију заједнице Обрадује програме опште сигурности Штити животе, јавну и приватну својину Координира одговор снага заједнице у току акцидента Израђује планове и поступке за одговор на акцидент Спроводи обуку и вежбе са другим органима за одговор на нивоу локалне заједнице, округа или државе Одржава комуникацију са републичком владом

Одговор на удес - акција гашења пожара спроводи се по процедури Заштите од пожара, а започиње оног тренутка када се добије прва информација о пожару или некој другој врсти удеса. Информације о пожару ватрогасној јединици може се пренети на више начина: телефоном, преносном радио везом и усмено.

Дежурном ватрогасцу при дојави пожара морају се обавезно доставити следећи подаци:

- Шта гори, место и време пожара?
- Какав материјал гори и да ли су присутне опасне материје?
- Има ли људи у животној опасности?
- Ко јавља о настанку пожара?

После дојаве пожара, која се у одређеним случајевима проверава да није лажна, алармира се ватрогасна јединица (звучним алармом из возила или преносном радио везом), окупља на зборном месту и одлази на место пожара. Акција гашења или одговор на неку другу врсту удеса почиње по унапред утврђеном Плану.

Да би акција гашења пожара (одговора на удес) била успешна морају се поштовати следећа начела: упознати се са ситуацијом на лицу места, извршити извиђање, извршити процену ситуације пожара на темељу извиђања, поставити план гашења пожара (одговора на удес) и издати команде за акцију гашења пожара (одговора на удес).

Руководилац гашења пожара (одговора на удес) на месту пожара сагледава ситуацију и прикупља потребне информације, а пре свега:

- Величину опасности која прети људима и имовини. Она се одређује, пре свега, величином пожара (удеса), врстом материјала који гори, конструкцијом објекта и слично.
- Где гори, шта гори и како гори?
- Јачину властитих снага, средстава и опреме. Оне су руководиоцу гашења пожара познате.
- Да ли су људи угрожени?
- Да ли постоје посебне опасности по учеснике гашења?
- Да ли постоји опасност од проширења пожара (удеса)?
- Да ли постоји опасност од рушења објеката?
- Да ли постоји посебна опасност (хемијска, радиоактивна, биолошка и сл.)?
- Какви су путеви за интервенцију.

Важно је уочити и неке друге елементе од значаја за успешну и безбедну интервенцију, као и на пр. количину и боју дима, карактеристике пламена, интензитет топлотног исијавања, адијабатски топлотни ефекат, правац струјања дима, мирисе и слично.

Процена ситуације (тока пожара и ризика по околину), доноси се на основу прикупљених података и битна је за исход акције. Њен основни задатак је да дефинише шта треба учинити, којим редом и којим средствима да се опасности отклоне, обзиром на расположиве снаге и средства.

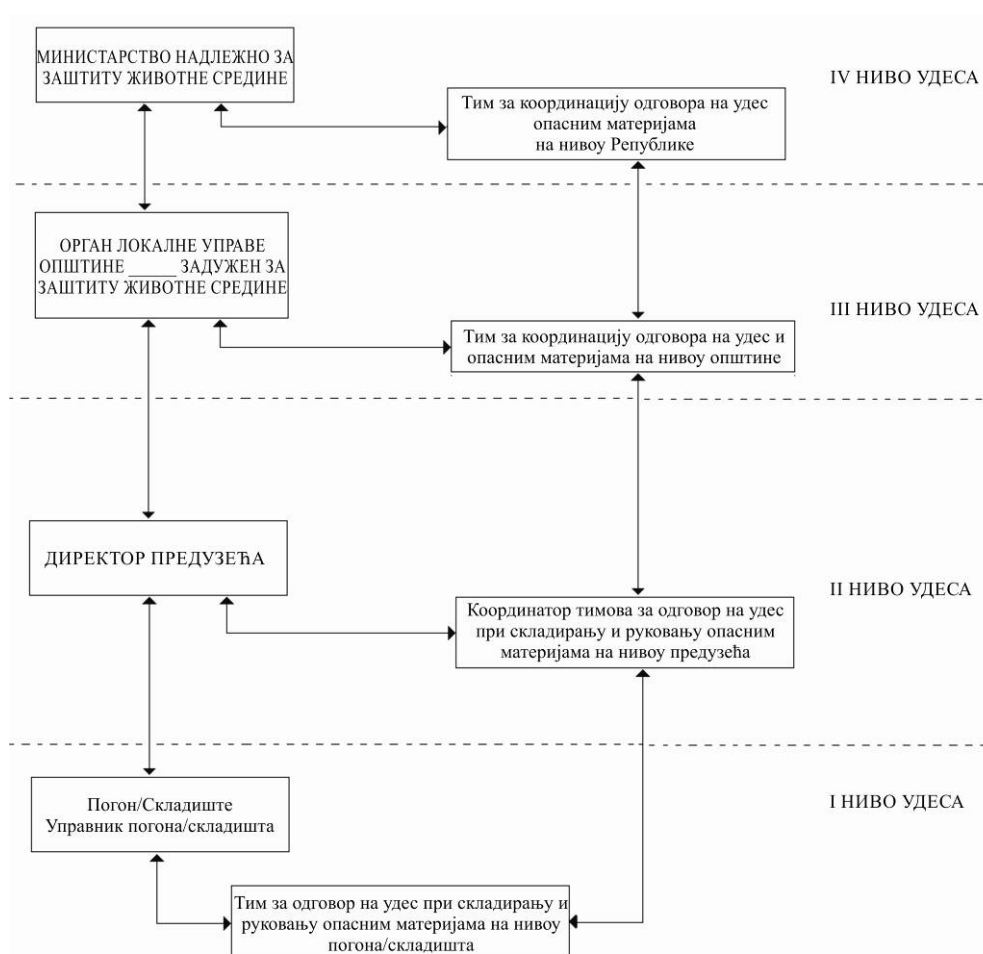
На основу процене ситуације доноси се одлука о начину спровођења акције, која мора бити кратка и јасна, а дефинише: да ли извршити напад или одбрану (пасивну или активну), поделу задатака у оквиру расположивих снага - ко шта ради, коју опрему и средства треба користити у акцији, начин снабдевања средствима и водом за гашење и путеве пролаза за интервенцију.

Команде - наређења за акцију гашења пожара (одговора на удес) морају да буду гласне,

разумљиве, категоричне, кратке и потпуне. Оне морају недвосмислено да дефинишу: ко треба да изврши задатак, шта треба да се уради и где и са којим средствима се изводи акција.

У самој акцији, ватрогасци и сви остали учесници постављене задатке морају извршавати одговорно, пажљиво и без журбе и панике, строго водећи рачуна о властитој безбедности, али и безбедности свих осталих људи. Сваки појединац при овим активностима треба да максимално користи стечена знања кроз обуку и тренинге из области заштите од пожара. Када се главна жаришта пожара савладају, обављају се одређене радње да се место пожара (удеса) прегледа, раскрчи и санира. Уколико постоји сумња да би се пожар могао поново појавити остављају се ватрогасне страже.

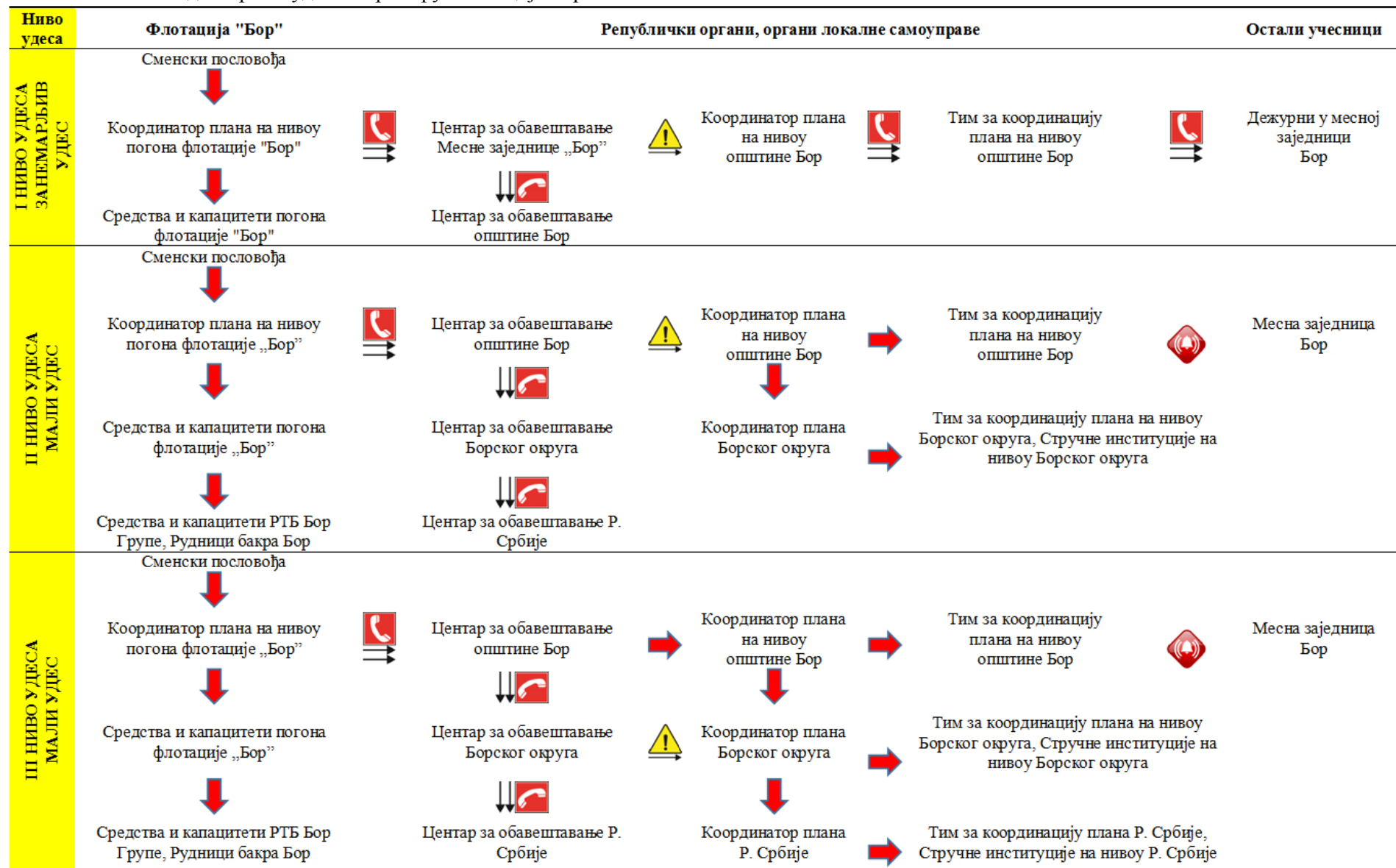
На слици 9.3 дат је предлог организационе шеме одговора на удес при складирању и руковању опасним материјама.

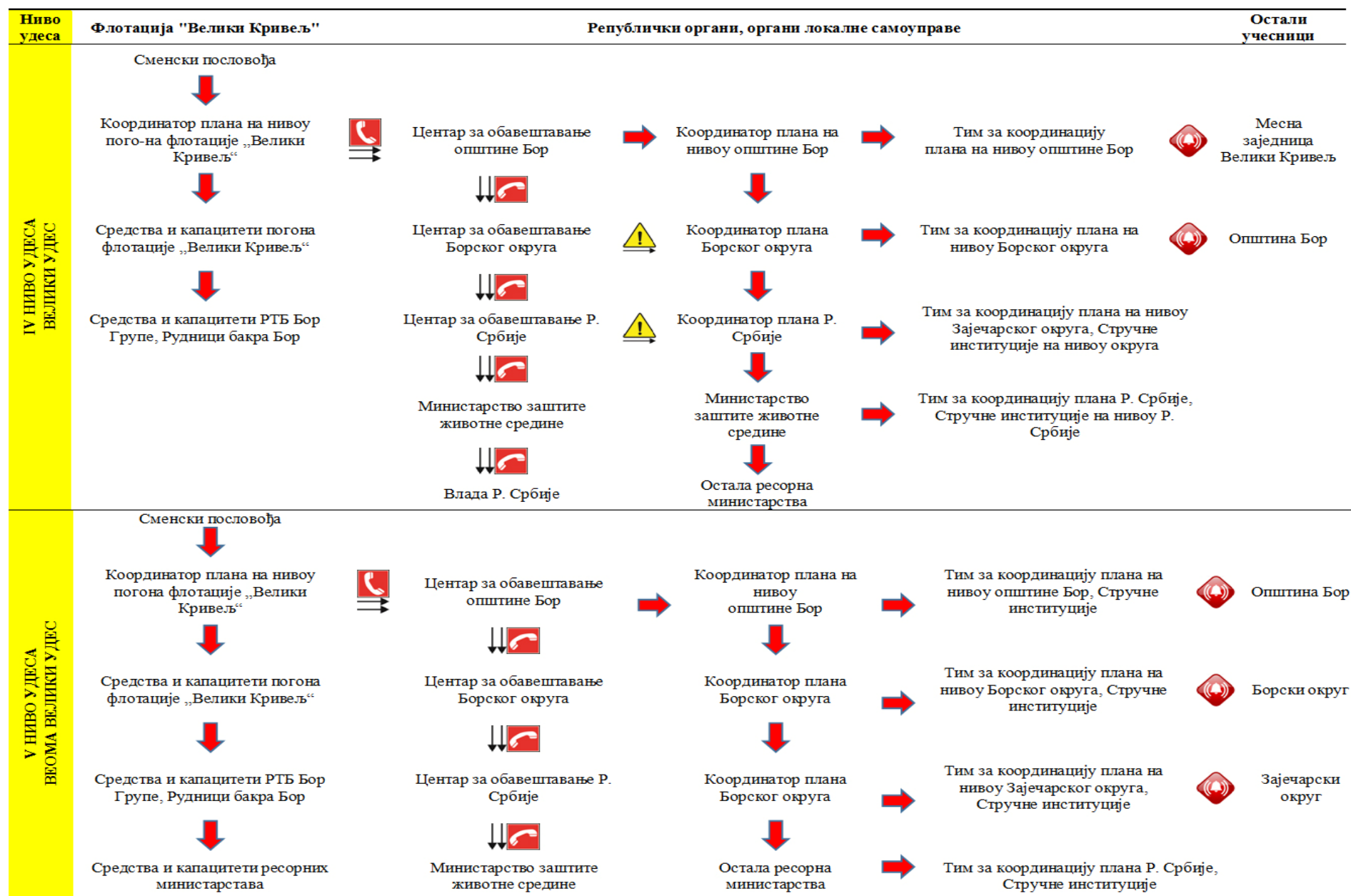


Слика 9.3. Предлог организационе шеме одговора на удес при складиштењу и руковању опасним материјама

Координатор Плана заштите на нивоу локалне управе активира и ангажује Тим за координацију одговора на удес и учеснике одговора на удес и Координатора плана заштите на нивоу округа (града) и врши узбуну. Координатор плана заштите на нивоу округа (града) активира и ангажује Тим за координацију одговора на удес и учеснике одговора на удес на нивоу округа (града) и Координатора плана заштите на нивоу Републике и врши узбуну за округ (Табела 9.2) [46].

Табела 9.2. Шема одговора на удес на примеру Флотације Бор





9.4. ОБНОВА, ОДНОСНО РЕХАБИЛИТАЦИЈА ЛОКАЛНЕ ЗАЈЕДНИЦЕ ОД ПОСЛЕДИЦА ХЕМИСКОГ УДЕСА (САНАЦИЈА)

9.4.1. Основни појмови санације хемијских удеса

Последице удесних ситуација имају утицај на појединце, заједнице, државе и целе регионе, зависно од величине и карактера удеса. Обнова је дефинисана као: одлуке и акције предузете након удеса ради враћања у претходно стање или побољшања пређашњих услова живота погођене заједнице, уз промовисање и предузимање неопходних мера прилагођавања ради смањења ризика од удеса односно катастрофа. Обнова се такође може представити као координисан и усклађен процес и напор који доприноси тренутном, средњорочном и дугорочном целовитом опоравку заједнице после катастрофе. Обнова је развојни процес који садржи следеће активности [31]:

- смањење ескалација последица катастрофе;
- опоравак друштвеног, емотивног, економског и физичког стања појединаца и заједница;
- прилика да се при обнови узму у обзир потребе будућег развоја друштвеног, економског, природног и грађевинског окружења;
- смањење уgroжености, излагању ризицима и опасностима од будућих удеса.

После великих катастрофа, цело друштво као и односи међу погођеним заједницама зависе од ефектног и ефикасног процеса обнове. То је сложен друштвени процес који постиже најбоље резултате када у заједници погођеној катастрофом постоји одлучност и решеност. Обнова подразумева много више него што је проста физичка поправка материјалних добара и поновно успостављање комуналних услуга. Заједнице и појединци имају велики број разноврсних а хитних потреба, а успешност обнове се огледа у координисаном приступу и задовољењу свих тих потреба. Обнова је процес који сигурно траје недељама и месецима. Организатор и институције укључене у обнову морају да имају на уму повећане потребе за људским и материјалним ресурсима да би могли да задовоље како потребе средњорочне и дугорочне обнове тако и потребе свакодневних пословних активности.

Потребан је целовит и интегрисан систем како би се на адекватан начин презентовали сви разнородни аспекти обнове, који комбиновани представљају основу одрживости заједница. Тај систем представља међусобну повезаност и условљеност заједнице, у овом случају локалне самоуправе или једног њеног дела, и четири области деловања: друштвена, економска, природна и грађевинска. Активности обнове представљају интеграциони елемент између заједнице и ове четири целине.

Заједнице и појединци имају велики број разноврсних а хитних потреба, а успешност обнове се огледа у координисаном приступу и реаговању на задовољењу свих тих потреба, имајући при томе у виду и утицај на друге заједнице. Обнова заједнице после катастрофе подразумева опоравак основних функција те заједнице, друштвених структура и система. Способност заједнице да ово оствари подразумева међусобан однос и узајамно деловање заједнице са једне стране и друштвеног, економског, природног и грађевинског окружења са друге. Ово узајамно дејство укључује све чланове заједнице и мора бити подржано од стране локалних, регионалних и националних структура.

У случају хемијског удеса санација последица удеса врши се на основу идентификације врсте и количине испуштене опасне материје и просторног обухвата

контаминације. На основу плана санације и утврђивања стања на лицу места примењују се поступци и обим потребне санације, те неопходна средства и снаге. У току и по завршеној санацији обавља се мониторинг и обавештава се о стању на локацији, Истовремено се евидентирају детаљи о развоју догађаја од почетка до санације удеса и подноси се одговарајући извештај надлежним органима.

Мере отклањања последица од удеса (санација) представљају трећу фазу у управљању ризиком од удеса и циљ им је праћење ситуације после удеса, обнављање и санација животне средине, враћање у првобитно стање, као и , уклањање опасности од поновног настанка удеса.

Одлуку о отпочињању санације доноси координатор плана у општини, односно граду и то када се неконтролисано одвијање акцидента дефинитивно заустави, пожар угаси, опасност од даљих експлозија отклони и др. Потребно је планом дефинисати обим потребне санације, неопходна средства и снаге, програм постудесног мониторинга, начин обавештавања о стању на локацији и процену трошкова санације. Зато је неопходно предвидети начин евидентирања детаља о развоју акцидента и начин извештавања.

Мере за отклањање последица имају за циљ праћење постудесне ситуације, обнављање и санацију радне и животне средине, враћање у првобитно стање објеката, постројења и инсталација, као и уклањање опасности од евентуалног поновног настанка удеса. Мере отклањања последица удеса, између осталог, обухватају и израду: плана санације удеса и извештаја о удесу.

Зависно од врсте удеса, обима последица и могућих специфичности, План санације удеса обавезно мора да садржи следеће елементе: циљеве и обим санације, снаге и средства које је потребно ангажовати при санацији, програм постудесног мониторинга радне и животне средине (стање здравља људи и животиња), трошкове санације, начин обавештавања јавности о протеклом удесу.

Саставни део мера за отклањање последица удеса је израда стручног извештаја о удесу, који треба да садржи следеће елементе: анализу узрока и последица удеса, развој и ток удеса, као и предузете акције одговора на удес, процену величине удеса и штетних последица, анализу тренутног постудесног стања.

Ако удес првог нивоа тј. ниво опасних инсталација (негативне последице удеса су ограничене на део инсталација или целу инсталацију и не очекују се негативне последице по ширу околину) активира се и ангажује Координатор плана заштите на нивоу предузећа и Тим за координацију одговора на удес на нивоу предузећа и одмах обавештава републички инспектор за заштиту животне средине. Координатор плана одмах обавештава Центар за обавештавање општине и ангажује средства и капацитете предузећа на санирању удеса. Центар за обавештавање општине ставља у приправност Координатора плана заштите на нивоу општине и обавештава Центар за обавештавање округа (града). Координатор плана заштите на нивоу општине обавештава Тим за координацију одговора на удес на нивоу општине, као и учеснике одговора на удес на нивоу општине и руководство месне заједнице или општина.

Ако је удес другог нивоа тј. ниво индустријског комплекса (негативне последице удеса су захватиле један део или цео индустријски комплекс, али се не очекују негативне последице по ширу околину) активира се и ангажује Координатор плана заштите на нивоу предузећа и Тим за координацију одговора на удес на нивоу предузећа и одмах обавештава републички инспектор за заштиту животне средине. Координатор плана одмах обавештава Центар за обавештавање општине и Центар за обавештавање округа

(града) и ангажује средства и капацитете предузећа на санирању удеса. Центар за обавештавање општине активира и ангажује Координатора плана заштите на нивоу општине и обавештава Центар за обавештавање округа (града). Координатор плана заштите на нивоу општине активира и ангажује Тим за координацију одговора на удес на нивоу општине, као и учеснике одговора на удес на нивоу општине и узбуњује угрожене месне заједнице или општине. Центар за обавештавање округа (града) ставља у приправност Координатора плана заштите на нивоу округа (града) и обавештава Центар за обавештавање Републике. Координатор плана заштите на нивоу округа (града) ставља у приправност Тим за координацију одговора на удес на нивоу округа (града) и учеснике одговора на удес на нивоу округа (града) и Координатора плана заштите на нивоу Републике.

Ако је удес трећег нивоа, тј. ниво општине (негативне последице удеса су се са индустријског комплекса пренеле на околину и очекују се последице на делу или целој територији општине-града) активира се и ангажује Координатор плана заштите на нивоу предузећа и Тим за координацију одговора на удес на нивоу предузећа и одмах обавештава републички инспектор за заштиту животне средине. Координатор плана одмах обавештава Центар за обавештавање општине и Центар за обавештавање округа (града) и Центар за обавештавање Републике и ангажује средства и капацитете предузећа на санирању удеса. Центар за обавештавање општине активира и ангажује Координатора плана заштите на нивоу општине и обавештава Центар за обавештавање округа (града). Координатор плана заштите на нивоу општине активира и ангажује Тим за координацију одговора на удес на нивоу општине, као и учеснике одговора на удес на нивоу општине и узбуњује угрожене месне заједнице или општине. Центар за обавештавање округа (града) активира и ангажује Координатора плана заштите на нивоу округа (града) и ставља у приправност Центар за обавештавање Републике. Координатор плана заштите на нивоу округа (града) активира и ангажује Тим за координацију одговора на удес на нивоу округа (града) и учеснике одговора на удес на нивоу округа (града) и ставља у приправност Координатора плана заштите на нивоу Републике. Центар за обавештавање Републике ставља у приправност Координатора плана заштите на нивоу Републике. Координатор плана заштите на нивоу Републике ставља у приправност Тим за координацију одговора на удес на нивоу Републике и учеснике одговора на удес на нивоу Републике.

Ако је удес четвртог нивоа тј. регионални ниво (негативне последице удеса могу се проширити на територију више општина) активира се и ангажује Координатор плана заштите на нивоу предузећа и Тим за координацију одговора на удес на нивоу предузећа и одмах обавештава републички инспектор за заштиту животне средине. Координатор плана одмах обавештава Центар за обавештавање општине и Центар за обавештавање округа (града) и Центар за обавештавање Републике и ангажује средства и капацитете предузећа на санирању удеса. Центар за обавештавање општине активира и ангажује Координатора плана заштите на нивоу општине и обавештава Центар за обавештавање округа (града). Координатор плана заштите на нивоу општине активира и ангажује Тим за координацију одговора на удес и учеснике одговора на удес на нивоу општине и Координатора плана заштите на нивоу округа (града) и узбуњује угрожене месне заједнице или општине. Центар за обавештавање округа (града) обавештава Центар за обавештавање Републике. Центар за обавештавање Републике обавештава Координатора плана заштите на нивоу Републике. Координатор плана заштите на нивоу округа (града) активира и ангажује Тим за координацију одговора на удес и учеснике одговора на удес на нивоу округа (града) и Координатора плана заштите на нивоу Републике и узбуњује округ (град). Координатор плана заштите на

нивоу Републике активира и ангажује Тим за координацију одговора на удес на нивоу Републике и учеснике одговора на удес на нивоу Републике и обавештава Министарство заштите животне средине Републике.

Ако је удес петог нивоа тј. међународни ниво (удес је веома широких размера и његове негативне последице прете да се прошире ван граница Републике, па је неопходно укључивање надлежних савезних органа ради успостављања међународне сарадње у циљу предузимања адекватног одговора) активира се и ангажује Координатор плана заштите на нивоу предузећа и Тим за координацију одговора на удес на нивоу предузећа и одмах обавештава републички инспектор за заштиту животне средине. Координатор плана одмах обавештава Центар за обавештавање општине и Центар за обавештавање округа (града) и Центар за обавештавање Републике и ангажује средства и капацитете предузећа на санацију удеса. Центар за обавештавање општине активира и ангажује Координатора плана заштите на нивоу општине и обавештава Центар за обавештавање округа (града) и Центар за обавештавање Републике. Координатор плана заштите на нивоу општине активира и ангажује Тим за координацију одговора на удес и учеснике одговора на удес на нивоу општине и Координатора плана заштите на нивоу округа (града) и узбуњује општину. Координатора плана заштите на нивоу округа (града) активира и ангажује Тим за координацију одговора на удес и учеснике одговора на удес на нивоу округа (града) и Координатора плана заштите на нивоу Републике и узбуњује округ (град). Координатор плана заштите на нивоу Републике активира Тим за координацију одговора на удес на нивоу Републике и учеснике одговора на удес на нивоу Републике и обавештава Министарство заштите животне средине Републике и узбуњује део Републике. Министарство заштите животне средине Републике обавештава и информише Владу Републике и активира и ангажује ресорна министарства.

9.4.2. Елементи плана санације

Описни (дескриптивни) и графички приказ. Објекта. Распореда и површине простора и просторија; Ознака и намене просторија и њихове опремљености. Приступних путева за интервенцију (првенствених и алтернативних). Места са противпожарним уређајима и ватрогасном опремом, зидним хидрантима, апаратима и другим средствима за гашење пожара. Места са разводним електроормарима, лако запаљивим материјалима и другим изворима повећане опасности за настанак и ширење пожара у објекту. Других података корисних за заштиту од пожара. Графички приказ може бити и посебан прилог, као саставни део санационог плана.

Претпостављене последице.

Сценарио 1: Наступиле последице малог пожара, угашеног ручним ватрогасним апаратима и/или приручним средствима, у почетној фази, док је био малог интензитета горења, релативно ниске температуре и спорог ширења. У овом пожару захваћена је мала количина горивог материјала. (После пожара таксативно набројати предмете и материјале уништене и оштећене пожаром, као и просторију или просторије у објекту у којима се то десило).

Сценарио 2: Наступиле последице средњег пожара, угашеног од стране територијалне ватрогасне јединице јачине одељења или вода, док се био у фази раста ка разбуктавању, већ био релативно високе температуре и брзо се ширио. У овом пожару ватром је захваћена једна или више просторија у објекту и већа количина горивог материјала. (После пожара навести конкретно просторију односно просторије

захваћене пожаром, као и таксативно набројати предмете и друге материјале уништене и оштећене пожаром).

Сценарио 3: Наступиле последице великог пожара, угашеног од стране територијалне ватрогасне јединице јачине вода или чете, док је био у разбукталој фази, скоро максималног интензитета горења, високе температуре и велике брзине ширења. У овом пожару захваћен је кров, читав спрат, већи део подрумског простора или читав објект. (После пожара навести конкретно које просторије, односно простори су захваћени пожаром, као и таксативно набројати предмете и друге материјале уништене и оштећене пожаром).

Мере обухватају:

- Праћење ситуације после пожара.
- Израда извештаја о пожару за надлежне органе привредног друштва односно правног лица, који садржи: анализу узрока и последица пожара; развој и ток пожара и реаговања на пожар; процену величине пожара (мали, средњи или велики), с обзиром на стање под тачком И; процену штете, изражену у новчаним средствима; анализу тренутног стања.
- Израда оперативног плана којим се ближе одређују: циљеви и обим санације; снаге и средства ангажована на санацији, редослед њиховог коришћења и рокови; трошкови санације; круг субјеката, основни садржај и начин њиховог обавештавања о протеклом пожару.
- Санација, обнављање и враћање у првобитно стање (просторије, простора, објекта).
- Уклањање опасности од поновног избијања пожара.

Процена утицаја на живот и здравље људи. Утврђује се начин провере стање здравља запослених као и начин провере стања здравља других лица угрожених истим пожаром.

Процена утицаја на животну средину. Обухвата начин мониторинга радне средине и начин мониторинга животне средине (биомониторинга) око објекта (у случају великог пожара). За ове процене ангажују се овлашћене установе, односно правна лица.

Реализација плана. Носиоци обавеза по овом санационом плану су: одговорно лице; руководиоци организационих јединица; запослени оспособљени кроз основну обуку из области заштите од пожара; запослени из другог (овлашћеног) правног лица са којим је закључен уговор о ангажовању.

- Додатно за субјекте у *I* категорији угрожености од пожара: ватрогасна јединица; ватрогасци.
- Додатно за субјекте у *II* категорији угрожености од пожара: служба сталног дежурства; стручно оспособљена лица за спровођење заштите од пожара.
- Додатно за субјекте у *III* категорији угрожености од пожара: стручно оспособљена лица за спровођење заштите од пожара.

Начин реализације овог санационог плана: интервентне радње на отклањању и ублажавању директних последица пожара; техничке мере на отклањању последица и унапређењу заштите од пожара; организационе мере на отклањању последица и унапређењу заштите од пожара; радње на припреми техничке документације за обнову објекта (после великог пожара).

Динамика: рокови за реализацију овог санационог плана, односно за спровођење мера, утврђивање процена и извршење других обавеза које произлазе из овог санационог плана.

Средства за реализацију овог санационог плана: извори финансијских средстава; процена и прорачун потребних финансијских средстава; детаљна спецификација трошкова.

Приликом санације људство које учествује у санацији (акцији) се излаже опасностима споља. Продирање опасних материја у организам може бити кроз телесне отворе (преко респираторних и органа за варење) и преко коже. Контаминација може бити на површини живих организама, земљишту, води, предметима и објектима. Поред ових опасности људство може бити изложено топлотној и механичкој енергији од пожара и експлозија.

Постоји веома велики број опасних материја, и опасности за људе и животну средину зависе од различитих фактора, који само на основу самог тренутног догађаја не могу да се поуздано процене. Као параметри узимају се већ наведене особине опасних материја.

Класификација у ризичне групе у контексту припреме и планирања санације од стране специјализованих екипа је стога првенствено заснована на принципима опасности:

- Ризик који се очекује са стандардним средствима за гашење пожара уклапа се у ризичну групу *I*.
- Ризик, који вероватно захтева посебну додатну опрему, класификује се у ризичну групу *II*.
- Ризици који изискују специјалну опрему и спољне консултације, класификовани су у ризичну групу *III*.

Приликом употребе људства у свакој ризичној групи, мора се у обзир узети обученост. Према томе, све опасности које носе различите ситуације, у погледу мера заштите, сврстане су у три ризичне групе. Ако није могуће са сигурношћу проценити ризик обично се ризик сврстава у категорију већег ризика и када се ради о присуству више различитих опасних материја (узимају се у обзир и материје које могу настати услед сагоревања и хемијских реакција). Зависно од нивоа ризика употреба снага се ограничава.

Превоз опасних материја се врши у складу са посебним прописима, а тако су опасне материје класификоване и означене. Извршити класификацију у групе опасности није могуће у појединим случајевима. Током операције везане за санацију удеса у транспорту, све опасности су сврстане у *II* групу, сем када се ради о великим количинама, када се сврставају у *III* групу.

Приликом хемијског терористичког акта све опасности су сврстане у *III* групу. Потребно је напоменути да учествовање у санацији кад се ради о *III* групи ризика, довољно је само обученом и посебно опремљеном особљу, уз обавезно присуство управника магацина, инспекцијских органа, лекара и саветника. Због различитог степена опасности у току превоза опасним материјама се додељују налепнице које имају следеће значење: Паковање *I* групе: материје које представљају високу опасност.

Паковање *II* групе: материје које представљају средњу опасност; Паковање *III* групе: материје које представљају ниску опасност.

Сва лица која учествују у операцијама у областима ризичне групе *III* морају бити на поименичном списку. Свако нарушавање стања заштитне опреме или оштећења, ако

постоји сумња на контаминацију, повреде или контаминација током санације морају се документовати кроз записник од стране оперативног команданта и лекара. Ово се нарочито односи на канцерогене и мутагене супстанце. Ако се након санације јави обољење везано за врсту опасне материје која је санирана, документација мора бити доступна за учесника санације.

За припрему и извршење мисија и задатака санације неопходно је учешће стручних тела и стручних појединаца, а на основу њихове специфичне стручности, доносе се одлуке о опреми, објектима или другим средствима и на тај начин се јединицама које врше санацију даје подршка. Стручна тела могу бити, на пример: особље угроженог објекта; регулаторна агенција; пословни супервизори; органи за заштиту на раду; органи заштите животне средине; здравствене установе; органи рударства; органи водопривреде; месна заједница и одељења на нивоу општине, округа или региона; агенција за животну средину, завод за истраживање и испитивање и друге сличне установе на републичком нивоу; школе и универзитети; служба заштите биља; ветеринарска служба; цивилна заштита; завод за превенцију и лечење од тровања; хемијска индустрија; војска Србије; енергетске компаније и сл. Све наведене индустрије и службе треба да буду на располагању снагама које врше санацију.

Приликом употребе више јединица у санацији удеса већег обима, морају се усагласити следеће тачке: људство (нпр. ватрогасне и АБХО - специјалне јединице, консултант, обучени људи); образовање и обука; опрема (посебна опрема, возила); тактички приступ и узбуђивање и садејство. За области група опасности *II* и *III* прво се планира размештање. Размештање се планира у консултацији са власником објекта.

Поред опште информације планом треба дефинисати:

- захтеве за неопходно присуство специјализованих консултаната;
- границе подручја са групама опасности, и другим областима (нпр. контроле и/или ограничена подручја под заштитом, са посебним приступом на основу локације);
- савети о противпожарној опреми, средствима за гашење пожара, хидрантној мрежи и приступним и евакуационим путевима;
- имена, адресе, телефонске и факс бројеве од: регулаторних органа и техничких стручњака локалне фирме или посебно надлежног лица из окружења (нпр. месне заједнице), болнице и клинике и лекара специјалиста (нпр. за опекотине, тровање), предузећа, превозника, организације за производњу и дистрибуцију посебне опреме и објеката (нпр. резервоари, цистерне, песак, заптивни материјал, различита везива за чврсте површине или воде, као и за уља и киселине и сл.);
- могући алтернативни извори за снабдевање водом.

Специјална опрема. У циљу санације удеса са опасним материјама, поред опште опреме, заштита људства, које врши санацију изискује и употребу специјалне опреме. Ту опрему могу користити само обучене снаге. На основу задатка, обима санације и локације утврђује се употреба специјалне опреме, која мора бити тестирана, а начин употребе стриктно по упутству за употребу од стране произвођача. Специјална опрема подељена је на личну специјалну опрему и осталу специјалну опрему.

Процена ситуације у току санације. За процену ситуације на терену узимају се у обзир:

- количине и врсте ослобођене опасне материје,
- концентрације опасних материја,

- физичкохемијске особине опасних материја,
- хемијске реакције и формирања отровног облака,
- отпорност специјалне заштитне опреме на ослобођене материје,
- опасност од формирања експлозивне смеше са ваздухом,
- групе опасних материја (запаљиве, експлозивни, корозивне),
- уређај (објект) из кога су ослобођене опасне материје (танк, резервоар итд.).

Приликом процене ситуације првенствено је потребно извршити процену врсте и количине ослобођених опасних материја, односно неопходних параметара за унос у програмске пакете за процену повредивих зона и осталих параметара. Након тога потребно је извршити процену утицаја ослобођених опасних материја на људе, живи свет, неживу природу и материјална добра.

Постоје три основна извора информација: сопствена перцепција, непосредни извори информација (нпр. возачи, обучени појединци, документација, обележавање), детектоване опасности на радном месту од стране уређаја за континуирано праћење.

При процени се такође узима у обзир: степен угрожености околног становништва; могућност продора опасних материја у земљиште, воду, атмосферу као и у канализацију, подрумске просторије и сл.

Приликом процене ситуације у обзир се обавезно разматра тренутна метеоситуација, а касније временска прогноза.

У санацији удеса са опасним материјама може учествовати само обучено и оспособљено људство.

9.4.3. Деконтаминација

9.4.3.1. Појам РХБ деконтаминације

Различитом применом НХБ оружја може доћи до контаминације људства, наоружања, техничких средстава, моторних возила, земљишта, објеката, одеће и опреме, хране, воде, средстава личне и колективне заштите итд. Настала контаминација може довести до великих губитака у људству, отежати употребу наоружања и војне опреме (НВО), материјално-техничких средстава (МТС) и тиме умањити ефикасност вођења борбених дејстава. Поред директне опасности по живот и здравље људи, контаминација животне средине захтева употребу заштитне опреме и ограничава употребу контаминираних земљишта, објеката, комуникација, хране, воде, техничких средстава и опреме, што смањује нормалне људске активности.

Сврха деконтаминације је да се ефикасно одстрани или учини безопасним било који контаминант са којом људи и објекти могу бити контаминирани. Потреба за деконтаминацијом се треба смањити предузимањем адекватних мера за избегавање контаминације и предузимањем мера раног упозорења. Постојећа заштитна опрема мора поседовати својства лаке деконтаминације, што се реализује током процеса конструисања материјала. Превентивне мере и заштита такође минимизирају ефекте дејства контаминаната и смањују потребу за секундарном деконтаминацијом.

Радиолошка деконтаминација се може дефинисати као отклањање радиоактивних материја са контаминираних површина потпуно или до толерантних (дозвољених) граница контаминације. Уколико разматрамо радиоактивне материје као извор контаминације морамо водити рачуна о ком се контаминанту ради и времену његовог полураспада.

Хемијска деконтаминација је заснована на неутралисању или отклањању ВТС са контаминираних површина. То је специфичан процес који се спроводи након употребе хемијског оружја, односно ВТС. Потреба за деконтаминацијом се утврђује хемијском детекцијом, а затим се, узимајући у обзир постојаност детектованих ВТС, вредност и значај контаминираних објеката, врши хемијска деконтаминација. Ако детекција није могућа, онда се деконтаминација мора извршити и у случају најмање сумње да је дошло до контаминације.

Поред тога, деконтаминација је зависна и од времена и метеоролошких. Примера ради, уколико је контаминант депонован у дубље слојеве неког материјала, може бити десорбован из њега после одређеног времена. С друге стране, додавање супстанци које увећавају вискозност ВТС, њихово време задржавања и својство адхезије могу знатно отежати процес РХБ деконтаминације. Ове згуснуте агенсе ће стога бити теже деконтминирати јер су „налепљени“ на материјал и тешко се растварају.

Биолошка деконтаминација представља уништавање или отклањање инфективних микроба и продуката разлагања (распадања) са контаминираних површина. Ефикасност биолошке контаминације зависи од годишњег доба и временских услова.

У складу са свим наведеним, РХБ деконтаминација се може дефинисати као: „Скуп мера и поступака који се предузимају ради отклањања радиолошких, неутралисања и уништења хемијских и биолошких контаминаната са контаминираних површина, чиме се опасност са контаминираних површина или средина своди на дозвољене нивое контаминације“.

Сагледавајући савремене токове развоја друштва, науке и индустрије може се уочити да је све присутнија могућност избијања нуклеарних и хемијских удеса у миру, као и могућност терористичке примене материја РХБ дејством, штетним по здравље људи, биљни и животињски свет и животну средину. Да би ефекти НХБ контаминације били што мањи, поред ефикасне и правовремене детекције одређене опасности и заштите од исте, велики значај има и уклањање последица употребе НХБ оружја и удеса.

Незаменљив елемент уклањања последица је и спровођење РХБ деконтаминације применом одговарајућих поступака и материја за деконтаминацију.

И поред постојања ефикасних материја за деконтаминацију у свету и код нас се непрекидно ради на изналажењу нових материја за деконтаминацију које би биле ефикасније, универзалније и економичније, а уз што мање угрожавање животне средине. Истраживања и развој у наведеном правцу захтевају и одговарајуће методе испитивања у што реалнијим условима контаминације и деконтаминације, уз примену реалних контаминаната.

У условима извођења деконтаминације то може бити све што одлаже или смањује ефекте контаминације до дозвољеног нивоа. Сврха такве деконтаминације, је да смањи потребу за ношењем максималне индивидуалне заштитне опреме и да се смањи степен контаминације. Деконтаминација се спроводи у контролисаним условима и у основи има уклањање опасних супстанци из животне средине - у најбољем случају не испод дозвољених граница, већ испод детектабилне концентрације. Њен циљ је да се опрема може послати на оправку или упутити на одржавање без опасности по незаштићено људство.

Физичка деконтаминација често није пожељна, јер не решава проблем у целини, већ контаминант „премешта“ на другу локацију. Примена хемијски активних система који преводе токсичне материје у нетоксичне продукте представља најпоузданији прилаз. Након одлуке о хемијској разградњи, одмах се јављају питања о степену хемијске

разградње, добијеним продуктима и сл. Деконтаминација се не сматра потпуном уколико се не разгради више од 99,9 % високотоксичних супстанци (ВТС) до нетоксичних продуката.

Узимајући у обзир све ово, може се закључити да се циљ деконтаминације заснива на следећем:

- брзом и ефикасном отклањању контаминаната које могу довести до различитих облика контаминације;
- могућности правовремене и ефикасне деконтаминације представљају респектабилне факторе који могу умањити ефекте примене контаминаната;
- потребе за деконтаминацијом се морају минимизирати у смислу примене мера за избегавање контаминације и примене система за рано узбуђивање у случају НХБ опасности.

Процес РХБ деконтаминације спроводи се у више различитих фаза (етапа) и није га могуће стандардизовати. Могуће га је окарактерисати кроз неколико процеса:

- детекција и идентификација контаминаната;
- узорковање контаминаната ради свеобухватних анализа;
- одређивање граница КонЗ и изолација контаминираних области;
- дефинисање деконтаминационе стратегије (процедура);
- реализација деконтаминационих радова и
- провера ефикасности деконтаминације.

У циљу лакшег одређивања метода деконтаминације и избора одговарајућих материја за РХБ деконтаминацију, неопходно је да се објекти деконтаминације групишу на следећи начин:

- људи и животиње;
- материјално-техничка средства (наоружање, муниција, борбена и транспортна средства, авиони, бродови, машине, прибори, уређаји и инструменти);
- земљиште и објекти (путеви, пролази на земљишту, аеродроми, хелиодроми, командна места, осматрачнице, грађевински и фортификацијски објекти, ракетни положаји, артиљеријски положаји, санитетске станице итд.);
- храна и вода (људска и сточна храна, вода за пиће и техничка вода);
- одећа и опрема и
- ваздух.

Основне превентивне мере се заснивају на правовременој и правилној употреби средстава за личну и колективну НХБ заштиту, како би се смањили евентуални губици. Уколико дође до примене оружја за масовно уништавање неопходно је отклањање насталих последица. То подразумева специјалне поступке обраде јединица које обухватају РХБ деконтаминацију људства, наоружања, МТС, земљишта и објеката на њему, одеће и опреме, хране и воде, средстава личне и колективне заштите итд.

Стога, РХБ деконтаминацију чине снаге, средства, мере и поступци чија употреба и спровођење има за циљ благовремено отклањање контаминаната са контаминираних објеката, стварање повољних услова за наставак борбених дејстава и нормализацију живота и рада у условима примене НБХ оружја. То значи је циљ РХБ деконтаминације отклањање или умањење штетног дејства РХБ контаминаната на људе и друге објекте, ради преживљавања или успостављања готовости јединице захваћене РХБ контаминантима.

У области деконтаминације поступци могу обухватити све активности које одлажу токсично дејство агенса или га доводе на толерантан ниво. Сврха таквих поступака деконтаминације је да се смањи потреба за коришћењем највишег нивоа личне заштитне опреме и/или да смањи вероватноћа излагања различитим агенсима.

9.4.3.2. Подела РХБ деконтаминације

Поделу РХБ деконтаминације могуће је извршити према различитим критеријумима, у зависности од: врсте контаминације, врсте деконтаминације, обима извођења, извршиоца, објекта који подлежу деконтаминацији, средстава и снага за извођење, метода извођења, времена и начина деконтаминације. Подела РХБ деконтаминације приказана је у табели 9.3.

Табела 9.3. Подела РХБ деконтаминације

Р.бр.	КРИТЕРИЈУМ	ГРУПЕ		ОБЈАШЊЕЊЕ
1.	Општа подела	Природна		Природна разградња
		Техничка		Ангажовање људи и техничких средстава
2.	Према врсти контаминанта	Радиолошка		Уклањање радиоактивних контаминаната
		Хемијска		Уклањање или неутрализација хемијских контаминаната
		Биолошка		Уништавање биолошких контаминаната
3.	Према обиму извођења	Делимична		Уклањање најнепосредније опасности (лична или групна)
		Потпуна		Комплетно уклањање опасности (лична, групна или целокупног људства)
4.	Према објектима који подлежу деконтаминацији	Људи		Приоритет 1
		Техничка средства		Приоритет 2
		Земљиште и објекти		Приоритет 3
		Одећа и опрема		Приоритет 4 (опционо уништавање)
		Храна и вода		Приоритет 4 (опционо уништавање)
5.	Према средствима и снагама извођења	Примарна	Појединачна (лична)	Појединац, одмах након контаминације
			Групна	Мање групе на техничким средствима и возилима
		Завршна	На ДкСт јединица родова и служби	Локалне јединице на људству, опреми и возилима, применом локалних могућности
			на ДкСт јединица АБХСл	Специјализоване јединице на људству, опреми, возилима, објектима на земљишту, материјалу и одећи, специјалном опремом
6.	Према методама извођења	Физичка		Физичко уклањање ВТС адсорпцијом, прањем, растварањем или упаравањем
		Хемијска		Уклањање или неутрализација ВТС хемијском трансформацијом (деструкција/деградација)
		Механичка		Физичко прекривање да се избегне контаминација или механичко уклањање слоја контаминираних земље
		Комбинована		Комбинација физичке, хемијске и механичке методе, нпр. растварање уз хемијску разградњу

Као што се види из приказане табеле, РХБ деконтаминација према обиму извођења може бити делимична или потпуна.

У табели 9.4 је приказана зависност између објекта деконтаминације, метода деконтаминације и поступака и начина примене материја за РХБ деконтаминацију.

Табела 9.4. Зависност између објекта, метода деконтаминације и поступака и начина примене материја за РХБ деконтаминацију

Објекти који се деконтаминирају	Методe РХБ деконтаминације	Поступци и начини примене МДк
Површина МТС	Комбинована	Раствори за деконтаминацију у органском растварачу или води
		Водена пара
	Физичка	Растварачи или водени раствори материја за прање
		Топли ваздух
Земљиште и објекти	Физичка	Скидање контаминираног слоја
	Хемијска	Посипање чврстим МДк
	Комбинована	Раствори за деконтаминацију у органском растварачу или води
Одећа и опрема	Комбинована	Кување у растворима за деконтаминацију
		Водена пара са МДк у гасовитом стању
		Екстракција са МДк
Храна и вода	Физичка	Материјама за адсорпцију и филтрацију
	Хемијска	Чврстим, течним и гасовитим МДк
Ваздух	Физичка	Распршивање материја за адсорпцију
	Комбинована	Распршивање МДк
		Филтрација кроз филтер са адсорбентом и хемисорбентом

У зависности од врсте деконтаминације разликујемо природну и вештачку деконтаминацију.

Природна деконтаминација. Подразумева доминантан утицај фактора природног окружења: време, температура и влажност ваздуха, дејство Сунца, ветар, таложење у води итд.). Она подразумева природно распадање радиоактивних материја, отпаривање или упијање ВТС и разградњу биолошких агенаса. Ова деконтаминација је могућа у условима када има довољно времена, у условима неповољних метеоролошких и земљишних услова и када је вештачка деконтаминација нецелисходна. Примера ради, велике површине контаминираног земљишта се могу препустити природној деконтаминацији у условима када је деконтаминација нецелисходна и неефикасна, када се захтева велико ангажовање снага и средстава или ако се процени да је несврхисходно деконтаминирати оштећена и контаминирана МТС. Основни недостатак природне деконтаминације се огледа у томе што захтева релативно дуги временски период, повољне метеоролошке услове и дефинисан положај средстава.

Вештачка деконтаминација. Представља облик техничке деконтаминације, тј. скуп мера и поступака који се предузимају ради отклањања, неутралисања и уништења РХБ контаминаната са контаминираних површина. Она подразумева деконтаминацију различитих објеката и површина: људи, возила, МТС и других површина. Најделикатнији део се односи на валидацију одлуке о могућности поновног доласка у контакт са претходно деконтаминираним површином.

Мере које је неопходно предузети за деконтаминацију објекта у целини углавном зависе од облика и обима контаминације. Уколико се разматра деконтаминација у војном окружењу, често је због неопходности доношења адекватних одлука могуће присуство контаминације у мери дозвољених нивоа контаминације. Посебан проблем у реализацији деконтаминационих радова представља потреба деконтаминације унутрашњих површина зграда, возила и сл. Ове специфичности се могу груписати на следећи начин:

- неопходно је обезбедити довољно времена за потпуну идентификацију контаминанта и избор адекватног поступка деконтаминације;
- у случају постојања лако испарљивих једињења, један од најважнијих предуслова је стварање услова за добру вентилацију;
- у условима примене дуготрајних контаминаната неопходно је размотрити конструкцију контаминираниог објекта у целини и сврсисходност деконтаминације у целини;
- постојаност биолошких агенаса је, углавном, зависна од интензитета Сунчеве светлости, што је углавном могуће реализовати у деконтаминационим радовима;
- материје за деконтаминацију на бази оксидационих и хлорактивних материја поседују одлична деконтаминациона својства, али нису применљива за деконтаминацију осетљиве електронске опреме, па могу довести до њихове потпуне деструкције.

Све ове особености, као и деконтаминација спољашњих површина захтевају сложене припреме и одређене радње, које су приказане у даљем тексту.

9.4.3.3. Значајни параметри хемијских опасних материја за деконтаминацију

При удесима/хаваријама на хемијским постројењима и при транспорту ОпМат размере опасности одређују токсичност ОпМат и размере зоне простирања загађења. Основни физичко-хемијски показатељ који одређује опасну зону простирања ОпМат је фазно стање ОпМат при датим метеоролошким условима. Експерименти су показали да прскање резервоара са материјама у чврстом (нпр. једињења живе, арсена итд.) или течном стању (киселине, базе и слично) доводе до локалног деловања у месту удеса/хаварије или ближеј околини. Паре и гасови ОпМат се могу простирати и на десетине километара, што осетно повећава размере опасности.

За оцену могуће опасности од ОпМат при деловању у парној фази користе се различити параметри: ψ - степен токсичне опасности, $KVIO$ - коефицијент могућности инхалационог тровања и W - параметар токсичне опасности или Y_I фактор.

Степен токсичне опасности (ψ) неке хемијске материје зависи од максималне концентрације пара и C_{MD} те материје и израчунава се према једначини:

$$\psi = \log \frac{C_{\max}^{20}}{C_{MD}} \quad (9.1)$$

где су: ψ - степен токсичне опасности конкретне ОпМат и $C_{\max}^{20}$ - максимална концентрација гаса (паре) при 20 °C, $mg \cdot m^{-3}$.

Параметар $KVIO$ се израчунава према следећој једначини:

$$KVIO = \frac{C_{\max}^{20}}{LC_{50}} \quad (9.2)$$

где су: LC_{50} - средња смртна концентрација гаса (паре) у ваздуху при деловању на мишеве (време деловања од 1 до 4 h), $mg \cdot m^{-3}$.

Параметар W представља блиску аналогију са параметром $KVIO$, с тим што W представља општију карактеристику:

$$W = \frac{C_{\max} D_g^{\frac{2}{3}}}{D_{50}} \quad (9.3)$$

где су: D_g - коефицијент дифузије ОпМат у ваздуху, $m^2 \cdot s^{-1}$ и D_{50} - медијана доза која одговара одређеном степену тровања

При задатој температури ваздуха параметар W зависи само од величина које карактеришу физичка и токсична својства ОпМат.

9.4.3.4. Методе и поступци неутрализације опасних материја

За санацију последица хемијских удеса/хаварија могу бити искоришћене физичке, физичко-хемијске и хемијске методе као и њихове комбинације. Када ће се која метода применити зависи од конкретно постављеног техничког проблема и економских фактора.

За удесе/хаварије са испуштањем сабијених гасова, лако испарљивих течности или чврстих материја загађивање атмосферског ваздуха се јавља у виду образовања гасовитог или аеросолног облака. За ограничавање простирања примарног облака могу бити искоришћени: коагулација (кондензација), гасовити реагенси и катализатори, сорпција и хемисорпција. У метеорологији су разрађени математички модели понашања гасовитих и аеросолних облака, повезаних са деловањем материја, које ефикасно делују на кондензацију (кондензацију) аеросола. Изведена истраживања у овој области су нашла широку примену у пракси. За уклањање и неутрализацију штетних материја које су се разлиле као резултат удеса/хаварије, могу се користити водени, водено-органски раствори и различите дисперзне композиције (суспензије, емулзије, пене, прашкови).

Ефикасност неутрализације ОпМат воденим растворима може се повећати увођењем у њих хемијски активних додатака. За спречавање разливања токсичних материја и снижавање брзине испаравања широко се користе сорпциони материјали, изолујуће хемијске пене или филмови, а за уклањање остатака отровних материја широку примену су добили различити органски растварачи. У циљу боље ефикасности понекад се у раствараче уводе диспергатори, стабилизатори, адхезиви и сл.

За деконтаминацију различитих порозних површина и материјала зграда и индустријских објеката могуће је коришћење рецептура на бази суспензија, при чему присуство сорбента доприноси гашењу пожара на рачун изолације површине која гори, од околне средине. Локализација разливених већих количина течности изводи се путем постављања препрека од прашкастих материјала (песак, земља), уз касније претакање пумпама у слободни резервоар. Поред тога постоји могућност доспевања ових материја у канализацију или водотокове или образовања експлозивних и запаљивих смеша са ваздухом. Најцелисходнији начин уклањања разливених течности је њихово скупљање применом ручних пумпи. Ако то није могуће, место разливања треба посути порозним,

прашкастим или влакнастим материјалима уз касније уклањање материјала, заједно са упијеном течностју. У САД су извођена испитивања о разрази специјалних глина, које су способне да вежу и разграде органске материје, дејствујући при томе као органски катализатори при детоксикацији хемијских једињења.

За обраду различитих контаминаната на металним површинама примењују се емулзиони и микроемулзиони састави, који поред водене фазе, органског растварача, ПАМ садрже и хемијски активне додатке.

Једна од перспективних метода обраде контаминираних површина је примена деконтаминационих система у виду пена. Овај начин своди на минимум могућност испуштања ОпМат при њиховом разливању и омогућава да се знатно смањи утрошак деконтаминационе материје на рачун повећавања времена контакта пена са обрађиваним објектом. Ефикасност неутрализације ОпМат рецептурама на бази пена, која се обезбеђује увођењем хемијски активних додатака, могуће је повезати са њеном способностју за гашење пожара код чврстих и течних материја, а такође и за изоловање образованих пара токсичних материја.

Одређен број органских ОпМат може бити подвргнут биолошкој разградњи помоћу адаптираних микроорганизама. Постоје подаци како о биолошкој детоксикацији земљишта, тако и примери врло успешне биолошке оксидације у посебним базенима за одстојавање са активним муљем (разградња фенола, крезол, метакрилата итд.).

9.4.3.5. Средства за санацију удеса/хаварија са опасним материјама

За учешће у санирању удеса/хаварија са ОпМат могу се применити различита средства, од специфичних и наменских до приручних, која се налазе широко заступљена у привреди и домаћинству. Основне групе средстава која се могу користити у такве сврхе су следеће: моторне пумпе, ватрогасни бацачи, ватрогасна возила, ватрогасне цистерне, генератори пене, возила за деконтаминацију итд. У одређеним случајевима наведеним средствима могу се додати и други активни додаци за повећање ефикасности локализације и санације удеса/хаварије. Војна средства, аутоцистерне за деконтаминацију (АЦД) и аутоцистерне за воду (АЦВ) су нешто мањег капацитета али могу да користе и водене растворе хемијски активних материја (хипохлорити, алкалије итд.).

Интензивирање процеса расејавања облака са токсичним материјама у атмосфери, може се извести и снажним вентилаторима који, како приземним струјањем тако и самом аерацијом, знатно смањују ефекат токсичних материја. За такве сврхе успешно могу бити искоришћени и млазни уређаји за деконтаминацију засновани на ислуженим турбо-млазним моторима, који су постављени на обртне платформе са могућношћу убризгавања течности са активним додацима у струју топлог ваздуха. За стварање водених завеса могу се примењивати и посебни уређаји за распршивање, који се постављају на стационарне платформе које се размештају око постројења на нивоу земље, обично на 20 m од места могућег испуштања штетних гасова.

При разливању ОпМат даље од постројења где се оне производе (при транспорту и сл.), за неутрализацију могу се применити мобилни лафетни уређаји са млазницама, снабдени покретним пумпним уређајем. Овакво средство захтева да се у близини налази извор воде. У последњих десет година, за примену, како воде и водених раствора, тако и система за генерисање различитих пена, користе се посебно опремљени авиони. Тако се за локализацију хаварија са ОпМат на неприступачним местима могу користити хеликоптери *НТ-40* опремљен противпожарним ведром од

2000 dm^3 , као и авиони *GL-215*, "*Canadair*" и *M-18*, "*Dromader*", који се иначе користе за гашење пожара на таквим местима.

У одређеним случајевима (отровни гасови који са ваздухом не граде експлозивне смеше) за спречавање простирања контаминационих облака, могу се користити и димне (или ватрене) завесе образоване при сагоревању Добро заштићено људство, до приспећа погоднијих средстава, може локализовати удесе/хаварије и применом месних хидраната, а у случајевима када се ради о мањим проливањима ОпМат, могу се користити и приручна средства (виноградарске пумпе, системи за орошавање итд.).

За деконтаминацију терена контаминираног чврстим ОпМат могу се користити различита грађевинска средства (дозери, грејдери, скрепери итд.), која уклањају контаминирани, површински слој земљишта и пребацују га на посебна места, где се врши његово одлагање или накнадна неутрализација хемијским методама.

9.4.3.6. Мере безбедности при санацији удеса/хаварија с опасним материјама

Мере које се предузимају за случај удеса/хаварије на и ван територије где се производе ОпМат се јако разликују. Суштина је у томе, да су те мере на територији постројења у потпуности дефинисане, док је њихово увођење на широј територији у надлежности градских власти и обухвата низ организационих активности.

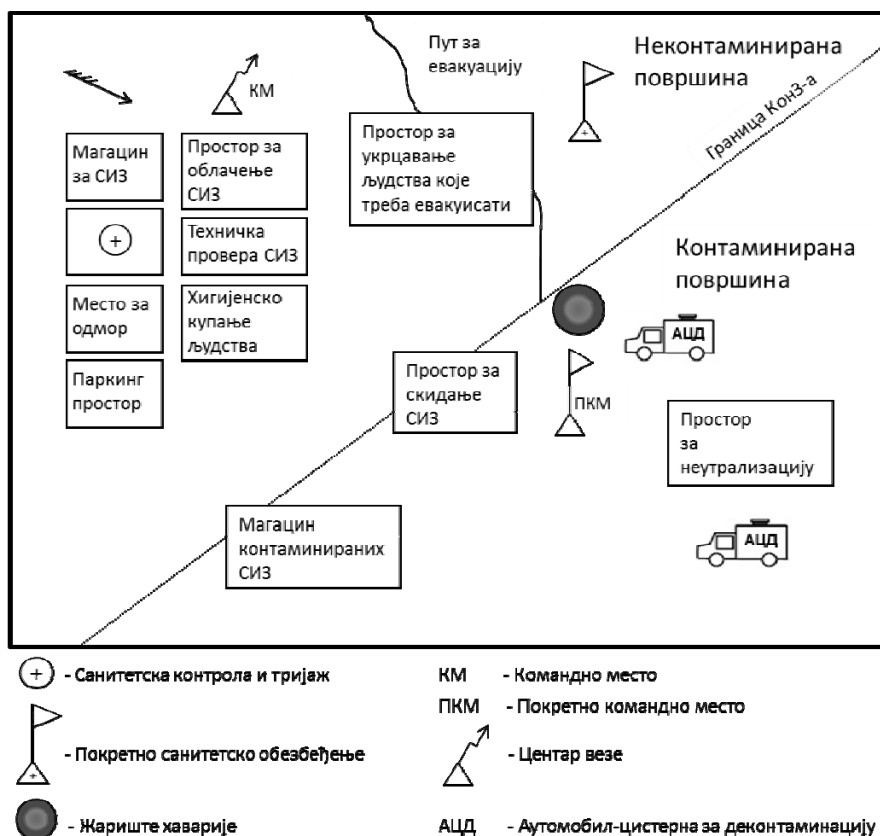
При насталим удесима/хаваријама руководиоца радова, заједно са осталим специјалистима, дужан је да предузме следеће активности:

- оцени хемијску ситуацију, одреди границе опасне зоне и предузме мере за спречавање даљег разливања и изолацију;
- обавести људе, који су подвргнути деловању токсичних материја и организује пружање прве помоћи;
- разради план санације хемијске контаминације, при чему треба да обухвати:
 - кратку карактеристику извора контаминације,
 - снаге и средства ангажована на санацији последица удеса/хаварије и редослед њиховог коришћења,
 - задатке посебних јединица,
 - редослед радова,
 - начин неутрализације,
 - организује контроле ефикасности деконтаминације земљишта, објеката околне средине, технике и транспорта,
 - организацију медицинског обезбеђења,
 - мере безбедности и
 - организацију руковођења и редослед доношења одлука о току радова.

Људство намењено за извођење радова у жаришту хаварије пролази обуку код специјалиста о редоследу испуњавања радова и мерама безбедности. Избор заштитне маске, филтара за заштитне маске и заштитне одеће одређује специјалиста у сагласности са задацима који се решавају.

Како су паре већине ОпМат око 1,5 до 3 пута теже од ваздуха и изазивају осиромашење кисеоником приземног слоја у низинама, увалама а нарочито у подземним објектима то у већини случајева радове на санацији је неопходно изводити коришћењем одговарајућих средстава за респираторну заштиту.

При раду на локализацији и санацији удеса/хаварија са ОпМат морају да постоје строге дисциплинске мере и посебан осећај одговорности. Сви послови у реону хаварије морају се изводити у групи или у крајњем случају у пару. Извођење свих радова мора бити у складу са локалним прописима о спречавању загађивања животне средине. За већину случајева може се узети да се у прихватне водотокове не сме испустити отпадна вода чији је рН нижи од 6 ни виши од 9, а у јавну канализацију отпадна вода чији је рН нижи од 5,5, нити виши од 9,5. При примени раствора за неутрализацију треба се руководити прихваћених правила о мерама безбедности при припремању деконтаминационих раствора. На слици 9.4 је приказана начелна шема локализације удеса/хаварије са ОпМат.



Слика 9.4. Шематски приказ организације радова у рејону ликвидације последица хаварије са ОпМат

Анализе многобројних удеса/хаварија, које су се одиграле на хемијским постројењима у целом свету, указују на неопходност брижљивог проучавања, уопштавања опита и разраде научно заснованих мера о цени ризика од појаве удеса/хаварије, спречавању удеса/хаварија и санацији последица. Решавање наведених проблема захтева непосредну сарадњу у оквирима, како регионалних тако и међународних програма, који укључују у себе и мере организационог, информационог, технолошког и еколошког карактера, при чему је најглавније да се спречи и искључи удес/хаварија. Један од путева решења треба да буде и разрада безбедних и једноставних поступака управљања технолошким процесима, који искључују примену високих притисака и температура, на рачун разраде високоактивних катализатора, такође и инхибитора нежељених реакција које су често узрок губитка контроле технолошког процеса. Овде су само размотрене основе санација последица удеса/хаварија при производњи на стабилним објектима и при транспорту ОпМат.

Правовремено и стручно деловање у тим условима захтева од специјалиста темељно познавање физичко-хемијских својстава наведених материја, основних реакција, неутрализације токсичних карактеристика ОпМат, као и могућности појединих поступака намењених за примену материја за неутрализацију. У том смислу, изложени материјал даје основне правце деловања и организације радова на санацији последица удеса/хаварија са ОпМат. Специјалиста у области хемијске безбедности неопходно је да поседује добру теоријску основу и експериментални рад на одговарајућем хемијском постројењу, као и специјалну припрему у конкретној области.

9.4.4. Снаге за санацију хемијских удеса

Активности и сам обим санације су у различитим ситуацијама веома велике. Да би се створио јединствен приступ и олакшала санација, са аспекта организације санације и употребе снага и средстава, оквирно се издвајају следеће оперативне структуре које се препоручују.

У зависности од обима санације, снаге санације могу бити само специјализоване ватрогасне екипе или снаге где се укључују и остали државни органи, па и војне јединице. Ватрогасна јединица може бити самостално ангажована за прве и основне мере или решавање проблема мањег обима са јасно ограниченим ризиком. Делови јединица се углавном употребљавају у целини, али у ситуацијама са јасно ограниченим ризиком могу се употребљавати самостално. Важно је напоменути да коришћење заштитних одела форме 2 и 3 није могуће без употребе јединица за деконтаминацију.

Командир јединице успоставља почетну одлуку о зони опасности. Његово место је ван зоне опасности. Зависно од ситуације, он треба да сарађује са надлежним лицима, прати распоређивање снага и првенствено је одговоран да обезбеди да људство не улази у зоне опасности без посебне опреме, као и да не дозволи излазак без адекватне деконтаминације. Вођа санације мора имати времена за друге снаге (барем једну јединицу за деконтаминацију) и стара се да постоји потребан број изолујућих апарата за замену. Прекида употребу уређаја након истицања десет минута у опасној зони. Командир јединице у консултацији са оперативним командантом одређује локацију места за деконтаминацију, и додељује задатке људству на месту за деконтаминацију. Он обезбеђује правилност паковања и етикетирања контаминираних материјала и остварује сарадњу са органима власти уколико постоји потреба за рашчишћавањем и додатним мерама.

Нападне снаге спашавају људство и врше заустављање ослобађања опасних материја (заптивање, паковање, истовар, техничку помоћ). Обавезно носе заштитну опрему, а вођа јединице обавезно на себи мора имати детектор и радиоуређај. Са вођом санације одржава радиовезу и обавештава га о врсти и количинама опасне материје. Врши даља испитивања и обавештава остале јединице. Снаге за допремање спремају потребну опрему и пружају помоћ јединицама које пролазе кроз место за деконтаминацију. Налазе се изван зоне опасности. Курири ојачавају и помажу нападну групу. У већини случајева је довољна специјализована јединица за деконтаминацију и не изискује ангажовање осталих структура.

Снаге за деконтаминацију обележавају место за деконтаминацију, делују унутар и ван њега, ако је потребно врше осветљавање. Врше деконтаминацију у складу са упутствима командира јединице. Ако је потребно, узимају и чувају доказе контаминације. Обезбеђују воду на месту за деконтаминацију.

9.4.5. Групе мера у санацији за поједине класе опасних материја

Ако се зна природа и карактеристике опасних материја, онда се сврставају у групе, а на основу група се и предузимају мере од стране снага које врше санацију. Мере подразумевају опасности које имају поједине класе опасних материја, специјалне мере и додатна упутства. Групе мера предузимају се у складу са класом опасних материја и морају бити прописане у раду снага. Тим мерама (има их осам, колико и класа опасних хемијских материја), зависно од класе опасних материја за учеснике акције, дефинисане су:

- опасности, нпр. група мера-1 (за експлозиве и експлозивне материје) дефинисане су опасности повређивања од комада материја разбацаног приликом детонације, могућност настанка отровних гасова и сл;
- специјалне мере подразумевају мере које предузима људство које врши санацију (нпр. заузети заклон приликом руковања шмрком, особље акције свести на минимум и сл.);
- додатна упутства, где је обавезно дефинисана величина црвене и зелене зоне (разликује се за сваку групу мера), на шта треба обратити посебну пажњу (нпр. војна упутства ако се ради о муницији и сл.).

Координациони тим за одговор на удес при складирању и руковању опасним материјама на основу врсте удеса и усвојених ставова сачињава следеће записе о достави извештаја: надлежној инспекцији рада, инспекцији заштите животне средине, инспекцији заштите од пожара, министарству надлежном за заштиту животне средине и другим органима и организацијама заинтересованим за стање животне средине.

Координациони тим за одговор на удес при складирању и руковању опасним материјама врши анализу и преиспитује изворе и узроке насталог удеса, утврђује функционалност Плана мера превенција, приправности и одговора на удес при складирању и руковању опасним материјама и преиспитује План. Уколико је одлука о функционалности негативна, приступа се ревизији и иновирању Плана мера превенција, приправности и одговора на удес при складирању и руковању опасним материјама.

Мере за отклањање последица од удеса при складирању и руковању опасним материјама имају за циљ праћење посудесне ситуације, обнављање и санацију радне и животне средине, враћање у првобитно стање, као и уклањање опасности од поновног настанка удеса.

Субјекти у помоћи на санацији последица од удеса при складирању и руковању опасним материјама у складу са проценом потреба су: организације специјализоване за управљање опасним материјама и рекултивацију и санацију земљишта. За случај настанка хемијског удеса ове организације садејствују са осталим специјализованим јединицама са нивоа локалне заједнице и ангажују се на санацији последица насталих удесом.

За санацију последица од пожара ангажују се следеће јединице и службе: територијална ватрогасна јединица, одговарајуће службе МУП, службе хитне помоћи Медицинског центра. Задатак поменутих јединица и служби је збрињавање повређених, евакуација и спашавање људи и материјалних добара из угроженог простора, регулисање саобраћаја, сузбијање насталог и спречавање настанка других пожара и рашчишћавање и санација згаришта.

За санацију последица од изливања и растурања течних материја потребно је ангажовати следеће службе и јединице: комуналне службе општине, одговарајуће службе МУП, овлашћену институцију за испитивање квалитета отпадних вода, специјализоване службе Института за пољопривреду.

Задатак поменутих служби и јединица је да спречи даље изливање опасних материја, да спречи продор ових материја у околну земљиште и канализациону мрежу, прикупљање расутих количина и апсорпцију преосталих количина одговарајућим материјалом (земља, песак, шљунак, дрвена струготина), као и контрола квалитета отпадних вода, за време и након удеса и загађење животне средине.

За санацију последица од емисије опасних гасова и испарења треба ангажовати и укључити следеће службе: специјализовану службу за еко-токсиколошки мониторинг; специјализоване службе завода за заштиту здравља; инспекцијску службу; завод за јавно здравље.

Задатак поменутих служби је да изврше идентификацију, анализу, процену и вештачење насталих штета и утврде стварно стање утицаја прекомерних концентрација опасних материја на животну средину и дају предлог мере за смањење даљег загађења животне средине.

Након настанка и санације удеса, неопходно је сачинити извештај о удесу који се доставља по потреби извршним органима општине, инспекцијским органима и надлежном министарству и сачине извештај са предлогом мера за санацију и заштиту. Извештај се дефинише у складу са одговарајућом процедуром. Извештај о удесу при складирању и руковању опасним материјама садржи:

- анализу извора, узрока и последица удеса при складирању и руковању опасним материјама;
- развој и ток удеса и одговора на удес при складирању и руковању опасним материјама;
- процену величине (нивоа) удеса при складирању и руковању опасним материјама;
- анализа тренутног стања и прогноза даљег тока.

10. УЛОГА ЛОКАЛНЕ ЗАЈЕДНИЦЕ У ИНТЕГРИСАНОМ СИСТЕМУ РЕАГОВАЊА У ВАНРЕДНИМ СИТУАЦИЈАМА У СРБИЈИ

Обавезе и надлежности локалне самоуправе за деловање у разним удесним ситуацијама и посебно за спречавање настанка ванредних ситуација су бројне и тичу се разних области. Како се закони који регулишу ову област мењају током времена, одговорности и надлежности локалних самоуправа у односу на републичке органе се мењају, посебно у сегментима који се односе на финансирање превентивних мера, као нпр. одржавање инфраструктуре.

До данас није објављен ниједан приручник или материјал који би систематски представио све обавезе и указао локалним самоуправама на измене у уредбама и законима. Управо указивање локалним самоуправама на измене у регулативи које утичу на општинско управљање ванредним ситуацијама може бити један од задатака новог сталног тела на националном нивоу. Министарства одбране и унутрашњих послова су саставили листу закона који су од велике помоћи ка стварању свеобухватне базе података. Цивилна заштита је објавила збирни Преглед законске регулативе која се односи на заштиту и спасавање становништва, материјалних и других добара, док је на свом веб сајту Сектор за заштиту и спасавање објавио Листу закона, уредби, правилника и стандарда.

10.1. ОРГАНИЗАЦИОНА СТРУКТУРА СИСТЕМА

У случају масовне несреће, хитне службе (полиција, ватрогасци, хитна помоћ, цивилна заштита, војска итд.) које су због природе посла у сталном стању приправности и могућности да прве реагују, активирају друге службе и локалну заједницу у целини.

Национални план даје водећу улогу друштвеној заједници. Друштвена заједница сноси у највећем броју случајева одговорност за збрињавање и има највише служби и људства који могу да реагују непосредно после удеса. Друштвена заједница то чини преко Савета за безбедност, Кризног штаба и службе за ванредне ситуације на основу Закона о ванредним ситуацијама Републике Србије.

Савет за безбедности је стално тело које се периодично састаје, води бригу о глобалним проблемима везаним за безбедност и деловање у акцидентним ситуацијама. Чланови савета су представници полиције, ватрогасне службе, хитне медицинске помоћи, болнице, војске, представници медија, судства, просвете... Задаци савета су дефинисање безбедносних проблема и ризика, одређивање превентивне стратегије, подела овлашћења и подношење извештаја. У случају катастрофа, кризних ситуација делује као стратешки кризни штаб.

Кризни штаб је уже оперативно тело, састаје се периодично и у ванредним ситуацијама. Има своје стално језгро, а по потреби се укључују и стручњаци разних профила. У случају несреће делује као тактички кризни штаб. Репрезент кризног штаба је служба 112.

Службе за хитне интервенције су јавни сервис за грађане локалне заједнице и координациони сервис између градских служби и кризног штаба. У већини европских

земаља грађани службу за интервенције могу добити позивањем јединственог броја 112 или броја 112 и посебних бројева за ватрогасце (193), полицију (192), хитну помоћ (194). Овај други начин се показао бољи у пракси јер долази до мањег загушења телефонских линија. За наше прилике сматрамо да је постојање јединственог броја 112 и посебних бројева 192, 193, 194, погодније јер су ти бројеви одомаћени у грађанству због дуге употребе. Служба 112 има комуникацију са свим релевантним службама и организацијама за збрињавање у несрећама и комуникацију са вишим нивоом.

Задаци службе за хитне интервенције су: банка података за кризни штаб и хитне службе, информативна улога у реалном времену према грађанима, хитним службама града, савету за безбедност, градоначелнику, кризном штабу..., координациона улога, превентивна улога, друштвена заједница на државном нивоу. Влада са својим министарствима има главну улогу у припреми, планирању, финансирању, руковођењу и отклањању последица ванредних догађаја.

Водеће министарство одређује влада. Тако да то министарство може унапред да планира своје активности и буде спремно за деловање одмах по избијању ванредног догађаја. Најчешће су то Министарство Унутрашњих Послова, Министарство Здравља, Министарство Одбране. Избор водећег министарства се базира по следећим принципима у зависности од:

- типа ванредног догађаја (обично постоји веза између свакодневних активности министарства и ванредног догађаја);
- приступа информацијама које су битне за тип ванредног догађаја;
- сарадње са организацијама, агенцијама и службама које су релевантне за тај тип догађаја.

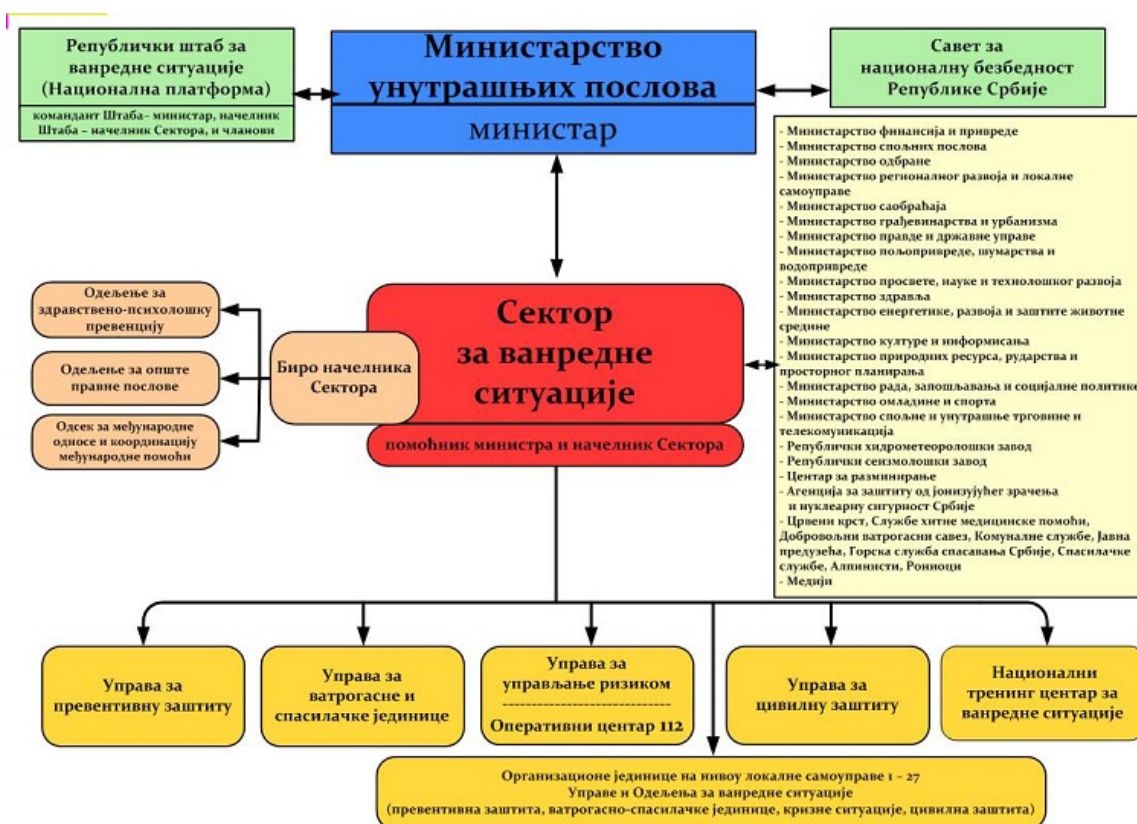
Идеја којом су се објединиле све активности усмерене на заштиту живота, здравља и имовине грађана, очување услова неопходних за живот и припремање за превладавање ситуација у условима пожара, елементарних непогода, дејстава опасних материја и других стања реализована је 2009. године, када је у оквиру Министарства унутрашњих послова формиран *Сектор за ванредне ситуације*.

Тежиште рада Сектора за ванредне ситуације је јачању институционалних структура и капацитета за превентивно деловање у случају ванредних ситуација.

Организациона шема система за управљање ризиком у ванредним ситуацијама у Републици Србији приказан а је на слици 10.1.

Према Закону о ванредним ситуацијама **Републички штаб за ванредне ситуације** представља оперативно, стручно тело које образује Влада и у чијој надлежности су послови координације и руковођења заштитом и спасавањем у ванредним ситуацијама. Републички штаб чине министар унутрашњих послова као командант Штаба, начелник Штаба (који је по функцији начелник Сектора за ванредне ситуације) и чланови Штаба. Чланови Републичког штаба су: чланови Владе, министри и њихови сарадници у чијем делокругу су послови из области државне управе и локалне самоуправе, одбране, здравља, пољопривреде, водопривреде и шумарства, рада и социјалне политике и заштите животне средине, спољних послова, саобраћаја и телекомуникација, грађевине, рударства, енергетике, информисања, финансија, трговине и услуга, као и стручни радници Министарства унутрашњих послова, Војске Србије, Црвеног крста Србије и Горске службе спасавања Србије. Такође, чланови Штаба су представници Републичког хидрометеоролошког завода Србије и Републичког сеизмолошког завода, јавних предузећа и других правних лица, хуманитарних организација, удружења

грађана и установа у чијем делокругу су послови од значаја за заштиту и спасавање у ванредним ситуацијама. Стручне, оперативне и административно-техничке послове за потребе функционисања Штаба, врше организационе јединице Сектора за ванредне ситуације.



Слика 10.1. Организациона схема система за управљање ризиком у ванредним ситуацијама у Републици Србији

Сектор за ванредне ситуације организује и спроводи активности у циљу заштите живота, здравља и имовине грађана, очувања услова неопходних за живот и припремања за превладавање насталих ситуација у условима елементарних непогода и техничко-технолошких акцидената и других стања опасности које су резултат природних и антропогених фактора.

Сектор за ванредне ситуације обавља послове нормативне, управне, организационо-техничке, превентивне, превентивно-техничке, образовне, информативно-васпитне и друге природе за организовање, планирање, спровођење, контролу мера заштите живота, здравља и материјалних добара грађана, очувања услова неопходних за живот и припремање за превладавање ситуација у условима пожара, елементарних непогода техничких и технолошких несрећа, дејстава опасних материја и других стања.

Према Закону о ванредним ситуацијама, деловање у ванредним ситуацијама представља заједничку активност Сектора за ванредне ситуације и представника локалне самоуправе у циљу једноставнијег и бржег реаговања у таквим ситуацијама. Улога Сектора је да координира активности свих државних институција у заштити и спасавању људи и њихове имовине. С тим у вези, основни циљ Сектора за ванредне ситуације је даље унапређење службе и јачање институционалних структура и капацитета за превентивно деловање и минимизацију ризика.

Управа за превентивну заштиту има за циљ да обједини све превентивне активности на заштити живота, здравља и имовине грађана. Она је надлежна за инспекцију и контролу објеката са становишта заштите од пожара и експлозија где су укључене и активности одобрења локација, техничке документације и техничког пријема објеката у изградњи, инспекцијског надзора објеката у експлоатацији са становишта заштите од пожара и експлозија. Управа је надлежна и за вршење надзора у производњи, промету и превозу запаљивих и експлозивних материја, као и за вршење увиђаја у случају пожара или експлозија. Основа деловања Управе за превентивну заштиту је Закон о заштити од пожара. Структура Управе за превентивну заштиту је приказана на слици 10.2.



Слика 10.2. Структура Управе за превентивну заштиту

Управа за ватрогасне и спасилачке јединице координира рад и употребу ватрогасно-спасилачких јединица на целој територији Републике Србије. Ватрогасно-спасилачке јединице прве реагују у заштити и спасавању људи, материјалних и културних добара у случају елементарних непогода, техничко-технолошких несрећа – удеса и катастрофа. Ове јединице уско сарађују са другим организационим јединицама Министарства унутрашњих послова – Дирекције полиције (Жандармерија – одреди и Ронилачки центар Жандармерије, Хеликоптерска јединица, Управа саобраћајне полиције и др.), Војском Србије, заводима, центрима, агенцијама и другим службама, уколико постоји потреба за њиховим учешћем у циљу заједничког одговора у ванредним ситуацијама. Структура Управе за ватрогасне и спасилачке јединице приказана је на слици 10.3.



Слика 10.3. Структура Управа за ватрогасне и спасилачке јединице

Управа за управљање ризиком је носилац израде *Процене ризика од удеса* (техничко-технолошких несрећа), која је саставни део *Националне процене угрожености*. Сектор преко Управе за управљање ризиком организује рад свих центара за осматрање, обавештавање и узбуњивање у којима се прикупљају и обрађују подаци о стању у областима битним за систем заштите и спасавања на територији Републике Србије –

непрекидно (24 часа). Управа врши координацију активности у ванредним ситуацијама и пружа стручну помоћ штабовима за ванредне ситуације и осталим учесницима у заштити и спасавању људи и материјалних добара у ванредним ситуацијама (Слика 10.4)



Слика 10.4. Структура Управе за управљање ризиком

У оквиру ове управе формирано је *Одељење за противградну заштиту* и *Одељење за методологију модификације времена*.

Такође у оквиру ове управе, формирано је пет специјалних регионалних тимова за спасавање у случају земљотреса и рушевина који су распоређени у Београду, Новом Саду, Нишу, Краљеву и Ваљеву а чине их припадници Жандармерије и Сектора за ванредне ситуације.

У Републици Србији не постоји јединствени број који грађани могу да позову у хитним случајевима, већ свака од хитних служби има свој број и диспечерски центар (192 - полиција, 193 - ватрогасци, 194 - хитна помоћ), чија је координација недовољно ефикасна. Такође, систем идентификације/лоцирања позиваоца није функционалан (што отежава брзо реаговање хитних служби) и није добро развијена база података за праћење свих опасности, догађаја, ванредних ситуација и катастрофа.

Управа за цивилну заштиту је носилац израде *Националног плана заштите и спасавања у ванредним ситуацијама* и дела *Националне процене угрожености*. Такође, Сектор преко ове Управе врши формирање и опремање специјализованих јединица цивилне заштите (тимова за спасавање из рушевина, за спасавање на води и под водом, за РХБ заштиту, за спасавање са висина и дубина, за збрињавање, за прву медицинску помоћ и др.). У оквиру Управе за цивилну заштиту постоји посебно *Одељење за заштиту од неексплодираних убојних средстава*, које врши уништавање неексплодираних убојних средстава.

Цивилна заштита је изнад свега организација одговорна за сагледавање и припремање за заштиту у ванредним ситуацијама, дефинисање стратегије заштите и спасавања, развијање повратних информација заснованих на искуству итд. Цивилна заштита има саветодавну улогу коју реализује као технички саветодавац државе у вези са заштитом од катастрофа (Слика 10.5).



Слика 10.5. Структура Управе за цивилну заштиту

Јединице цивилне заштите (специјализоване јединице и јединице опште намене) формирају се, опремају и оспособљавају као оперативне снаге за извршавање задатака цивилне заштите. Ове јединице образују се у складу са *Проценом угрожености за Републику Србију*.

Национални тренинг центар за ванредне ситуације, обезбеђује и спроводи обуку и стручно усавршавање свих структура система заштите и спасавања за припрему, планирање и реаговање у ванредним догађајима и ситуацијама у складу са Законом и европским стандардима (Слика 10.6.) .



Слика 10.6. Структура Националног тренинг центра за ванредне ситуације

Управа за ванредне ситуације у Београду обавља послове нормативне, управне, организационо-техничке, превентивне, превентивно-техничке, образовне, информативно-васпитне и друге природе за организовање, планирање, спровођење, контролу мера заштите живота, здравља и материјалних добара грађана, очувања услова неопходних за живот и припремање за превладавање ситуација у условима пожара, елементарних непогода техничких и технолошких несрећа, дејстава опасних материја и других стања опасности већих размера које могу да угрозе здравље и животе људи и животну

средину или да проузрокују штету већег обима, и послове пружања помоћи код отклањања последица (смањивање и санацију) проузрокованих у ванредним ситуацијама (Слика 10.7).



Слика 10.7. Структура Управе за ванредне ситуације у Београду

Усвајањем *Уредбе о саставу и начину рада штабова за ванредне ситуације* створена је законска основа за образовање штабова на свим нивоима – од републичког до нивоa јединица локалне самоуправе.

Координационо тело владе (КТВ) формира Влада и његов задатак је координација међу министарствима, окрузима, агенцијама и осталим учесницима у збрињавању ванредних догађаја стратешког нивоa. Улоге КТВ-а је:

- процењује тренутне потребе и обезбеђује њихову логистику и финансирање;
- прави процену за најгори ток ситуације;
- координише рад међу министарствима;
- координише рад између министарстава и других служби и организација које учествују у збрињавању;
- олакшава рад водећем министарству тако што координише рад између округа који учествују у збрињавању и
- даје ауторизоване (од стране Владе) информације о току догађаја.

Службе које учествују непосредно у отклањању ванредног догађаја

- **Полиција** - координира све активности на и око места догађаја. Спасовање живота и безбедност је приоритет, затим обезбеђивање лица места за рад осталих служби.
- **Ватрогасна служба** (служба за заштиту и спасавање) - примарна улога ове службе се састоји у спасавању људи захваћених пожарима, поплавама, земљотресом као и заробљених у грађевинама, рушевинама...
- **Хитна медицинска помоћ** - има можда и најважнију улогу у катастрофама јер пружа примарну здравствену негу на лицу места.
- **Војска** - помоћ војске се огледа у помоћи у људству и техници, прикупљању информација из ваздуха, са терена и достављене кроз комуникациони систем

дају јасну слику величине, обима несреће. Техничка помоћ се огледа у поседовању возила и опреме за рад у теренским и неповољним условима као и залихе хране које могу бити брзо достављене. Додатно људство чине специјално обучени тимови за потребе деконтаминације и тражења повређених.

- **Комуникацијски системи** - добра комуникација је кључ за постизање ефективног одговора. Комуникације у случају катастрофе се ослањају на коришћење постојећих система и рутинске праксе. У кризним ситуацијама се мора омогућити интегрисање свих постојећих комуникационих система у један систем који чине: радио везе, фиксна телефонија, мобилна телефонија, факс, интернет комуникација, географски информациони системи (GIS), банке података, телевизијске и радио станице.
- **Медији** - напредком технологије медији постају значајан фактор у протоку информација од места несреће до јавности. Информисање мора бити тачно и прецизно да се не би у јавности стварала паника нетачним и непровереним информацијама.
- **Волонтерске организације** (Црвени крст, невладине организације, групе грађана, верске организације и остале) - у случају катастрофе се морају ставити под контролу професионалних организација.
- **Цивилна заштита** - подразумева организације и активности које се спроводе у циљу заштите људских живота и добара, а нису под контролом војске.

Циљеви заједничког одговора свих служби су: сачувати и штитити људске животе; умањити патњу; заштитити имовину; дати јавности праве информације; ограничити ширење несреће; подићи хитне службе на одговарајући ниво; заштитити здравље и животе спасилаца; заштитити природну околину; вратити стање на нормално у најкраћем временском периоду ; анализирати ток збрињавања, уочити грешке и извући поуке

10.2. ОБАВЕЗЕ И ИНГЕРЕНЦИЈЕ ОРГАНА ЛОКАЛНЕ САМОУПРАВЕ И ДРУГИХ АКТЕРА У ХЕМИЈСКОМ УДЕСУ

Влада Републике Србије активно учествује у раду међународних владиних и регионалних организација које се баве управљањем у удесним ситуацијама и смањењем ризика од удеса и прихвата заједничку спремност за деловање које проистиче из таквих аранжмана. Чланство Србије у Партнерству за мир је вероватно најпознатији такав пример. Кроз Партнерство за мир, Србија је повезана са Евро-Атлантским Координационим Центром за реаговање у ванредним ситуацијама, који организује тренинге и показне вежбе. Друга предност чланства Србије у Партнерству за мир је да може захтевати хитну помоћ при реаговању у елементарним непогодама.

Влада такође спроводи на међународном плану активности на пољу унапређења управљања ванредним ситуацијама и смањења ризика од несрећа о којима се мање зна. На пример, Србија активно учествује у Иницијативи за Спремност и Планирање у Ванредним Ситуацијама Пакта за Стабилност и у октобру 2005. је била домаћин регионалног скупа у Београду. Такође, као чланица Савета Европе, Србија већ годинама учествује у консултацијама и састанцима Споразума о Великим Несрећама у Европи и Медитерану.

Влада Србије и Црне Горе је 2004. године преко министарства одбране приложила Уједињеним Нацијама „Национални извештај о напредовању смањења ризика од

елементарних непогода и несрећа изазваних људским фактором“, као део настојања Србије да, попут многих других држава у свету, подигне квалитет спремности и реаговања у акцидентним ситуацијама. Извештај описује потребе и изазове и у закључку даје преглед могућих модела решавања постојећих ситуација.

У јануару 2005. године Србија је, као многе чланице Уједињених Нација потврдила своју решеност да настави активности у циљу смањења ризика од катастрофа усвајањем Кјото Декларације и Акционог Плана УН за подизање приправности држава и заједница на катастрофе, усвојених на Светској конференцији о смањењу ризика од катастрофа у Јапану. Једна од ставки у декларацији је посебно значајна за активности на локалном нивоу и она гласи: „Слажемо се да је подизање нивоа капацитета заједнице да умањи ризик од катастрофа (удеса) посебно потребно на локалном нивоу, имајући у виду да одговарајуће мере које се на смањењу ризика спроводе на том нивоу омогућавају заједницама и појединцима да у великој мери умање сопствену рањивост од несрећа“ (Тачка 4. Кјото декларације, јануар 2005.)

Кјото оквир за деловање је направљен у циљу изградње приправности држава и заједница за деловање у ванредним ситуацијама. Приправност је концепт који се налази у средишту Кјото протокола и дефинисана је као *„способност система, заједнице или друштва које је потенцијално изложено катастрофи да се прилагоди супротстављањем или променама како би се достигао и одржао прихватљив ниво функционисања и структуре. Ово је одређено степеном у коме су друштвени системи способни да се самоорганизују ради повећања способности учења из прошлих катастрофа а у циљу боље заштите у будућности и побољшању мера за смањење ризика“*.

У циљу постизања веће приправности за деловање у ванредним ситуацијама, заједница може предузети следеће кораке, како је то описано у Кјото оквиру:

- обезбедити да смањење ризика од катастрофа буде локални приоритет са снажном институционалном подршком у примени;
- препознаје, процењује и надгледа ризике од катастрофа и развија системе за рано упозорење;
- користи знање, иновације и образовање у грађењу културе безбедности и приправности;
- умањи дубинске факторе ризика и
- ојача спремност за катастрофе у циљу ефикасног реаговања.

Такође Хуманитарни центар Руске федерације у Нишу формиран је да пружа помоћ у ванредним ситуацијама у Србији и региону.

На локалном нивоу ови кораци подразумевају конкретне активности и институционализацију управљања ванредним ситуацијама и умањење ризика од катастрофа. Њихово место је у контексту Стратегије одрживог развоја која препознаје важност политичких, друштвених, културних, економских али и фактора животне средине. У том смислу, све општине у Србији се разликују: по опасностима које прете, ресурсима којима располажу, стручним проценама на терену, политичкој ситуацији итд. Управљање ванредним ситуацијама и смањење ризика од удеса морају бити прилагођени потребама сваке општине, привлачећи јавно- приватна партнерстава кад год је то могуће и са посебним освртом на ефекте које смањење ризика од катастрофа може имати на економски развој и смањење сиромаштва.

С обзиром да све општине у Србији имају исти циљ, тимови за управљање ванредним ситуацијама широм Србије развијају и размењују, заједно са представницима министарства и републичких органа, примере најбоље праксе из свог окружења. У том смислу, заједнички напори доприносе повећању приправности у свакој општини и истовремено помажу да се дође до квалитетних решења за изазове описане у „Националном извештају о напредовању смањења ризика од елементарних непогода и несрећа изазваних људским фактором“ и надамо се, новој националној стратегији или законском оквиру.

С обзиром на различит приступ заштите од удеса на локалном нивоу у земљама Уједињене нације преко свог програма за заштиту животне средине (*UNEP*), а у сарадњи са међународним организацијама *CEC*, *OECD*, *WHO*, стручним и невладиним организацијама, припремиле су Приручник о обавештености и приправности за акциденте на локалном нивоу (*APELL - Awareness and Preparedness for Emergencies at local Level*), који се може сматрати као међународно стандардизован приступ за одговор на технолошке акциденте на локалном нивоу.

APELL је програм *UNEP* намењен за помоћ владама, локалним управама, руководиоцима и стручњацима у предузећима у циљу обавештености и припреме планова за одговор на удесе који би могли да угрозе животе људи, имовину и животну средину. То, међутим, не значи да *APELL* треба да замени или да се меша у постојеће националне прописе о заштити од технолошких акцидената.

Основни циљеви *APELL* су:

- да обезбеди информације угроженим члановима локалне заједнице о опасностима које прете од индустријских операција у њиховом суседству и мерама које су предузете да се смањи ризик;
- да проверава, ажурира и успоставља планове одговора на акцидент на локалном простору;
- да повећа степен укључивања локалне индустрије и планове локалне заједнице у заједнички план;
- да омогући укључивање чланова локалне заједнице у припрему, проверу и спровођење тог плана.

Учесници *APELL* су:

- на националном плану-државни органи који су одговорни: за планирање, индустрију, заштиту животне средине, безбедност и здравље на раду, јавне службе и други;
- на локалном нивоу-органи локалне управе, власници и руководиоци предузећа, субјекти система заштите локалне заједнице, интересне групе, невладине организације, средства јавног информисања и други.

У интересу директне и блиске сарадње као и изградње јединственог приступа међу учесницима у одговору на акцидент, *APELL* предвиђа формирање локалних координационих група као посредника између индустрије и локалне заједнице. У спровођењу процеса за одговор друштвене заједнице на технолошке акциденте неопходно је:

- идентификовати учеснике у одговору на акцидент и утврдити њихове улоге, снаге и задужења;
- испитати опасности и ризике који могу изазвати акциденте већих размера;

- преиспитати постојеће планове заштите различитих учесника у одговору на акцидент и проверити колико ти планови доприносе координираној акцији;
- утврдити потребне задатке у одговору који нису обухваћени постојећим плановима;
- задатке доделити учесницима који их најбоље могу извршити;
- извршити неопходне промене за унапређење постојећих планова и интегрисати их у општи план локалне заједнице;
- након усаглашавања израдити коначан план, на који треба додати сагласност локалне управе;
- приступити обучавању свих субјеката система заштите који учествују у спровођењу плана и обезбедити да сви учесници буду увежбани за одговор на удес;
- успоставити поступке за периодичну контролу, проверу и ажурирање плана;
- обавестити све субјекте система заштите, органе управе локалне заједнице и јавност о интегрисаном плану заштите и обезбедити средства за обуку субјеката система заштите.

10.3. СМЕРНИЦЕ ЗА ИЗРАДУ ОДЛУКЕ О СТАЛНОМ ТЕЛУ ЗА УПРАВЉАЊЕ ВАНРЕДНИМ СИТУАЦИЈАМА НА ЛОКАЛНОМ НИВОУ

Дефинисане посебне намере и циљеви. Да се путем ефикасних акција на најмању могућу меру сведе утицај неповољних дејстава због настанка потенцијално могућих или реалних опасности; Да се обезбеди правовремено и ефикасно организовано реаговање у ванредним ситуацијама које се може наставити и након престанка примарних последица удесног догађаја; Да се ради на обједињавању и координацији активности усмерених на заштиту живота и здравља људи и њихове имовине.

Законски и административни оквир. Побројати посебне законе на националном нивоу који регулишу потребу и основне поставке за успоставу штабова, те локалне законе или одлуке које ту материју обрађују и уређују (актуелне, који ће се мењати како се нови закони буду усвајали). Могући су: Закон о заштити од елементарних и других већих непогода, Закон о локалној самоуправи, Закон о Црвеном крсту Србије, Закон о полицији, Стратегија одбране. Такође, у складу са ратификованим међународним уговорима и опште прихваћеним правилима из области међународног хуманитарног права, а нарочито са женевским конвенцијама и Допунским протоколима.

Лична карта општине. Лична карта представља обједињене економске, демографске, социјалне и друге показатеље и остале релевантне податке у један документ, који служи као полазна основа за израду бројних докумената, као на пример Прелиминарна процена угрожености, Стратегија економског развоја општине и слично.

Пресек показатеља и података се ажурира на годишњем нивоу и представља основу за процену стања и могућности општине.

Лична карта садржи податке и чињенице који су мерљиви и јасни и објективно идентификовани. Извор података може бити преузет из Завода за статистику и постојећих база података различитих локалних и регионалних институција као и сличних истраживања рађених у друге сврхе.

Предложена структура личне карте општине обухвата: увод, основне карактеристике,

природне ресурсе, људске ресурсе, стамбене ресурсе, финансијске ресурсе, радну снагу, јавне ресурсе и инфраструктуру, ресурсе животне средине и туристичке ресурсе.

Ситуација и претпоставке (кратак преглед опасности у општини и оквир за реаговање). Могу се навести све врсте потенцијалних опасности процењених да реално постоје у одређеној општини (врло кратак опис природе настанка и могућег развоја), као и потенцијалне изворе (природне, технолошке и друге) њихових појава. Свакој од наведених опасности је потребно посветити опис не већи од једног пасуса.

Концепт операција:

- Обједињавање и усаглашавање активности - Опис активности за реаговање, у ком временском оквиру и ком правцу.
- Појашњење на који начин ће се различити делови система и њихови задаци повезати у јединствену целину ради извршења потребних активности на локалном нивоу и на окружном, покрајинском и републичком нивоу у случају када криза превазилази оквире општине.
- Опис поступка и процедуре (листа и редослед активности, временски рок и одговорне особе) који би се користио за активирање плана за управљање ванредним ситуацијама - према властитим потребама и досадашњим искуствима.

Организација и расподела одговорности

- Опис опште одговорности свих актера почев од органа локалне самоуправе до правних (укључујући и привредни сектор у приватном власништву и цивилни сектор као нпр. хуманитарне и друге невладине организације организације, удружења грађана) и физичких лица.
- Као увод у ову секцију предложено је да се нагласи повезаност међусобних, међуинституционалних и сопствених одговорности: Од кога је све сачињен општински тим? Дати попис задужења (функција) и њихових носилаца са описом свих појединачних као и колективних одговорности тима као целине, те појединих његових чланова.. Уз општинске службенике који по функцији припадају тиму, навести и све остале чланове тима који би у њему били ангажовани (између службеника и комуналних, здравствених, грађевинских, научних и других организација које у општини постоје а којима се предвиђа место и функција унутар тима).
- Навести које су обавезе локалне самоуправе у случају, за време и након појаве и последица опасности и како се оне испуњавају. Навести кључне институције и/или појединце који постоје у општини а који ће бити укључени у поступак планирања, припреме и реаговања на ванредну ситуацију. Улога сваке те поједине институције и/или појединца може се детаљно описати.
- Уколико је могуће, потребно је одредити контакт особе, опрему, ресурсе и објекте на располагању унутар општине и изван ње. Потребно је одредити: Одговорности организација на локалном нивоу (Скупштина града, Градоначелник, Скупштина општине, Председник општине, Месне заједнице, Министарство унутрашњих послова, Штаб цивилне заштите Министарства одбране, Сектор за заштиту и спасавање, Јавна комунална предузећа (водовод и канализација, електродистрибуција), Дом здравља, Хитна помоћ, Ветеринарска служба и инспекција, итд.
- Одговорности привредног сектора у приватном власништву.

- Одговорности цивилног сектора.
- одговорности средства јавног информисања.
- Одговорности грађана.
- Одговорности округа и одговорности државе.

Координација. Успостављање јасног редоследа овлашћених, и њима припадајућих одговорности и навођење припадајуће активности за реаговања, у ком временском периоду и ком правцу. Дефинисање нивоа и начина међусобне координације.

10.4. СТВАРАЊЕ ЕФЕКТИВНОГ ТИМА ЗА УПРАВЉАЊЕ

Сврха тима за управљање ванредним ситуацијама, па и хемијским удесом, је обезбеђење вођства у општини у превентиви, ублажавању, изради планова о приправности, реаговању и ангажовању у санацији од свих врста удеса изазваних људском фактором.

Посебни захтеви се постављају како пред чланове општинског тима за управљање ванредним ситуацијама тако и пред тимом као целином. Тим је све време упознат са великом одговорношћу коју има према својим суграђанима: његове одлуке утичу на сигурност и безбедност људи и имовине у читавој заједници. У удесима, тим и његови чланови се налазе под великим притисцима и зато је посебно важно да Тимови за управљање ванредним ситуацијама унапред утврде улоге и одговорности у тиму и развију линије комуникације.

Координација активности је од велике важности у реаговању у удесима: животи могу бити угрожени, расположиви ресурси су ограничени и одлуке се морају доносити правовремено. У таквим ситуацијама честа су дуплирања активности, нерационално коришћење ресурса и могућности да нека подручја остану непокривена активностима. Благовремене и поуздане информације су од суштинске важности за планирање и спровођење активности у реаговању и санацији. Редовна размена информација је важан предуслов за сарадњу на свим нивоима и између свих сектора.

10.5. ПРОЦЕС ИЗГРАДЊЕ ТИМА ЗА УПРАВЉАЊЕ УДЕСИМА НА ЛОКАЛНОМ НИВОУ

Постоји могућност да је у некој општини већ успостављено међусекторско стално тело које се редовно састаје како би се припремио и ажурирао план за реаговање у ванредним ситуацијама и размотриле превентивне мере које се могу предузети. Такође је могуће да то стално тело укључује и представнике бизнис сектора, медије, црвени крст и месне заједнице.

Уколико је ипак одређена општина налик већини општина у Србији - то значи да се тим састаје само у случајевима када треба одговорити на елементарну непогоду или другу несрећу или се пак састаје тек након елементарне непогоде ради процене начињене штете. Поред чињенице да је свака општина у Србији засебна, једна ствар је у основи ипак заједничка за све њих: председник општине је руководилац, тј. „командант општинског штаба“ према постојећем закону.

Како би се наставило са активностима управљања удесима једна особа у одређеној општини треба да преузме оперативно вођство у управљању ванредним ситуацијама.

Та особа може бити градоначелник или неко кога та особа одреди за ту улогу. Обзиром на велики број актера који су укључени у процес управљања ванредним ситуацијама, правовремене одлуке о носиоцима послова могу у великој мери олакшати наредне активности. Такође, важно је да се постигне договор о томе ко заказује први састанак, где ће се он одржати и слично. У многим општинама, оперативном вођство има председник општине или неки други високи функционер, нпр. градски менаџер, представник Управе за ванредне ситуације или представник Сектора за заштиту и спасавање на локалном нивоу, директор Дома здравља или стручњак у области цивилне заштите при локалној самоуправи.

10.6. КАРАКТЕРИСТИКЕ ЕФЕКТИВНИХ ТИМОВА

Тим ће бити успешнији уколико његови чланови воде рачуна о пет корака који су описани у наставку. Тимови треба да наставе да постављају ова питања периодично пошто се њихова сврха развија или мења како се људи прикључују или напуштају тим. Ова питања такође могу да помогну да тим и даље буде фокусиран у случају да почне да буде мање ефикасан током времена:

Јасан мандат и сврха. Чланови тима треба да развију заједничко разумевање сврхе тима и како се он уклапа у ширу концепцију целокупне организације. Сврха тима јасно говори о томе зашто тим постоји, за шта је одговоран, границе у којима делује, и своју кључну улогу и одговорност у оквиру ширег контекста.

Јасне улоге и одговорности. Чланови тима треба јасно да разумеју улоге и одговорности појединачних чланова тима, укључујући и оне за лидера тима.

Оперативне смернице или норме. Оперативне смернице су договори о томе како ће тим заједнички радити. Ови договори руководе начином на који тим функционише. Ове смернице би требало да обухвате таква питања као што су: како ће се одлуке доносити, шта тим подразумева под узајамном одговорношћу, како ће се решавати разлике или конфликти, присуство на састанцима, како се изборити са лошим учинком члана тима, итд.

Процедура функционисања тима: У области комуникације (циљеви и улоге, доношење одлука) По нормама понашања (конфликти, решавање проблема, руковођење, клима/тон).

Циљеви тима или резултати и радни план. Сваки ефикасан тим мора да се усредсреди на резултате или исходе за које је одговоран. Тим за управљање ванредним ситуацијама би требало да изради радни годишњи план којим ће приказивати шта жели да заврши те године. То ће омогућити да се прати напредовање и да се решавају проблеми. Стварањем радног плана за тим и постављањем основа за рад тима како би се пратило напредовање по овом плану, у ствари се гради основа за тимски рад и пуна одговорност тима за оно што ради.

Договор око времена за рад у тиму. Тим треба периодично да процени своје мандате и сврху, учинак чланова, како тим ради заједно и његов прогрес ка остварењу циљева и резултата. Особине успешног тима су јасан циљ, преношење овлашћења, односи и комуникација, флексибилност, најбоље могуће обављање задатака, признавање и уважавање, радни дух. Стварање ефикасног тима захтева велика улагања – посебно

времена и енергије свих његових чланова. У планирању начина за постизање свих циљева у области управљања ванредним ситуацијама на локалном нивоу- јачања сталног тела, ажурирања планова за одбрану од поплава, тражења буџетских средстава за превенцију и слично, може бити од помоћи сазнање да свака група или тим пролази кроз различите фазе у свом развоју.

10.7. ОБАВЕШТАВАЊЕ ЈАВНОСТИ О БЕЗБЕДНОСНИМ МЕРАМА И ПОСТУПЦИМА У СЛУЧАЈУ ХЕМИЈСКОГ УДЕСА

10.7.1. Потреба и право локалне заједнице на информисаност о хемијском удесу

Становници желе информацију јесу ли опасне материје присутне; њихова се забринутост често назива „правом на информисаност“.

Уз то, они захтевају информацију и о могућим опасностима које представљају опасна постројења како би се схватила потреба за израдом плана интервенција, информацију како план делује и које радње требају предузети у случају нежељеног догађаја.

Таква су начела дефинисана у многим прописима односно препорукама, попут *Смерница Међународне привредне коморе светске индустрије, у којој се наводи следеће:*

- Индустрија има обвезу према животној средини у смислу елемената попут локације и пројекта постројења, одабира поступака и производа, загађења околине, штетног зрачења, надзора буке и вибрација, одлагања отпада, аспеката заштите здравља и сигурности на раду као и дугорочног планирања.
- Широки распон и сложеност проблема које захтевају мере заштите животне средине, односно тесне и значајне везе и консултације између индустрије и власти на локалном, државном и међународном нивоу у потрази за најбољим решењима. Како би се остварио циљ, такве би консултације требале обухватати преглед законодавног и регулационог оквира и њиховог садржаја.
- Индустрија има обавезу пружити телима јавне власти одговарајуће расположиве информације о емисијама, отпадним водама, отпаду и другим загађењима животне средине, укључујући могуће неповољне утицаје на здравље људи и животне средине.
- При одабиру локације и пројектовању постројења, индустрија би требала бити спремна на пружање информација о корацима које подузима на заштити локалне околине и задовољењу захтевима безбедности. У свакој јавној расправи о питањима локације будућег постројења, индустрија трба да има одговарајућу могућност одбране својих ставова. Циљ мора бити долажење до решења узајамно прихватљивог и за индустрију и за одговарајућа тела власти и грађане.
- Индустрија и јавне власти требају заједнички израђивати планове интервенција за нежељене догађаје и акциденте у вези с опасним материјама. У том смислу, индустрија би требала известити одговарајуће органе власти о познатим и значајним опасностима својих процеса како би омогућила, брзо и непосредно деловање.
- Индустрија би требала дати свој допринос уравнотеженој и информисаној јавној расправи о проблемима околине и подржати напоре примереног сагледавања упоредне важности индустријских и неиндустријских извора загађења.

- При развоју и спровођењу програма заштите околине, индустрија би требала у обзир узети јавно мњење, мишљење научних тела и других заинтересованих организација те, где је то могуће, преузети вођство у едукацији и подизању нивоа разумевања наведених програма.

Индустрија треба да подржава смернице Међународне привредне коморе. *Управа индустрије се слаже како су у објектима где се производе, користе, складиште и транспортују потенцијално опасне материје, да су управници постројења обавезни пружати информације о тим материјама тако да задовоље потребе и захтеве интервентнога и медицинског особља као и јавности.* Индустрија може поседовати посебне пословне информације попут информација о поступку производње или саставу, које могу бити тајне и које се морају поштовати и штитити. Таква заштита не би требала спречавати откривање информација битних за јавно здравље и безбедност.

За многе потенцијално опасне материје постоје различити извори информација, попут безбедносно-техничких листова (MSDS) одређене компаније, докумената о мерилима заштите средине и здравља или водича о безбедности Међународног програма о хемијској безбедности (IPCS) или података из UNEP-овог Међународног регистра потенцијално токсичних супстанци (IRPTC). Они описују материју, опасност коју она представља и начин поступања с таквом опасном материјом у случају потребе. То су практична и доследна упутства помоћу којих координацијске групе широм света могу прикупити податке о специфичним потенцијално опасним материјама унутар својих локалних подручја. За ствари које нису обухваћене таквим изворима индустрија према потреби је дужна да одговарајуће информације.

Бављење локалном заједницом представља важан вид управљања животном средином. Заједница у којој ради индустријско постројење је део средине као што су ваздух и вода који окружују постројење. Односи са заједницом важна су функција која може пуно допринети у краткорочном и дугорочном успешном раду. Остваривање добрих односа с кључним члановима заједнице пресудна је у припремању на могуће нежељене догађаје, иако се њена вредност протеже и изван тога. Добри односи са заједницом могу бити непроцењиви за давање подршке јавности постројењу и индустрији у глобалу, изграђујући поверење у управу заједнице и локалних власти.

Ограђено индустријско постројење може изгледати претеће за заједницу, али ако се заједница упозна с људима који управљају постројењем и доживи их као стручњаке, већина страхова заједнице нестаје. Лакше је прихватити некога кроз отворени однос и редовну блиску сарадњу на решавању локалних проблема. Већи део неповерења нестаје када људи сазнају шта постројење користи и производи, односно да поседује квалитетан план безбедности и имају позитивна искуства са опасним материјама које користе.

Нико не може прописати радње потребне у оквиру програма едукације на локалном нивоу, а које би одговарале сваком постројењу на свакој локацији. Практичност и делотворност одређене делатности зависиће ће од локалне ситуације.

Неке идеје користе управници индустријских постројења, локалне власти или управа заједнице већ дуже време, док су друге нове. Ипак, важно је да сваки индустријски објекат, орган локалне власти или представник заједнице обрати пажњу на заједницу и одржава односе који омогућују двострану комуникацију.

Управници индустријских постројења, органи локалне власти односно управа заједнице који свестрано сарађују у остваривању и спровођењу процеса *APELL* требали би при едукацији заједнице размотрити следеће:

- Одредити локалну заједницу.
- Попис постојећих веза с локалном заједницом.
- Повезати се с другим индустријским постројењима како би усагласили обављање комуналних делатности.
- Испланирати уводни састанак координацијске групе *APELL*.
- Подаци за свако индустријско постројење.
- Подаци о приправности заједнице.
- Расподелити задужења у комуникацији.
- Изнаћи начине за комуникацију.
- Одабрати начине комуникације примерене локалним законима.
- Спољна помоћ.

Разне организације могу пружити услуге које ће смањити оптерећење за особље односно власти.

- Организације које могу помоћи:
 - одељење за односе с јавношћу односно, односе са заједницом у оквиру компаније;
 - удружење локалне или националне индустрије;
 - друге локалне индустрије и привредници (привредна комора итд.);
 - саветодавне компаније које се баве односима с јавношћу;
 - функционери заједнице или верски поглавари
- Услуге које могу пружити наведене организације:
 - израда описа рада објекта;
 - израда плана односа са заједницом;
 - пружање комуникацијске подршке (писање говора, објаве у средствима саопштавања итд.);
 - претварање техничких информација о опасности у уопштена саопштења намењена широкој публици;
 - израда комуникацијског/медијског материјала за целовити план интервенција за одређени објект;
 - обука за представнике власти/челнике при обраћању јавности и средствима саопштавања;
 - припрема за организацију „Дана отворених врата“ и организованих разгледавања.
- Управници индустријских постројења имају личне комуникацијске обавезе према својим запосленицима:
- Локалне би власти свом особљу требале објаснити процес *APELL*, као и улоге локалних интервентних служби, итд.

Локална заједница је дужна дати јавности информације у случају појаве опасности и у случају великог удеса на својој територији. То обавештење мора да садржи следеће податке:

- назив предузећа оператера и адресу постројења;
- податке о особама које су у предузећу задужене за достављање информација јавности у вези постројења и опасности од великог удеса;
- да је Погон као обвезник доставио надлежним државним телима Обавештење о присутности опасних материја у постројењу односно на комплексу и урадио Политику превенције удеса;

- једноставно објашњење активности које се одвијају унутар постројења, односно на комплексу;
- назив опасних материја у постројењу које би могле изазвати велики удес те опис њихових основних опасних карактеристика и количина;
- природи опасности од великих удеса у постројењу укључујући и њихове могуће учинке на становништво и околину;
- начину упозоравања и обавештавања погођеног становништва у случају удеса;
- радње и обрасци понашања које би погођено становништво морало предузети у случају великог удеса;
- предузеће мора организовати одговарајуће активности, првенствено сарадњу с хитним службама и интервентним јединицама за одговарајућу реакцију у случају великог удеса и смањити последице на најмању могућу меру;
- да је састављено упутство за Спољашњи план интервенција како би се савладале све последице удеса изван предузећа, те да се морају уважавати упутства и захтеви интервентних јединица и хитних служби;
- где се могу добити релевантне информације, зависно о условима поверљивости.

За слање Обавештења у оквиру погона или фабрике као и за сарадњу с телом задуженим за План локалне заједнице су задужени Директори.

Информације медијима о удесу може да да само директор или особа коју он лично одреди. Медијима се саопштавају само чињенице, никако претпоставке како би се избегле манипулације информацијама. Најбоље је саопштења давати у писаном облику. Треба направити извештај који садржи табела 10.1.

- име и презиме особе која је прва известила о удесу;
- датум и време;
- подручје захваћено опасном материјом;
- врста догађаја, цурење, пожар, експлозија;
- кратак опис догађаја;
- подаци о могућем извору или узроку удесног догађаја.

Табела 10.1. Општи подаци о удесу

Пословно име оператора:	
Адреса и седиште оператора:	
Лице које даје информације:	
Функција лица које даје информације:	
Да ли оператор има урађен Извештај о безбедности:	
Врста материје која је довела до удеса:	
Мере и активности које су предузете у постројењу у циљу спречавања удеса:	
Опште информације о природи опасности:	
Опште информације о удесу:	
Информације о мерама које треба да примени угрожено становништво, као и о томе како треба да се понаша у случају удеса:	
Изјава да оператор предузима одговарајуће мере унутар постројења, као и да сарађује са интервентним службама:	

10.7.2. Поступак информисања о удесу

Информација о удесу, мора да буде кратка и јасна и да садржи податке о:

- месту и времену удеса;
- врсти опасних материја које су присутне;
- процени тока удеса;
- процени ризика по околини и
- друге значајне податке.

Одмах по сазнању о удесу ПРВО ПОЗВАТИ:

- телефон ватрогасне јединице: (193);
- телефон МУП: (192);
- телефон Центра за обавештавање: (985) ;
- уколико прети опасност да дође до повреде радника или других лица или уколико има повређених позвати телефон Хитне помоћи: (194).

Уколико већ нису присутни на лицу места, потребно је позвати и лица која су задужена за координацију „Плана заштите од удеса“. Све до њиховог доласка планом за заштиту од удеса и координацију преузима сменски пословођа, управник погона или његов заменик.

10.7.3. Опхођење са службеним органима

Државно тужилаштво, полиција и неки други управни органи (нпр. привредна инспекција, органи власти за заштиту околине и струковна удружења) уз одређене услове имају право и без одобрење руководства предузећа да уђу у круг предузећа. Овај део материјала се односи само на случајеве у којима се проводе претреси, заплене и саслушања, дакле не вреде за нпр. контролне посете привредне, грађевинске или водопривредне инспекције.

- службеник - истражитељ је да се легитимише и каже сврху посете;
- након тога се обавештава руководиоц задужен за кризне случајеве да је дошао службеник – истражитељ;
- такође се обавештава правник предузећа.

Никаве изјаве о кризном случају не треба да дају радници који нису овлашћена лица за давање информација.

Правити копије свих докумената које ће истражитељи евентуално узети и побринуте се да истражитељ да потврду - са детаљним називима /описима свих докумената која су узели.

При могућем случају несреће или сл. прво на увиђај долази полиција са или без истражног судије, што зависи о процени самог истражног судије.

Такав исказ не може служити као доказ о евентуалном будућем кривичном поступку управо због недостатка раније споменуте законски регулисане форме при саслушању од стране полиције. Такав исказ може се само изнимно употребити као доказ код изнимно тешких дела (нпр. квалифицирано убиство и сл. односно када сам окривљени то захтева)

Да ли су радници дужни дати исказ полицији на лицу места, тј. одмах и ако јесу, уз које услове?

Како се ради о поступку који претходи поступку пред судом, ово питање има посебан значај и због тога што није изричито регулисано Законом о кривичном поступку, као због тога што су могуће честе повреде Закона.

Према важећем ставу, треба разликовати две категорије грађана (радника).

У прву категорију улазе особе које би у будућем поступку могле бити окривљеници (осумњичени) док другу категорију чине особе које би се могле појавити у својству сведока (предпостављени сведоци).

Прва категорија грађана (радника) није дужна да даје никаква обавештења, нити било какав исказ полицији. То је зато што јој Законик даје могућност да се у евентуалној каснијој фази поступка, као окривљени тј. оптужени, брани на начин који најбоље одговара па тако и ћутањем.

Друга категорија грађана (радника) била би дужна да даје обавештења. То је због тога што ЗКП каже да су радници дужни да пријављују кривична дела за која се говори по службеној дужности. На основу наведеног, дужни су и да дају обавештења полицији. Када се ради о особама које не могу бити саслушане у својству сведока - особе које би својим исказом повредила дужности чувања службене или војне тајне оне не дају исказ све док их надлежно тело не ослободи те дужности или брачни друг осумњиченог, сродници осумњиченог у првој и подбочној линији до 3 степена, усвојеници осумњиченог итд. Такве особе могле би ускратити давање информација без последица.

Треба навести да према досадашњој пракси адвокати тј. браниоци немају могућност; присуствовати радњама које у претходном поступку проведе полицијски органи, али да окривљени има прво на браниоца одмах након што му је одређен притвор по ЗКП.

Након доношења решења отварању истраге, по истражном судији, почиње формални кривични поступак.

Сада је ситуација таква да евентуално окривљени може узети браниоца који може бити присутан при његовом првом испитивању код истражног судије.

Бранилац у том случају предлаже окривљеном да се брани ћутањем, те је након тога могућ увид у судски спис. У каснијој фази поступка окривљени може дати своју одбрану, без обзира на изјаву да се брани ћутањем.

У односу на сведоке (раднике) њихова је позиција таква да су дужни одговорити на она питања на која знају одговор, односно, одговорити само на оно што им је познато, што су видели или знају. Они могу ускратити сведочење из истих разлога као и предпостављени сведоци.

10.7.4. Опхођење с медијима

Осигурати доступност на више места. Важно је да у „врху“ фази кризе на месту удеса увек буде доступан радник који је задужен за комуникације са јавношћу (штампом и електронским медијима). Зато радник задужен за контакт са новинарима мора бити физички присутан на месту удеса.

Радници на телефонској централи. Морају бити стабилне личности које ће моћи поднети нервозним питањима или чак и вређање.

Информације за јавност дати што је могуће брже. Дobar кризни штаб ће у најкраћем

року дати изјаву за штампу. На тај начин ће се с једне стране демонстрирати способност за брзу акцију, а с друге стране ће оне који постављају питања усмерити на контакт с надлежним радницима. Ако се тако не поступи, постоји опасност да знатижељни у потрази за информацијама насумице телефонирају по предузећу.

Јавности се не сме ускратити информација. Овај сегмент материјала би требало да помогне у савладавању првог таласа питања од стране штампе. Након тога ће, према плану, надлежне инстанце у фабрици преузети рад са представницима штампе.

Добро одвагати да ли ће се догађаји држати у тајности. Само у изузетној ситуацији се може саветовати да се кризни развој ситуације покуша задржати у тајности, нпр. када се ради о уцењивачким претњама. Углавном од стране јавности и властитих радника постоји легитиман интерес за добијањем информација.

Удесни развој ситуације који се обелодани проузрокује низ интерних и екстерних комуникација. Учешће у тим комуникацијама створиће шансу да се токовима комуникације управља и контролира.

Политика ћутања или „без коментара“ доводи до шпекулације и до стварања гласина.

Јавни интерес штампе, радија и телевизије пробуди ће пре свега:

- удес код којих је дошло до повреда људи,
- веће експлозије и пожара и
- истицање штетних материја у околини.

У оваквим случајевима информације за штампу могу дати само следећи радници:

- руководилац погона или његов заменик и
- радник задужен за рад с јавношћу.

Остали радници не смеју давати никаква обавештавања у вези са удесним догађајем. Руководилац у ствари је први партнер за разговор са новинарима. Његово понашање, компетенција и спремност давања информација значајно утичу на садржај пренесеног извештаја.

Важна правила понашања, Најважније мере:

- поименично постављање одговорних радника према евакуацијском плану и смерницама;
- обавестити телефонску централу и портира о томе које су њихове надлежности;
- припрема прописа производа који ће се предати новинарима;
- навести најситније карактеристике и примену производа и
- већ унапред неговати добре односе с месном полицијом, ватрогасцима и штампом.

У ту сврху користити саопштење за штампу и брошуре предузећа, нпр. о мерама за заштиту околине од емитованих техничких гасова. Позвати полицију и ватрогасце да разгледају предузеће. Ове ће институције у случају удеса новинарима често користити као вредан извор информација.

Понашање пред медијима у случају удеса. Предузети мере према плану алармирања; Створити преглед над насталом штетом; Припремити се на следећа питања новинара:

Шта се догодило? Како је дошло до експлозије? Да ли је дошло до повреде радника? Има ли повређених, мртвих? О каквој се врсти повреде ради? Има ли радника у животној опасности? Каква је материјална штета? На којим деловима? Шта је узрок експлозије?

Постоје ли друге опасности, нпр. за околно становништво? Да ли је све под контролом? До којих последица може доћи? Колика је висина штете?

На сва питања треба одговорити отворено и искрено с обзиром на актуелно стање – не износити предпоставке.

Допуштен је одговор „То још не знамо“, али у догледно време треба припремити одговор. Не треба одговарати на питања:

- у вези имена и личних питања повређених радника;
- у вези са евентуалном повредом прописа;
- у вези са кривицом за удес.

Не треба одбити одговор на питања без образложења, већ увек покушати љубазно и аргументовано формулисање због чега се одбија одговор. Треба потврдити подршку налозима службених органа, али и дати до знања да се не жели и не може вршити прејудуирање резултата. У случају да у удесу има мртвих прво треба обавестити породицу. Не сме се упуштати у шпекулације.

Општа правила понашања према медијима. Известити само о чињеницама – треба бити отворен, искрен и уверљив. Не треба ништа искривљавати или улепшавати, и никада немојте медијима давати информације које би их могле навести на погрешне закључке. Ако се не зна одговор рећи им то, али свакако напоменути да се ствар истражује и да ћете се у одређеном тренутку поново вратити на то питање.

Придржавати се тог обећања и назвати у договорено време;

Нема прикривања или игре скривача - медијима је хитно потребна основна информација. Никада не треба отворено ускраћивати информацију, а да за то претходно нема навођења оправданих разлога (нпр. провера тачности информација).

Према свим представницима медија треба поступати једнако - нико не сме бити повлашћен.

Увек питати за идентитет новинара или репортера (име, адреса, телефонски број) и направите попис особа из медија с којима се контактира. Не давати никакве „поверљиве“ информације које нису за објављивање.

Приступ месту удеса сме се допустити новинарима, фотографима и сниматељима само у пратњи овлашћених радника. Приступ се мора ускратити када постоји опасност од нових несрећа, ако су у току радови на спашавању и евакуацији или ако треба сачувати трагове потребне за истрагу.

За радио и телевизију важи следеће: на интервјуу не сме ићи неприпремљени. Увек тражити кратку припрему пре него што се укључи камера и микрофон.

10.7.5. Процедуре евидентирања, регистрација и извештавања о удесу

О удесу који се догодио, надлежном органу се достављају следећи подаци:

- подаци о месту и времену удеса: адреса постројења, објект у оквиру постројења, дан и време настанка удеса;
- узроци удеса;
- подаци о типу удеса (експлозија, пожар, испуштање опасне материје и др.);
- подаци о врсти и количини опасних материја које су учествовале у удесу;

- обим последица у постројењу односно комплексу (смртни исход, теже повреде, лакше повреде, тежа и лакша тровања и хоспитализација лица из састава постројења и из састава интервентних снага локалне заједнице и др.);
- обим последица лица изван постројења односно изван комплекса (евентуални смртни исход, теже повреде, лакше повреде, тежа и лакша тровања, хоспитализација и др.);
- оштећење објеката у постројењу;
- оштећење објеката изван постројења;
- обим последица по животињски и биљни свет у околини;
- утицај на инфраструктуру (водовод, електричну мрежу, гасовод, саобраћај, телефонске везе и сл.);
- загађења земљишта, водотокова и подземних вода;
- процењена висина материјалне штете;
- реализоване мере одговора на удес.

Садржај процедуре за евидентирање и регистровање удеса према захтевима *JRC Major Accident Reporting System - MARS* је приказан у табели 10.2.

Извештај о удесу (Табела 10.3) мора да садржи: Анализу узрока и последица удеса; Развој и ток удеса и одговора на удес; Процена величине удеса и Анализу тренутног стања.

Извештај о удесу ради Тим за координацију одговора на удес, а подноси га Директор. Извештај се доставља надлежним државним органима.

Процена величине удеса врши се на основу степена ангажовања снага, величина штете (изражено у новчаним средствима) и обима последица.

Табела 10.2. Евидентирање и регистровање удеса

Датум несреће:	Почетак:		Време несреће:	Почетак:	
	Завршетак:			Завршетак:	
Предузеће:	Назив:				
	Адреса:				
	Делатност:				
	Статус:	☐ неприменљиво ☐ art. 6 Notification ☐ art. 7 MAPP ☐ art. 9 SR			
Датум извештаја:	Укратко:				
	Пуно:				
Одговорно лице:	Име:				
	Адреса:				
Контакт:	Име:				
	Телефон:				
	Факс:				

Табела 10.3. Садржај извештаја на удес према захтевима
JRC Major Accident Reporting System - MARS

Профил несреће (кратак извештај)	
Тип(ови) несреће:	<i>*испуштање отровних материја/загађење воде/ватра/експлозија/остало</i>
кратак опис и кратко објашњење самог инцидента; навестите ниво озбиљности несреће уколико је могуће:	
Супстанца(е) на месу несреће:	<i>*токсичне/екотоксичне/запаљиве/експлозивне/остало</i>
кратак опис (име(на) и/или број предмета и изгубљене количине, итд.):	
Тренутни узрок(ци) несреће:	<i>*складиштење/процеси/пренос материја/остало</i>
кратак опис (локација, тип, величина, итд. са места на коме се несрећа десила):	
Могући узрок:	<i>*фабрика или опрема/људски фактор/околина/остало</i>
кратак опис (природа дефекта, грешка, откази, итд.; редослед догађаја):	
Тренутни ефекти:	<i>*људске смрти/повреде људи/еколошка штета/губитак националног наслеђа/материјални губици/узнемиравање заједнице/остало</i>
кратак опис (на лицу места, бројке, величина, трошкови, окружење, итд.):	
Хитне мере које су предузете:	<i>*на лицу места/заштита/евакуација/деконтаминација/враћање система у радно стање/остало</i>
кратак опис (на лицу места, бројке, величина, трошкови, окружење, итд.):	
Закључци добијени на основу несреће:	<i>*превенција/ублажавање последица/остало</i>
кратак опис (тренутне одговарајуће мере):	
<i>*прецитати непотребно</i>	

11. ЗАКЉУЧАК

На основу извршених истраживања могу се извести следећи закључци:

- Предмет истраживања је реализован, јер је одређена суштина узрочно-последичне везе између настанка хемијских удеса и последица које производе. Основна хипотеза је усмерила наше истраживање на постојање те функционалне зависности.
- Предмет истраживања је интегрални модел управљања ризиком од хемијских удеса на локалном нивоу, базиран на синтези метода системског приступа у планирању, оцењивању, третирању и мониторингу ризика; и прилагођен и усклађен са актуелним политичким и економским променама у земљи, са нашим потребама и могућностима и са перспективама интеграције наше земље у савремену европску и ширу међународну заједницу.
- Основни циљ истраживања је постигнут, јер је реализована анализа постојећих модела управљања ризиком од хемијских удеса на локалном нивоу и синтеза њихових битних елемената и на основу тога креиран интегрални модел управљања ризиком, који се заснива на системском приступу, за различите варијанте хемијских удеса на локалном нивоу.
- У раду је дато истраживање које се базира на примени неких општих научних метода, посебних метода сазнања (структурална, функционална, каузална, компаративна и генеричка анализа), као и низ специјалних метода.
- Истраживање је доказало основну хипотезу и помоћне хипотезе, које су у међусобној сагласности, односно да примена интегралног модела системског приступа управљања ризиком од хемијских удеса на локалном нивоу доводи до смањења ризика за људе и животну средину.
- Предмет истраживања има друштвени интерес и несумњив теоријски, али и практични значај. Научни допринос огледа се у обједињавању постојећих научних праваца у истраживању управљања, опасности и ризика у циљу добијања резултујућег решења управљачке функције за минимизацију ризика од хемијских удеса, на бази системског приступа, конципираног за локални ниво.
- Друштвена оправданост предметног истраживања је одређена знањем и искуством које сви субјекти управљања ризиком стичу, као и постизањем већег степена свести о потреби смањења ризика од хемијских удеса.
- Опасности су дате са свих потребних аспеката: појмовно одређење, класификације, као и њихова међусобна повезаност и условљеност. Хемијска опасност, посебно истичем, је класификована на 13 врста опасности аналогно познатој класификацији опасних материја у класе.
- Систематизација опасних материја је извршена класификационим приступом, који има најширу сагласност у литератури, на основу следећих критеријума поделе: превоза, категорије и степена опасности и трансформација опасних материја у процесу производње (сировина, репроматеријал, отпад).
- Утврђени су критеријуми за оцену интензитета, количина и трајање емисија опасних материја у све сфере животне средине на основу физичкохемијских параметара. Према томе, дата је квалитативна-квантитативна повезаност и

условљеност особина опасних материја и њиховог понашања у радној и животној средини.

- Особине опасних материја су класификоване у две основне групе: опште и опасне. Познавање општих особина омогућује информативно и оријентационо процењивање опасности супстанце. За прецизно и поуздано процењивање опасности користе се квантитативне карактеристике (ређе квалитативне) опасних материја (пожарне, експлозивне, токсичне, радиоактивне, корозивне). Познавање опасних особина је неопходно да би могло да се објасни понашање опасне материје пре уласка у живи организам (дејство на неживу природу и материјална добра), као и одређивање или предвиђање дејства на човека и живи свет.
- У раду су дати основни облици рада са опасним материјама, систематизоване мере заштите на раду са опасним материјама, као и пружање прве помоћи у случају неадекватног рада. Објашњена је узрочно-последична веза између процеса складиштења и превоза, опреме за рад, уређаја, начина рада, одржавање.
- Извршено је разграничење појмова „загађење“ и „извора загађења“, јер су у литератури често помешани њихови обими и садржаји. Дате су и њихове класификације.
- Посебно се издваја анализа технолошких специфичности објеката и утврђивање критеријума процене и рангирања ризичних објеката.
- Појмовно одређење и класификација удеса извршена је познатим логичним методама. Уложен је напор да класификације задовоље што више теоријских захтева, јер у литератури, у већини случајева наилазимо неусаглашене, а често и са помешаним критеријумима поделе. Дат је широк класификациони приступ за све варијанте хемијских удеса у зависности од њиховог интензитета, просторног обухвата, обима, временског трајања итд.
- Од реализованих задатака истраживања је и класификација фаза одвијања удеса. Сматрам да је класификација са четири фазе одвијања удеса, која се у литератури обично наводи, непотпуна и неадекватна, односно не даје потребне информације за временско и просторно правилно схватање хемијских удеса. По истом критеријуму поделе дат је предлог класификације са седам фаза одвијања удеса.
- Испуштање опасних материја у радну и животну средину објашњено је физичкохемијским законима и законима механике флуида. За израчунавање количина супстанци које се испуштају у животну средину дате су величине за израчунавање квантитативног састава смеша опасних материја.
- Пожари и експлозије, као облици хемијских удеса, су објашњени систематизацијом одговарајућих параметара, јер проучавање њихових механизма је немогуће без познавања физичкохемијских величина које омогућују предвиђање настајања, понашање за време трајања и правилан одговор на хемијски удес.
- Утврђени су критеријуми одређивања граница угроженог простора (зоне опасности), карактеристике и стадијуми развоја без којих података је немогуће потпуно сагледавање хемијских удеса.

- Методологија управљања ризиком је изложена под већ усвојеном реду излагања ове материје у литератури у сагласности са нормативном уређеношћу ове области. Међутим део методологије „процена ризика“ је проширена на начин који обезбеђује поузданије управљање ризиком од хемијских удеса, јер смањује непредвидивост увођење већег броја квантитативних показатеља.
- Управљање ризиком у удесним ситуацијама изложено је кроз разраду: теоријских и методолошких основа формирања структуре система управљања у условима хемијског удеса; модела и метода превентивног планирања, стратешког и оперативног управљања; метода мобилизације субјеката у управљању операцијама ликвидације удесне ситуације; метода моделирања и анализе удесне ситуације коришћењем савременог математичког апарата; система за информатичку подршку и процеса брзог снабдевања информацијама.
- Процена вероватноће настанка хемијских удеса извршена је израчунавањем учесталости (број хемијских удеса годишње) на сваком објекту и уређају који узрокује последице од хемијских удеса.
- Процена последица хемијских удеса по животну средину и популацију дата је комплексно са познатим аспектима који се наводе у литератури. Међутим процену ризика смо базирали на анализи потенцијалних утицаја хемијских удеса на екосферу и сваку сферу животне средине посебно, а степени утицаја смо конкретизовали одговарајућим квантитативним показатељима (параметри, индекси итд.).
- Процена ризика од хемијских удеса је комплетирана и квантитативном проценом ризика од постројења и објеката, а изложен је и преглед метода за процену ризика од хемијских удеса.
- Поступци и превентивне мере за спречавање настанка хемијског удеса, ублажавање последица и активирања локалне заједнице су дати са свих познатих аспеката: превентивне мере, мере приправности и мобилизације, као и одговор локалне заједнице на хемијски удес.
- У истраживању је посебна пажња била усмерена на ред и поступност фаза контаминације и санације.
- Улога локалне заједнице у интегрисаном систему реаговања у ванредним ситуацијама у нашој земљи је дата кроз организациону структуру система и обавезе и ингеренције органа локалне самоуправе и других актера у хемијском удесу, кроз стварање тима за управљање и обавештавање јавности.
- Комплексност предмета истраживања је условила дату обимност рада. Уложен је велики напор да се избегне недозвољена површност, с једне стране, и нерационална преобимност, с друге стране; јер би обе крајности недвосмислено утицале на квалитет дисертације.
- Значај и актуелност истраживања се огледа у томе што оно представља део комплексног система знања, науке о животној средини и њене подобласти заштите животне средине.

12. ЛИТЕРАТУРА

А. Књиге, чланци из часописа и зборника радова

- [1] Абзуова, Ф.Ф. Теляшева Г.Д. Коршак А.А., Мишин Ю.Ф. (1989). Пути сокращения потерь углеводородов от испарения при хранении и транспортировании нефти и нефтепродуктов. Транспорт и хранение нефтепродуктов углеводородного сырья: Тем.обзор.М.: ЦНИИТЭнефтехим, - 57 с.
- [2] Aleksander, D. (2002). Principle of Emergency Planning and Management. *Terra Publishing*.
- [3] Alexanader, A. A., Muhlebach, R. F., Phelps, J. (1984) Emergency procedures for commercial buildings. *Journal of Property Management, Institute of Real Estate Management*, Chicago, Illinois, USA, Vol. 49, No. 3.
- [4] Архипова, Н. И., Кульба, В. В. (1998). *Управление в чрезвычайных ситуациях*. Москва: РГГУ.
- [5] 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.
- [6] Auer Technikum (Ed. L.Brauer), Ausgabe 12, Auergessellschaft GmbH, Berlin 1988.
- [7] APELL - UNEP IE/PAC, 1988.
- [8] Balir, N. J (1997). *System Safety Engineering and Risk Assessment: A Practical Approach*. London: Taylor & Francis.
- [9] Barton, L. (1993). Crisis in organizations: Managing and communicating in the Heat of Chaos. *South – Western Publishing Company: Cincinnati, ON*.
- [10] Beck, U. (1999). World risk society. *Polity press, Cambridge*.
- [11] Beraggi, G. E. G., Wallace W.A. (1995). Computer Supported Risk Managament, A. P.Sage. *Sytems Engineering For Risk Management*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- [12] Berge, D. T. (1990). The First 24 Hours: a Comparehensive Guide to Succseful Crisis Communication Basil Blackwell. London.
- [13] Безбедност и здравље при употреби хемикалија на радном месту, Светски дан безбедности и здравља на раду, 28.04.2014., Међународна организација рада, 2014.
- [14] Бек, У. (2001). Ризично друштво, *Филип Вишњић*, Београд.
- [15] Белокапић-Шкуца В. (1994). Управление в чрезвычайных ситуациях. *Россииский Государствени Университет*, Москва, 893-902
- [16] Блинов, И.Г., Герасимов, В.В., Коршак, А.А., Новоселов, В.Ф., Седелеев, Ю.А. (1989). Перспектвные методы потерь углеводородов от испарения в резервуарах. Транспорт и хранение нефтепродуктов углеводородного сырья: Тем.обзор. М.: ЦНИИТ Энефтехим, - 57.
- [17] Богдановић, М. (1999). *Опасности од хемијских акцидентата*. Београд: Задужбина Андрејевић.
- [18] Boin, A., Hart, P. (2001). Public Leadership in Times of Crisis: Mission Impossible. *workung paper at Leiden University*.
- [19] Boroak, J., et al. Hazardous materials exposure-emergency.

- [20] Borodzih, E. (2005). Risk, Crisis and Security Management. John Wiley & Sons Ltd. Chichester, West Sussex.
- [21] Brown, I. D. (1976). *Psychological Aspects of Accident Causation: Theories, Methodology and Proposals for Future Research*. Unpublished report prepared for the Medical Research Council. Environmental Medicine Committee's Working Party on Specific Aspects of Accident Research.
- [22] Брзаковић, М. (2009). Интероперабилност и безбедност информација у организацијама од стратешког значаја у ванредним ситуацијама. *Докторска дисертација*. Факултет безбедности, Београд.
- [23] Брушлински, Н.Н., Гришин, А.Ф., Семиков, В.Л. (1979). ВМ и АСУ в пожарной охране, *Итоги науки и техники, серия – Пожарная охрана*, Москва.
- [24] Брушлински, Н.Н., Маркузон, И.А. (1974). Моделирование процесса подготовки инженерных кадров пожарной охраны, *Вопросы экономики в пожарной охране*, З.М. ВНИИПО, МД, Москва.
- [25] Брушлински, Н.Н., Соболев, Н.Н. (1985). Оценка эффективности различных вариантов распределения оперативных отделений по городским пожарным частям, *Стационарные и передвижные средства борьбы с пожарами*, ВПТШ МВД СССР, 77-83.
- [26] Bursać, Ž., Galović, I., Hrvačić N. Kocijan S, Opasne stvari – mjere sigurnosti, sprečavanje, saniranje posljedica, Zavod za općenarodnu odbranu i društvenu samozaštitu, SRH, Zagreb, 1990.
- [27] Byrne, B., Baden, S. (1995). Emergencies and Humanitarian Assistance”, *Report IDS (Institute of Development Studies)*.
- [28] Varcoe, B. J. (1993). Not is surely? Disaster recovery planning for premises. *Property Management*, Vol. 11, No. 1.
- [29] Владимиров, В. А. и др. (2000). *Управление риском*. Москва: Наука.
- [30] Вујошевић, М. (1996). Примена теорије поузданости у анализи ризика. Зборник радова: *Технички системи и средства заштите од пожара, експлозија, хаварија и провала*. Београд: Дунав превинг.
- [31] Вулетић К. (2010). Глобална жаришта и анализа акциденталних ризика. *Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука*, департман за инжењерство заштите животне средине Нови Сад.
- [32] Gigliotti, R. and Ronald, J. (1991). Emergency Planning for Maximum Protection. *Butterworth-Heinemann*, New York.
- [33] Германович Ф.А., Амвросьев П.А., Просвирыко-ва И.А., Новаковская К.П., Клыпа В.В., Мазик М.М. (2004). Оценка риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух. *Министерство здравоохранения Республики Беларусь*, Инструкция 2.1.6.11–9–29–2004
- [34] Головский, Е.А., Цимарский, В.А., Мицевич, Э.П., Позывайло, Ю.Г., Карцева, Н.И., Светличная, О.В. (1996). Способ удаления из емкости. Одес. ин-т инж.-мор.флота. А. с. 1237579 СССР, МКИ В 65 90/22.
- [35] Гружетић, И. (2006). Управљање ризиком у животној средини и његова процена, Хемијски факултет, Универзитет у Београду, Београд.
- [36] Гудцов, И.Э. Губайдуллин, М.М., Кавиёв, Г.М., Чудинова, Н.А. (1987). Способы и средства сокращения потерь нефтепродуктов из резервуаров. *Транспорт и хранение нефтепродуктов углеводородного сырья: Тем.обзор*. М.: ЦНИИТЭнефтехим, - 51.

- [37] D'Amico Y. S. (1984). Economic Evaluation of inerting Sources for international Fire protection. *Proc. Int. Congx. Technol. Exchange*, Pittsburgh, Pa, Oct. 8-10, ICTTE 84 and EMC 84., 175-177.
- [38] Dark, T., Bukal, Ch. Combustion safety.
- [39] Dragišić, Z. (2007). Bezbednosni menadžment. *Fakultet bezbednosti, Službeni list*, Beograd.
- [40] Дражић П. (1998). Пројектовање истраживања, Војна Академија ВЈ, Београд.
- [41] Дружета, И. (1978) Ватрогасна тактика, ватрогасни савез Југославије, друго допуњено издање, Београд.
- [42] Embrey, D E. (1986). SHERPA: A Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach. Proceedings from: *The International Topical Meeting on Advances in Human Factors in Nuclear Power Systems*. Knoxville, Tennessee.
- [43] European Directive 82/501/CEE - *Seveso I*.
- [44] European Directive 96/82/CE - *Seveso II*.
- [45] Евтихин, В.В., Малахаова, С.Г. (1981). Понтоны (элкфтс) резервуаров со стационарной крышей за рубежом. *Транспорт и хранение нефтепродуктов: НТИС. М.:ВНИИОЭНГ. No 1.*, - 16-17.
- [46] Живковић Н., Михајловић Е. (2012). План заштите од удеса ФЛОТАЦИЈЕ „БОР”, Факултет заштите на раду у Нишу, Центар за управљање ризиком у радној и животној средини, Ниш.
- [47] Живковић Н., Анђелковић Б. (1993). Оцена еколошког ризика од продуката пожара и експлозија технолошких система, *Превентивни инжењеринг* Н^о.1, Превинг, Београд, 71-76.
- [48] Живковић Н., Анђелковић Б. (1996). Еколошки ризик као предпоставка еколошког осигурања, *Превентивни инжењеринг*, Н^о 2. Превинг, Београд, 21-25.
- [49] Живковић, Н. (2007). Етапе развоја методологије за управљање ризиком од опасних материја у Србији. *Ревизија рада*, 31, 8 - 30.
- [50] Зарић Р. (2011). Хитне интервенције као фаза циклуса управљања ризицима. *Завршни рад, Факултет техничких наука*, Департман за инжењерство заштите животне средине, Нови Сад.
- [51] IAEA-TECDOC-727, Safety Assessment Section, International Atomic Energy Agency, 1993.
- [52] Jakovlev, V.S. (1987). Hranenie neftoproduktov. *Problemi zaštiti okružajušćej sredi.* - 152.
- [53] Јаковљевић, В. (2006). Систем цивилне одбране. *Факултет цивилне одбране*, Београд.
- [54] Казубов, А.И. (1988). Експлуатација понтонов из пенополиуретанов в резервуарах со стационарными крышами. *Транспорт и хранение нефтепродуктов углеводородного сырья: Тем. обзор М.: ЦНИИТЭнефтехим.*, No 3. - 40.
- [55] Кековић З., Глишић, Г., Комазец, Н. (2010). Приступ методологији интегралног управљања ризиком у организацији. *Управљање кризама и организацијама*, Војно дело.
- [56] Кековић, З., Кешетовић, Ж. (2007). Хрестоматија-превенција кризе, *Факултет безбедности*, Београд.
- [57] Кешетовић, Ж. (2006). Кризни менаџмент – презентација В/С, *Факултет безбедности*, Београд.

- [58] Klatz T A. (1983). *HAZOP and HAZAN - Notes on the Identification and Assessment of Hazards*. Rugby, England: The Institution of Chemical Engineers.
- [59] Kletz T (1986). *HAZOP and HAZAN - Notes on the Identification and Assessment of Hazards. (2nd ed.)*. Rugby, UK: The Institution of Chemical Engineers.
- [60] Ковалено, В.П., Турчанинов В.Е. (1991). Состояние и перспективы развития резервуарных парков нефтбаз. М.: ВНИИОЭНГ., Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья: Тем.обзор.
- [61] Козлов, Б.Н. (1992). Газоуравнительная система резервуаров. *Транспрт и хранение нефтепродуктов: НТИС*. М.: ЦНИИТЭнефтехим. No 5., 5-8.
- [62] Комазец М. Н., Управљање ризицима као предуслов интегрисаног менаџмент система у организацији. Војна академија, Центар за обуку студената КоВ, *Војнотехнички гласник* 3/10, 146-161.
- [63] Кравченко, В.Ф. (1979). Трансаяский нефтепровод. Те. Обзор. М.:ВНИЭНГ., - 63.
- [64] Krumenacher, A. (1981). Krisnmanagment. *Industielle organisation*, Zurich.
- [65] Кукрика, М. (2002). У потрази за сигурношћу у несигурном свету. *Квалитет* 5/6, Београд, 40-41.
- [66] Lawrence, L.K., Clinton, J.A., Norman, F.S. (1974). Metode analize I projektovanja sistema. *Industrijski inženjering III, Privredni pregled*, Beograd.
- [67] Луковић З, Јокић-Јанковић З. (1994). Локализација и санација хаварија са опасним и токсичним материјама. *Хем.Инд.*, 48 (7-8), 163.
- [68] Луковић З., Миленковић З., Маринковић Г. (2004). Привремено упутство за процену и прогнозу хемијске ситуације при удесима са опасним материјама и при дејству по објектима у којима се налазе опасне материје. ГШ ВСЦГ, Београд.
- [69] Landert, C. (2003). Kriesenmanagement und Kommunikation im Wandel, *Dissertatio Univ St Gallen*.
- [70] Lapp, K., Roussakis, N. (1989). Safe guards cut tank explosion risk during gas flaring. *Oil and Gas S. /.* - N 33., 41 -44.
- [71] Марковић, Д., Цармати, Ш., Гржетић, И., Веселиновић, Д. (1996). *Физичкохемијски основи заштите животне средине - извори загађивања, последице и заштита (књига II)*. Београд: Универзитет у Београду.
- [72] Marshal V. (1987). Major Chemical Hazards. *Willey*, New York.
- [73] Матрјуков, Б. S. (2004). *Безопасность в чрезвычайных ситуациях*. Москва: Академия.
- [74] Матяш, В.П., Гумеров, М.Г., Фатхиев, Н.М. (1987). Пути сокращения нефтепродуктов от испарения в резервуарных парках НПЗ. *Транспорт и хранение нефтепродуктов углеводородного сырья: Тем.обзор*. М.: ЦНИИТ Энефтехим, - 51.
- [75] Меньшиков, Б. Б., Швыряев, А. А. (2003). *Опасные химические объекты и техногенный риск*. Москва: Государственный Университет имени М.В. Ломоносова.
- [76] Миланов М. (2011). Анализа примењивости циклуса катастрофалних догађаја у Србији на примеру поплава. *Дипломски – Мастер рад*, Факултета техничких наука, Департман за инжењерство заштите животне средине, Нови Сад.
- [77] Михајлов А. (2005). Одрживи развој и животна средина ка Европи у 95 корака. Привредна комора Србије и „Амбасадори животне средине”, Београд.

- [78] Молак, Б. (2007). Шта је управљање кризама, Чланак, Загреб.
- [79] Нартов, Е.П., Середенко, В.И., Исаев, Н.Б., Мойсејук, А.М. (1982). Системы и средства автоматизации товарно-сырьевого хозяйства нефтеперерабатывающих предприятий. *Транспорт и хранение нефтепродуктов углеводородного сырья: Тем.обзор*. М.: ЦНИИТЭнефтехим.
- [80] Нешкових М. (2011). Методе анализе ризика. *Завршни рад, Факултет техничких наука*, Департман за инжењерство заштите животне средине, Нови Сад.
- [81] Николић В., Живковић Н. (2010). Безбедност радне и животне средине, ванредне ситуације и образовање. Универзитет у нишу, Факултет заштите на раду, Ниш 2010. ISBN 978-86-60093-021-9, 335.
- [82] Николић, В. (2007). образовање као елемент управљања ванредним ситуацијама. *Ревуја рада*, 321/2007, 8 - 30.
- [83] Новчић ЈБ. Модел система за подршку одлучивању у ванредним ситуацијама, *Докторска теза*, Универзитет у Београду, Факултет безбедности.
- [84] Опће смернице за програме управљања ризицима (40 – CFR – 68), (2001)., Министарство заштите околиша и просторног уређења, Загреб.
- [85] Папић, ЈБ., Холовац, С. (1994). *Анализа врста, последица и критичности отказа (АВПКО), теоријски и практични аспекти. Методе анализе отказа система, Књига 1 (Ед.)*. Чачак: Истраживачки центар за поузданост и управљање квалитетом у техници.
- [86] Pauchant, T. C., Mitroff I. I. (1992). Transforming the Crisis-Prone Organizations: Preventing Individual, Organizational, and Environmental Tragedies. *Jossey Bass Publishers*, San Francisco, CA.
- [87] Račaiova, H. (2005). Failure Analysis as a Tool for Safety Improvement. Proceedings from CAES'2005: *International Conference on Computer - Aided Ergonomics and Safety*. Košice, Slovak Republic: Technical University of Košice, pp. 61-64.
- [88] Pearson, C. M., Clair J. A. (1998). Refirming Crisis Menagment. *Academy of Menagment Review* 23.
- [89] Poels, C. M. (1999). Occupational Safety and Health Management in an Organization with Worldwide Operations. Proceedings front European Workshop (Symposium Tb 100): *Occupational Health and Safety Management Systems*. Dortmund/Berlin, Germany: Publications Series from the Federal Institute for Occupational Safety and Health.
- [90] Power, M., & McCarty, L. (1998). A Comparative Analysis of Environmental Risk Assesment/Risk Management Frameworks. *Environ Sci Technol*, 32, 224A-231A.
- [91] Praprte zur Synthese, mannual 89, Merck- Schuchardt, s.741, 1989.
- [92] Прентовић, Р. (2001). Цивилна одбрана у демократском друштву. *Војно дело бр. 6*.
- [93] Привредни преглед од 13.08.2003. године.
- [94] Привредни преглед од 18.08.2003. године.
- [95] Приручник за прогнозу учинака нуклеарних и хемијских удара, ССНО, У АБХО-1182/2: Београд, 1987.
- [96] Приручник за разврставање и утврђивање приоритета међу ризицима изазваних великим несрећама у процесној и сродним индустријама, (2001)., ИАЕА – ТЕЦДОЦ – 727, Министарство заштите околиша и просторног уређења, Загреб.

- [97] Пројекат „Процена опасности од хемијског удеса и загађења животне средине за погоне РТБ-а Бор у Бору са Планом мера превенција приправности и одговора на удес и загађења животне средине“. *МИН Институт а.д Ниш*, Ниш, 2003/2004.
- [98] Пројекат увођења система управљања заштитом животне средине у складу са JUS ISO 14001 у фабрици лак жице Бор. *Министарство заштите животне средине Р. Србије*, 2002.
- [99] Прохоренко, Ф.Ф., Андреева, Г.А. (1991). Герметизированная система хранения испаряющихся нефтепродуктов в резервуарах и защита окружающей среды. Транспорт и хранение нефтепродуктов углеводородного сырья: Тем.обзор. М.: ЦНИИТ Энефтехим, - 52.
- [100] Rasche, T. (2001). *Risk Analysis Methods-a Brief Review*. Australia- The University of Queensland, Minerals Industry Safety and Health Centre.
- [101] Reason J (1990b). The Age of Organizational Accident. Proceedings from: *Nuclear Engineering International (July 1990)*, pp. 18-19.
- [102] Reason J (1990a). *Human Error*. Cambridge: Cambridge University.
- [103] Reason J. T. (1997). Framework Models of Human Performance and Error: A Consumer Guide. In L. P. Goodstein, H. B. Andersen & S. E Olsen (Eds.): *Tasks, Errors and Mental Models*. London: Teylor & Francis.
- [104] Reason, J T. (1987). Generic Error Modeling System: A Cognitive Framework for Locating Common Human Error Forms. In J. Rasmussen, K. Duncan, & J. Leplat, (Eds), *New Technology and Human Error (pp 63-83)*. Chichester: John Wiley & Sons.
- [105] Regester, M. Larkin, J. (2005). Risk Issues and Crisis Management / A Casebook of Best Practice, 3 edition, *Chartered Institute of Public Relation*, London /Sterling, VA.
- [106] Reid R., Scherwood T. (1965). The Properties of Gases and Liquids. *McGraw-Hill*.
- [107] Sage, A. (1995). *Systems Engineering for Risk Management. Computer Supported Risk Management*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 3-31.
- [108] Савић, С., Анђелковић, Б., Станковић, М., Борота, П. (2002). Специфичности система управљања ризиком. Зборник радова са I стручног саветовања: *Инжењерски ризик и хазард у урбаном систему Београда*. Београд: Скупштина града Београда, стр. 227-234.
- [109] Савић, С., Вујовић, Р., Станковић, М. (2003). Квалитет и ризици система радне средине. Зборник радова са националне конференције са међународним учешћем: *Оцена професионалног ризика-теорија и пракса*. Ниш: Факултет заштите на раду у Нишу, стр. 43-50.
- [110] Савић, С., Станковић, М. (2012). Теорија система и ризика. *Београд, Академска мисао*.
- [111] Сикавица, П., Бахтијаревић-Шибер, Ф., Полошки-Вокић, Н. (2008). Темљи менаџмента. *Школска књига*, Загреб.
- [112] Состояние и перспективы развития резервуаров. Отчёт о НИР. –М. (1986). Всесоюзныйнаучно-исследовательский институт государственной патентной экспертизы, - 67.
- [113] Сталетовић, Н. (2002). Управљање превентивним инжењерингом у технолошким системима. *Магистарска теза*, Факултет заштите на раду, Ниш.
- [114] Сталетовић, Н. (2005). Развој метода оцене и модела управљања еколошким ризиком у функцији одрживог развоја. *Докторска дисертација*, Универзитет у Новом Саду, Нови Сад.

- [115] Станковић, Б., Станојевић, Љ., Берберовић, Д. (1996). *Управљање ризиком од хемијског удеса (кроз прописе РС)*. Ниш: Институт за квалитет радне и животне средине „1. Мај”.
- [116] Станковић, М., Савић, С., Рашић, Б. (2006). О стратешким и оперативним плановима за управљање ванредним ситуацијама. Зборник радова SYMOPIC'06: *Симпозијум о операционим истараживањима*, (CD-издање). Београд, Факултет организационих наука.
- [117] Старков, М.В. (1976) Резервуары алюминевыми и синтетическими понтонами. *Транспорт и хранение нефтепродуктов: НТИС*. М.: ЦНИИТЭнефтехим., No 8., - 24-26.
- [118] Старчевић М. (2013). Развој система заштите од несрећа и акцидената с опасним тварима. *Ватрогарство и управљање пожарима*, бр. 2/2013, вол. 3, Загреб, 25-31.
- [119] Старчевић М. Упутства за интервенције у случају несрећа и акцидената с опасним тварима Emergency Response Intervention Cards ("ERI-KARTICE")
- [120] Стојановић, Б. (1997). Управљање технолошким ризиком – формалност или потреба. Зборник радова Ризик технолошких система и животна средина, Ниш, 1997. - 7.
- [121] Стојковић, Д. (2001). Управљање ризиком у борби. *Чланак, Нови гласник*, јануар-фебруар.
- [122] Стражевский, И.И., Эльнатов, А.И., Шаров, Б.А., Мамонтов, Г.Б. (1974). Азотное дыхание для емкостей с горючими жидкостями. Сер.: Охрана труда и техника безопасности. Очистка сточных вод от отходящих газов в химической промышленности. М.: НИИТЭнефтехим., No 8., - 38.
- [123] Сучков, В.П. (1985). Пожарная безопасность при хранении легковоспламеняющихся и горючих жидкостей на промышленных предприятиях. М.: Стройиздат. – 96.
- [124] Сучков, В.П. (1990). Исследование загазованности автомобильных наливных эстакад и обоснование направлений технических решений по повышению устойчивости объекта к возникновению и развитию пожара. *Отчёт о НИИР. Этап 4. „Обобщение результатов по загазованности. Обзор технических решений по повышению устойчивости наливных эстакад к возникновению и развитию пожара“*. М.: ВИПТШ МВД РФ. - 253.
- [125] Сучков, В.П. (1993). Провести исследования и одготовить исходные данные на разработку опытного образца сатуратора для защиты коммуникаций в системах улавливания нефтепродуктов. *Отчёт о НИИР*. М.: ВИПТШ МВД РФ, -40.
- [126] Cutton O. (1953). *Micrometeorology*, McGraw-Hill New York.
- [127] Takala, J. (1990). Prevention of industrial disaster-major hazard control. Ilo, Geneva.
- [128] Tifeev A., Mazanko A., Jagud B., Lapšin V., Aleksandrov A. (1990). Tehnika bezopasnosti pri hranenii, transpor-tirovanii i primenii hlora, Himja. 231-239.
- [129] Todorović, P. (1992). Систем заштите животне средине у Републици Србији. *XVIII Југословенско саветовање „Заштита животне средине и превенција инвалидности“*, Зборник радова.
- [130] Todorović, P., Čvorović, Z. (1995). Стратегија заштите животне средине у 21. веку. *Internacional conference, preventive engineerin and living environment, Faculty of occupational safety, Cccientific meeting 11*, Niš.
- [131] Тотх, И. (2001). Управљање заштитом и спасавањем у катастрофама. *Мере и средства за заштиту од тероризма*, Загреб, ИПРОЗ.

- [132] Ullmanns Encyklopadie der technischen Chemie, Losemittel, Band 16, Verlag Chemie, Weinheim, 1978.
- [133] UN/ECE EIA, Espoo Convention, 1991.
- [134] UN/ECE, Helsinki Convention, 1992.
- [135] TransAPELL - UNEP IE/PAC, 2000.
- [136] Управљање ризиком у хемијским комплексима. *Тема билтена*, Регионална привредна комора Панчево.
- [137] Управљање ризицима као предуслов Интегрисаног менаџмент система у организацији
- [138] Упутство за обезбеђење ВЈ од нуклеарних и хемијских удеса у миру, (1993). ГШ ВЈ, Београд.
- [139] Упутство о методологији за израду процене угрожености и планова заштите и спасавање у ванредним у ванредним ситуацијама („Службени гласник РС“ број 96/2012).
- [140] U.S. Environmental Protection Agency, (1998). Guidelines for ecological risk assessment. Washington, EPA/630/R-95/002Fa.
- [141] Утврђивање и процена опасности у локалној заједници, (2001)., Министарство заштите околиша и просторног уређења, Загреб.
- [142] Фатхиев, Н.М. (1991). Эксплуатация резервуаров с плавающей крышей. - М.: ЦНИИТЭнефтехим. *Транспорт и хранение нефтепродуктов углеводородного сырья: Тем.обзор.* - 87.
- [143] Fearn-Banks, K. (1996). Crisis communications: A Casebook Approach. *Lawrence Erlbaum Associates Publishers: Mahwah, W.*
- [144] Fink, C. (1986). Crisis Management: Planning for the Inevitable. *Amacom, New York.*
- [145] Franke C. (1997). Lehrbuch der Militarchemie, Band 1, part entgiftung und Entgiftungsmittel. Militärverlag, Berlin.
- [146] Handbook of air pollution Technology (ed.by C. Calvert, H. England), Wiley, New York, 1984.
- [147] Hmablin, R. L. (1958). Leadership and Crisis. *Cociometry 21.*
- [148] 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.
- [149] Хусеинбашић С. (2011). Приручник о стандардном оперативном поступку одговора на НХБРЕ инциденте. *Босна и Херцеговина Министарство безбедности*, Сарајево.
- [150] Цветковић, Д. (2006). Управљање ризицима, чланак. *Фестивал квалитета*, Крагујевац.
- [151] Charles, V. N., Leonard, G. M., Vatrogasna strategija i taktika, prevod.
- [152] Comer, M. K., Ceaver, D. A., Cillwell, W. G., & Gaddy, C D. (1984). Generating Human Reliability Estimates Using Expert Judgement (*Vol 1 and 2, NUREG/CR-3688, (CAND 84-7115)*). Washington, DC: Candia National Laboratory, Albuquerque, New Mexico, 87185 for Office of Nuclear Regulatory Research, UC Nuclear Laboratory Commission.
- [153] Чолоян, Г.С., Афанасьев, В.А. (1971). Резервуары са плаваючими крышами и понтонами. *Транспорт и хранение нефтепродуктов: Обзор зарубежной литературы.* М.:ВНИИОЭНГ, - 51.

- [154] Чупић, М., Тумала, В. М. (1997). Савремено одлучивање, метода и примена. Факултет организационих наука, Београд.
- [155] Шапић М. (1997). Како настаје научно дјело. Свјетлост, ООУР издавачка дјелатност, Сарајево.
- [156] Шарановић, Ј. (2004). Ангажовање жена у функцији рационалнијег располагања људским ресурсима у одбрани. *Докторска дисертација*. Факултет цивилне одбране, Београд.
- [157] Шепић М. (2013). Техничко – технолошки аспекти превенције и сузбијања тероризма. *Докторска дисертација*, Универзитет Сингидунум, Департман за последипломске студије Београд.
- [158] Яковлев, В.С. (1987). Хранение нефтепродуктов. *Проблемы защиты окружающей среды*. –М.:Химия, - 152.
- [159] Quaranteli, E. L. (1998). (ed.) What is Disaster?. *Routledge*, NY/London.

Б. Стандарди, директиве, закони, правилници и интернет адресе

- [160] BS IEC 61882:2001. *Hazard and Operability Studies (HAZOP Studies) - Application Guide*. Retrieved from <http://www.scribd.com/doc/24637115/BC-EEC-61882-2001-HAZOP-guide>.
- [161] Brza procena rizika po zivotnu sredinu i po zdravlje , Rehra 2, Ministry for the environment and territory , 2003
- [162] Закон о ванредним ситуацијама, „Службени гласник РС“, бр. 111/09, 92/11.
- [163] Закон о заштити животне средине Републике Србије, „Службени гласник РС“, бр. 135/2004,36/2009.
- [164] 40-CFP-68, SEPPO EPA 550-B-00-008, 1996.
- [165] ISO TC 223/SC, интернационални стандард за друштвену сигурност.
- [166] ISO 14001:2004 (SRPS ISO 14001:2007). Системи управљања заштитом животне средине - Захтеви са упутством за коришћење.
- [167] ISO 19011:2002. Смернице за проверавање система менаџмента квалитетом и система менаџмента заштитом животне средине.
- [168] OHSAS 18001:2005 (OHSAS 18001:2006). *Системи управљања заштитом здравља и безбедношћу на раду* - Захтеви.
- [169] OHSAS 18002:2005 (OHSAS 18002:2006). *Системи управљања заштитом здравља и безбедношћу на раду* - Упутство за примену OHSAS18001.
- [170] 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.
- [171] HACCP/ISO 22000:2005 (SRPS ISO 22000:2006). *Системи менаџмента безбедношћу хране* - Захтеви за сваку организацију у ланцу исхране.
- [172] ISO/DIS 9001:2000 – системи менаџмента квалитетом – захтеви. *Савезни завод за стандардизацију*. Београд, 2000.
- [173] Закон о заштити животне средине, „Службени гласник РС“ бр. 135/04.
- [174] Правилник о методологији за оцену опасности од хемијског удеса и од загађивања животне средине, мерама припреме и мерама за отклањање последица, "Службени гласник РС", бр. 60/94.

- [175] Правилник о класификацији, паковању, обележавању и оглашавању хемикалије и одређеног простора, „Службени гласник РС“, бр. 59/2010, 25/2011 и 5/2012.
- [176] Методологија за израду процене угрожености и планова заштите и спасавања у ванредним ситуацијама, Смјернице за означавање и пакирање у складу с уредбом (ЕЗ) бр. 1272/2008, Еуропска агенција за хемикалије, 2011.
- [177] Закон о хемикалијама, „Службени гласник РС“, бр. 36/2009.
- [178] Закон о заштити животне средине, „Службени гласник РС“, бр. 135/04.
- [179] Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађења животне средине, „Службени гласник РС“, број 135/04.
- [180] Закон о процени утицаја на животну средину, „Службени Сл. гласник РС“, бр. 135/04.
- [181] Уредба о превозу опасних материја у друмском и железничком саобраћају, „Службени гласник РС“, бр. 53/2002.
- [182] Максимално дозвољене концентрације шточљивих гасова, пара и аеросола у атмосфери радних просторија и радилишта, JUC Z.B0.001, 1991.
- [183] Правилник о граничним вредностима, методама мерења имисије, критеријумима за успостављање мерних места и евиденције података, „Службени гласник РС“, бр. 54, 1992.
- [184] Common Mechanism and Cumulative Effects, an IWG Issue Paper,
- [185] www.ncga.com/public_policy/foodquality/cumulati.pdf
- [186] Consideration of the FQPA Safety Factor and Uncertainty Factors in Cumulative Risk Assessment of Chemicals Sharing a Common Mechanism of Toxicity, U.C. Environmental Protection Agency, Office of Pesticide programs, Washington, 2002, www.epa.gov/pesticides/trac/science/consid_draft.pdf
- [187] General Principles For Performing Aggregate Exposure And Risk Assessments, Environmental protection Agency, Office of Pesticide Programs Washington, 2002, www.epa.gov/pesticides/trac/science/consid_draft.pdf
- [188] General Principles For Performing Aggregate Exposure And Risk Assessments, Environmental Protection Agency, Office of Pesticide programs, 2001, www.epa.gov/pesticides/trac/science/aggregate.pdf
- [189] Guidance on cumulative risk assessment, part 1. Planning and Coping, Science Policy Council U. C. Environmental Protection Agency, Washington 1997, www.epa.gov/brownfields/pdf/cmrisk2.pdf
- [190] Guidance on cumulative risk assessment, of Pesticide Chemicals That Have a Common Mechanism of Toxicity, U.C. Environmental Protection Agency, office of pesticide programs Washington, 2002,
- [191] www.epa.gov/pesticides/cumulative/Cum_Risk_AssessmentDTM.htm
- [192] Guidance for identifying pesticide chemicals and other substances that have a common mechanism of toxicity, 1999,
- [193] www.hc-sc.gc.ca/pmrarla/english/pdf/spn/spn2001-01.pdf
- [194] Response to public comments on the office of pesticide chemicals programs science policy document Guidance for performing aggregate exposure and Risk Assessment, Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs, 2001, www.epa.gov/pesticides/trac/science/aggregate_resp.pdf
- [195] Uses and Limitations of Risk Assessment for Risk Management Decision Making, www.riskworld.com/Nreports/1997/risk-rpt/volume2/html/v2epac.htm

13. ПРИЛОЗИ

13.1. ПРИЛОГ 1.

Слика 4.1.	Основни елементи приказа хемијског удеса	39
Слика 4.2.	Истицање течности кроз отвор пробушен у зиду	48
Слика 4.3.	Висина нивоа течности изнад тежишта отвора	49
Слика 4.4.	Површина великог отвора издели се на елементарне површине	50
Слика 4.5.	Течност истиче у течност кад је отвор потопљен	51
Слика 4.6.	Истицање кроз наглавке и отворе у дебелим зидовима	51
Слика 4.7.	Наглавак цилиндричног облика	52
Слика 4.8.	Истицање у животну средину при сталном дотицању	52
Слика 5.1.	Шема настанка ризика од спољне опасности	76
Слика 5.2.	Гrafички приказ величине ризика	77
Слика 5.3.	Фармеров дијаграм	86
Слика 5.4.	Критеријуми прихватљивости ризика у животној средини због акцидентних загађења	87
Слика 5.5.	Кораци процеса оцењивања ризика и ризик менаџмент (www.riskworld.com)	89
Слика 5.6.	Преглед процедура које прописује <i>REACH</i>	92
Слика 5.7.	Дијаграм процеса процене еколошког ризика (UC EPA, 1992) (oaspub.epa.gov/eims/eimscomm.getfile?p_download_id=36512)	94
Слика 5.8.	Фаза формулације проблема (oaspub.epa.gov/eims/eimscomm.getfile?p_download_id=36512)	95
Слика 5.9.	Пирамида ефеката на примеру тровања угљенмоноксидом (www.irr-neram.ca/pdf_files/primer/fyll_primer.pdf)	97
Слика 5.10.	Фаза анализе (oaspub.epa.gov/eims/eimscomm.getfile?p_download_id=36512)	100
Слика 5.11.	Једноставан пример односа стресор-одговор (oaspub.epa.gov/eims/eimscomm.getfile?p_download_id=36512)	103
Слика 5.12.	Процена ризика помоћу екстраполације ниске дозе, границе неизвесности у екстраполацији ниске дозе и процена прага токсичности (www.irr-neram.ca/pdf_files/primer/full_primer.pdf)	106
Слика 5.13.	Карактеризација ризика (oaspub.epa.gov/eims/eimscomm.getfile?p_download_id=36512)	107
Слика 5.14.	Технике процене ризика: крива стресор-одговор у односу на кумулативну дистрибуцију изложености (oaspub.epa.gov/eims/eimscomm.getfile?p_download_id=36512)	109
Слика 6.1.	Карактеристична стања система	113
Слика 6.2.	Илустрација ризика, Опасност (А) Повредивост (В) Ризик (А и В)	114
Слика 6.3.	Начелна структура организације за управљање ризицима	119
Слика 6.4.	Фазе менаџмента ризиком	121
Слика 6.5.	Циклус управљања акциденталним ризицима (Извор: http://ekageoinfo08.files.wordpress.com/2009/02/drm.jpg)	122

Слика 6.6.	Фазе циклуса управљања удесима (Извор: <i>Integrating Environmental Safeguards into Disaster Management</i>)	122
Слика 6.7.	Израда сценарија методом стабла догађаја	128
Слика 8.1.	Методологија управљања ризиком од удеса	144
Слика 8.2.	Начело дефинисања сценарија	147
Слика 8.3.	Шема распрострања хемијске контаминације: ПЗР - примарно захваћени рејон; НЗР - накнадно захваћени рејон	151
Слика 8.4.	Графички приказ методологије процене ризика	174
Слика 8.5.	Процена вероватноће настанка удеса	176
Слика 8.6.	Пример графикана контура индивидуалног ризика	211
Слика 8.7.	Топографска карта индивидуалног ризика (В. А. Акимов и сар., 2002.)	211
Слика 8.8.	Модел интегрисаног система управљања ризицима	216
Слика 8.9.	Ревизија унутарњих планова због домино ефекта	217
Слика 9.1.	Мере превенције, приправности и одговора на удес	219
Слика 9.2.	Општа шема одговора на хемијски удес у фабрици „Галеника“	231
Слика 9.3.	Предлог организационе шеме одговора на удес при складирању и руковању опасним материјама	235
Слика 9.4.	Шематски приказ организације радова у рејону ликвидације последица хаварије са ОпМат	254
Слика 10.1.	Организациона шема система за управљање ризиком у ванредним ситуацијама у Републици Србији	260
Слика 10.2.	Структура Управе за превентивну заштиту	261
Слика 10.3.	Структура Управе за ватрогасне и спасилачке јединице	261
Слика 10.4.	Структура Управе за управљање ризиком	262
Слика 10.5.	Структура Управе за цивилну заштиту	263
Слика 10.6.	Структура Националног тренинг центра за ванредне ситуације	263
Слика 10.7.	Структура Управе за ванредне ситуације у Београду	264

13.2. ПРИЛОГ 2.

Табела 3.1.	Критеријуми за дефинисање опасног отпада	27
Табела 5.1.	Класификације ризика	83
Табела 5.2.	Класификација и карактеристике врста ризика	83
Табела 5.3.	Класификација извора и нивоа ризика од смрти човека у индустријски развијеним земљама (Р - број смртних случајева људи - 1 година - 1)	85
Табела 6.1.	Основна правила вредновања фактора ризика	131
Табела 8.1.	Присуство водених токова	160
Табела 8.2.	Селектовање информација које се прикупљају при одређивању зоне потенцијалног ризика	168
Табела 8.3.	Информације потребне за примену модела дисперзије у атмосферу	169
Табела 8.4.	Фактори увећања који се односе на компоненте животне средине и на антрополошке компоненте	172
Табела 8.5.	Критеријуми за процену вероватноће настанка удеса	178
Табела 8.6.	Матрица вероватноће	178
Табела 8.7.	Критеријуми за процену могућих последица према Методологији <i>JRC Major Accident Reporting System - MARS (EC/JRC, 1993)</i>	180
Табела 8.8.	Матрица последица	181
Табела 8.9.	Матрица ризика	181
Табела 8.10.	Критеријуми ризика на основу вероватноће настанка удеса и могућих последица	182
Табела 8.11.	Интегрална шема за одређивање ризика	183
Табела 8.12.	Критеријуми за прорачун ризика	184
Табела 8.13.	Класификација индекса ризика датих постројења (<i>IRI</i>)	206
Табела 8.14.	Класификација индекса ризика објеката (<i>ERI</i>)	207
Табела 8.15.	Врсте и функције управљачких система	215
Табела 9.1.	Одговор на хемијски акцидент	233
Табела 9.2.	Шема одговора на удес на примеру Флотације Бор	236
Табела 9.3.	Подела РХБ деконтаминације	248
Табела 9.4.	Зависност између објеката, метода деконтаминације и поступака и начина примене материја за РХБ деконтаминацију	249
Табела 10.1.	Општи подаци о удесу	275
Табела 10.2.	Евидентирање и регистровање удеса	280
Табела 10.3.	Садржај извештаја на удес према захтевима <i>JRC Major Accident Reporting system - MARS</i>	281

13.3. ПРИЛОГ 3.

ADN	Европски споразум о међународном транспорту опасних добара унутрашњом пловидбом (<i>fr. Accord europeen relatif au transport international Des marchandises dangereuses par voies de Navigation interieures</i>)
ADR	Европски споразум о међународном превозу опасних материја у друмском саобраћају (<i>fr. Accord europeen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route</i>)
AEB	Еволуција акцидента и метод баријере (<i>eng. The Accident Evolution and Barrier function</i>)
AEGL	Ниво акутне изложености (<i>eng. Acute Exposure Guideline Level</i>)
AIHA	Америчка асоцијација за индустријску хигијену (<i>eng. American Industrial Hygiene Association</i>)
ALARP	Што је могуће ниже (<i>eng. As Low As Reasonably Practicable</i>)
APELL	Свест и приправност за опасности на локалном нивоу (<i>eng. Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level</i>)
BLEVE	Експлозија пара кључале течности (<i>eng. Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion</i>)
CA	Анализа промена (<i>eng. Change Analysis</i>)
CAM	Модел анализе последице (<i>eng. Consequence Analysis Models</i>)
CAS	Јединствени регистарски број неке хемијске супстанце (<i>eng. Chemical Abstracts Service</i>)
CENR	Дијаграм узрок - последица (<i>eng. Cause Consequence Diagram</i>)
CIM	Међународна конвенција о превозу робе железницом (<i>fr. Convention International concernant le transport des Merchandise par chemin de fer</i>)
CLP	Регулатива о класификацији, означавању и паковању хемикалија (<i>eng. Regulation on classification, Labelling and Packaging</i>)
CR	Индивидуални канцерогени ризик (<i>eng. Individual Cancerogenic risk</i>)
CREAM	Когнитивна поузданост и метод анализе грешке (<i>eng. Cognitive Reliability and Error Analysis Method</i>)
CTA	Когнитивна анализа задатка (<i>eng. Cognitive Task Analysis</i>)
DA	Анализа одступања (<i>eng. Deviation Analysis</i>)
DEFRA	Одељење за животну средину, храну и руралне послове (<i>eng. Department for Environment, Food & Rural Affairs</i>)
DPD	Директива о приправности у опасности (<i>eng. Dangerous Preparation Directive</i>)
DSD	Директива о опасним супстанцама (<i>eng. Dangerous Substance Directive</i>)
EA	Анализа енергије (<i>eng. Energy Analysis</i>)
EC	Ефективна концентрација (<i>eng. Effective Concentration</i>)
ED	Ефективна доза (<i>eng. Effective Dose</i>)
EEC	Европска економска комисија (<i>eng. European Economic Community</i>)
EMS	Систем менаџмента животном средином (<i>eng. Environmental Management System</i>)

EPA	Америчка агенција за заштиту животне средине (<i>eng. The United States Environmental Protection Agency</i>)
ERPG	Упутство за планирање ангажовања интервентних тимова (<i>eng. Emergency Response Planning Guideline</i>)
ETA	Анализа стабла догађаја (<i>eng. Event Tree Analysis</i>)
EU	Европска унија (<i>eng. European Union</i>)
FMECA	Анализа начина, ефеката (и критичности) отказа (<i>eng. Failure Mode And Effects and Criticality Analysis</i>)
FTA	Анализа стабла грешке (<i>eng. Fault Tree Analysis</i>)
GHS	Глобални хармонизовани систем за класификацију и обележавање хемикалија
GMATC	Геометријска средина NOAEL-а и LOAEL-а (<i>eng. Geometric mean of NOAEL and LOAEL-a</i>)
HACCP	Анализа хазарда и контрола критичних тачака (<i>eng. Hazard Analysis & Critical Control Points</i>)
HazOp	Студије хазарда и операбилности (<i>eng. Hazard and Operability Study</i>)
HEA	Анализа грешке човека (<i>eng. Human Error Analysis</i>)
HRA	Процена поузданости човека (<i>eng. Human Reliability Assessment</i>)
HSNO	Опасне материје и нови организми (<i>eng. Hazardous Substances and New Organisms</i>)
HTA	Хијерархијска анализа задатка (<i>eng. Hierarchical Task Analysis</i>)
HCE	(<i>eng. Health and Safety Executive</i>)
ICAO	Међународна организација цивилног ваздухопловства (<i>eng. International Civil Aviation Organization</i>)
IDLH	Концентрације које су тренутни опасно по живот и здравље (<i>eng. Immediately Dangerous to Life and Health</i>)
ILO	Међународна организација за рад (<i>eng. International Labour Organization</i>)
IMDG	Међународних правила о транспорту опасних производа морем (<i>eng. International Maritime Dangerous Goods Code</i>)
ISO	Смернице за управљање животном средином (<i>eng. International Organization for Standardization</i>)
ISRS	Међународни систем нормирања безбедности (<i>eng. International Safety Rating System</i>)
IWIC	Међународни кодекс за идентификацију отпада (<i>eng. Internationall Waste Identification Code</i>)
JSA	Анализа безбедности рада (<i>eng. Job Safety Analysis</i>)
KTF	Корекциони температурни фактор (<i>eng. Temperature correction factor</i>)
LC	Смртна концентрација (<i>eng. Lethal Concentration</i>)
LCL ₀	Најнижа смртна концентрација (<i>eng. Lowest Lethal Concentration</i>)
LD	Смртна или летална доза (<i>eng. Lethal Dose</i>)
LDL ₀	Најмања објављена смртна доза (<i>eng. Lowest Published Lethal Dose</i>)
LEL	Доња граница експлозивности (<i>eng. Lower Explosion Limit</i>)

LFA	Фактор течности на температури 25 °C (<i>eng. Liquid Factor at temperature 25 °C</i>)
LFB	Фактор течности на температури кључања (<i>eng. Liquid Factor at boiling temperature</i>)
LOAEL	Најмање уочен штетан ефекат (<i>eng. The Lowest Observed Adverse Effect Level</i>)
MATC	Максимално прихватљива концентрација токсичности (<i>eng. Maximum Acceptable Toxicant Concentration</i>)
MORT	Пропуст менаџмента и стабло ризика (<i>eng. Management Oversight and Risk Tree</i>)
NEPM	Националне мере за заштиту животне средине (<i>eng. National Environmental Protection Measures</i>)
NFPA	Национална агенција за заштиту од пожара (<i>eng. The National Fire Protection Agency</i>)
NOAEL	Без уоченог штетног ефекта (<i>eng. The No Observed Adverse Effect Level</i>)
NOEL	Без уоченог ефекта (<i>eng. The No Observed Effect Level</i>)
NRC	Национални истраживачки центар (<i>eng. National Research Centre</i>)
OECD	Организација за економску сарадњу и развој (<i>eng. Organisation for Economic Cooperation and Development</i>)
OHSAS	Сервиси за саветовање о безбедности и здравље на раду (<i>eng. Occupational Health & Safety Advisory Services</i>)
OSHA	Администрација за безбедност и здравље на раду (<i>eng. Occupational Safety and Health Administration</i>)
PCR	Канцерогени ризик популације (<i>eng. Population Cancerogenic risk</i>)
PEA	Потенцијално угрожене зоне ризика (<i>eng. (eng. Potential Exposure Areas)</i>)
POP	Постојани органски загађивачи (<i>eng. Persistent Organic Pollutants</i>)
QMS	Систем менаџмента квалитетом (<i>eng. Quality Management System</i>)
REACH	Регистрација, процена, ауторизација и ограничења хемикалија (<i>eng. Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of CHemicals</i>)
REHRA	Процена ризика радне и животне средине (<i>eng. Rapid Environment and Health Risk Assessment</i>)
RHI	Класификација опасних материја методом (<i>eng. Reaction Hazard Index</i>)
RID	Међународни правилник о превозу опасне робе (<i>fr. Reglement International concernant le transport des marchandises Dangereuses</i>)
RM	Матрица реакције (<i>eng. Reaction Matrix</i>)
RMA	Асоцијација за управљање ризицима (<i>eng. Risk Management Association</i>)
SCHAZOP	Студија културе безбедности, опасности и операбилности (<i>eng. Safety Culture Hazard and Operability Study</i>)
SFA	Анализа функције безбедности (<i>eng. Safety Function Analysis</i>)
SHE	Аудит безбедности, здравља и окружења (<i>eng. Safety, Health and Environment audit</i>)
SPEGL	Упутство за краткорочни план за ванредне ситуације (<i>eng. Short-Term Public Emergency Guidance Level</i>)

STEP	Секвенцирање мултилинеарних догађаја (<i>eng. Multilinear Events Sequencing</i>)
TC	Токсичне хемикалије (<i>eng. Toxic Chemicals</i>)
TCLP	Токсичне карактеристике отпадних вода (<i>eng. Toxicity Characteristic Leachate Procedure</i>)
TCR	Укупни канцерогени ризик (<i>eng. Total Cancerogenic risk</i>)
TD	Токсична доза (<i>eng. Toxic Dose</i>)
TDI	Толерантни дневни унос (<i>eng. Tolerable Daily Intake</i>)
THERP	Техника за предвиђање нивоа људске грешке (<i>eng. Technique for Human Error Rate</i>)
TransAPELL	Савети за планове локалне заједнице у поступању са транспортом опасних материја
UEL	Горња граница експлозивности (<i>eng. Upper Explosion Limit</i>)
UNEP	Програм Уједињених Нација за заштиту животне средине (<i>eng. United Nations Environment Programme</i>)
USEPA	Америчка агенција за заштиту животне средине (<i>eng. United States Environmental Protection Agency</i>)
UV	Ултраљубичасто (<i>eng. Ultra Violet</i>)
UVCE	Експлозија неограниченог гасног облака (<i>eng. Unconfined Vapor Cloud Explosion</i>)
VCE	Експлозија гасног облака (<i>eng. Vapor Cloud Explosion</i>)
АЦВ	Аутомобил цистерна за воду
АЦД	Аутомобил цистерна за деконтаминацију
ГВЕ	Граничне вредности емисије (<i>eng. Emission limit values</i>)
КОЗ	Концентрација од значаја (<i>eng. Concentration of interest</i>)
МДК	Максимално дозвољена концентрација (<i>eng. Maximum allowed concentrations</i>)
НЗР	Накнадно захваћен рејон (<i>eng. Subsequent affected area</i>)
ПЗР	Примарно захваћен рејон (<i>eng. Primarily affected area</i>)
САД	Сједињене Америчке Државе (<i>eng. United States of America</i>)

14. БИОГРАФИЈА

Кандидат Света Цветановић рођен је 04.10.1961. године у Доњем Драговљу. Стално место боравка му је у Нишу. Ожењен је и отац двоје деце.

Основну школу завршио је у Доњем Душнику, а Машинску техничку школу завршио је у Нишу. После завршене машинско техничке школе уписао је Факултет заштите на раду у Нишу, на коме је дипломирао 1986. године. Из групе предмета од значаја за предмет за који се бира има просечну оцену 10. За време студирања, 1983. године добио је октобарску награду Универзитета у Нишу као студент генерације.

Последипломске студије на Факултету заштите на раду завршио је успешном одбраном магистарске тезе „Ризик од пожара и експлозије у процесу атмосферске ректификације нафте“ 1994. године.

После дипломирања радио је у АИК-у Шабац на пословима руководиоца службе заштите од пожара и заштите на раду до 1990. године.

Од 09.04.1990. године ради на Факултету заштита на раду, где је изабран за асистента приправника за предмет *Тактика гашења пожара*. Поред основног изборног предмета од 1991. године поверено му је извођење вежби из предмета *Опрема и уређаји за гашење пожара*, а од 2008. године поверено му је извођење вежби и из предмета *Руковање запаљивим и експлозивним материјама*. Од 2010. године на Дипломским академским студијама на смеру Заштита од пожара изводи вежбе на предметима *Системи за гашење пожара и Тактика интервенција и спасавања*, и на смеру Управљање ванредним ситуацијама изводи вежбе на предметима *Интервентне и логистичке јединице и Санација удеса*.

Завршио је два семинара и то:

Семинар	Реаговање у хемијским акцидентима
Број сати	40
Организатор	Министарство унутрашњих послова, Министарство за заштиту животне средине и Европска агенција за реконструкцију
Време и место	Јун 2005, Нишка Бања

Семинар	Заштита и спасавање у акцидентним ситуацијама здружених снага 14 земаља Европске Уније
Број сати	40
Организатор	Министарство одбране
Време и место	Април 2010, Ниш

Научно-стручни радови

1. Цветановић С., Специјалне методе гашења пожара у хемијским индустријама; Зборник радова, (стр. 57-68), III Југословенско саветовање о заштити од пожара, Нови Сад, 1989.
2. Цветановић С., Веселиновић С., Класичне методе гашења пожара у нафтној индустрији у функцији заштите животне средине; Зборник радова, (стр. 230-234), IX Научни скуп, Петрохемија и животна средина, Ниш, 1992.
3. Живковић С., Цветановић С., Методе прогнозирања евакуационих зона при хаварији постројења са веома опасним материјама; (стр. 72-82), IX Научни скуп, Петрохемија и животна средина, Ниш, 1992.
4. Цветановић С., Јанковић Ж., Оцена пожарне угрожености процеса атмосферске ректификације нафте и предлог за побољшање система заштите од пожара; Превентивни инжењеринг, Београд, 1993.
5. Цветановић С., Јанковић Ж., Милутиновић С., Систем заштите од пожара у процесу атмосферске ректификације нафте; (стр. 53-59), IV Југословенско саветовање заштите од пожара, Нови Сад, 1994.
6. Милутиновић С., Цветановић С., Симулација топлотног тока унутар бетонско правоугаоног пресека изложеног дејству пожара; (стр. 105-112), IV Југословенско саветовање заштите од пожара, Нови Сад, 1994.
7. Цветановић С., Јанковић Ж., Анализа поузданости опреме за заштиту од пожара; (стр. 275-282), IV Југословенско саветовање заштите од пожара, Нови Сад, 1994.
8. Цветановић С., Оптимизација система заштите од пожара атмосферске ректификације нафте; (стр. 32-1 – 32-3), X Научни скуп Човек и радна средина, Међународна конференција, Ниш, 1994.
9. Живковић Н., Анђелковић Б., Цветановић С., Пројектовање еколошке безбедности процеса угрожених пожарима и експлозијама; (стр.5-9), Превентивни инжењеринг, Превинг, Београд, 1995.
10. Вучковић Љ., Цветановић С., Ризик и оцена пожарне опасности од електричне енергије; (стр. Д15-1 - Д15-5), Међународна конференција, Превентивни инжењеринг и животна средина, Ниш, 1995.
11. Цветановић С., Живковић Н., Вучковић Љ., Анализа губитка нафте и нафтних деривата у резервоарима са становишта еколошке безбедности; (стр.Д15-1 – Д15-5), Међународна конференција, Превентивни инжењеринг и животна средина, Ниш, 1995.
12. Цветановић С., Томановић Д., Милутиновић С., Развој и примена модела за локацију ватрогасних јединица; (стр. 323-330), V Југословенско и II међународно саветовање заштите од пожара, Нови Сад, 1996.
13. Цветановић С., Станчев Б., Физичка припрема ватрогасаца за гашење пожара на висинама; (стр. 351-354), V Југословенско и II међународно саветовање заштите од пожара, Нови Сад, 1996.
14. Цветановић С., Милутиновић С., Нумеричко израчунавање отпорности на дејство пожара АБ елемената оптерећених на притисак; (стр. 131-138), V Југословенско и II међународно саветовање заштите од пожара, Нови Сад, 1996.

15. Живковић Н., Цветановић С., Еколошка безбедност нових технологија; Југословенска и инострана документација заштите радне и животне средине, Ниш, 1996.
16. Цветановић С., Петковић Д., Крстић Д., Прорачун електричног поља у делимично напуњеном цилиндричном резервоару; (стр.55-60), Међународна конференција, Ризик технолошких система и животна средина, Ниш, 1997.
17. Цветановић С., Петковић Д., Крстић Д., Смањење ризика од статичког електрицитета при транспорту нафтних деривата кроз цевоводе; (стр.103-107), Међународна конференција, Ризик технолошких система и животна средина, Ниш, 1997.
18. Цветановић С., Петковић Д., Крстић Д., Електростатички модел цевовода са нафтним дериватима са аспекта заштите од пожара; (рад под редним бројем 13 у делу 2), Превентивни инжењеринг, Превинг, Београд, 1997.
19. Цветановић С., Јовановић Д., Благојевић М., Предлог система заштите од пожара у процесу атмосферске ректификације нафте (рад под редним бројем 15 у делу 2), Превентивни инжењеринг, Превинг, Београд, 1997.
20. Цветановић С., Николић С., Пренос масе и биланс топлоте при пожарима ваздухоплова; VI Југословенско и III међународно саветовање заштите од пожара, Нови Сад, 1998.
21. Cvetanović S., Fire Safety at Natural Gas Warehouses, International Symposium „Utilisation of Natural Gas“; Makedonia, Skopje, 2000.
22. Cvetanović S., Modeling and Analysis for Hazardous Materials Transpotation, International Sceintific Conference - Safety Engineering; Ostrava 2004.
23. Томановић Д., Цветановић С., Симулатор параметара пожара, (стр. 50-53), Техничка дијагностика, Научно стручни часопис, Београд, 2005.
24. Cvetanovic S., Pesic D., "*Managing of hazardous materials accidents*", XIX international scientific conference "Fire protection 2010", pp. 43-48, Technical University in Ostrava, Ostrava, 2010.
25. Popović D., Đorđević A., Milošević L., Cvetanović S., "*Kinetics of uncontrolled hydrocarbon combustion*" XIX international scientific conference "Fire protection 2010", pp. 257-226, Technical University in Ostrava, Ostrava, 2010.
26. Михајловић Е., Пешић Д., Цветановић С., „*Узроци настанка пожара са домино ефектом*“, Зборник радова 2. међународног научног скупа Безбедоносни инжењеринг и 12. међународна конференција Заштите од пожара и експлозија, Нови Сад, ISBN: 978-86-84853-77-8, 2010, 163 - 173.
27. Pešić D., Mihajlović E., Cvetanović S., *Firefighters risk during sanitation of chemical accidents*, Sbornik prednášek XIX ročníku mezinárodní konference „Požární ochrana 2010“, ISBN: 978-80-7385-087-6, ISSN: 1803-1803, Ostrava, 2010, pp. 241-245.
28. Cvetanović S., Pešić D., Mihajlović E., *The model of scenario in the function of managing extraordinary situations*, Zbornik prednášek XIX ročníku mezinárodní konference „Požární ochrana 2010“, ISBN: 978-80-7385-087-6, ISSN: 1803-1803, Ostrava, 2010, pp. 49-52.
29. Cvetanović S., Popović D., Mihajlovic E., "*A new approach to fire safety system in the process of atmospheric rectification of oil*" XX international scientific conference "Fire protection 2011", ICBN: 978-80-7385-102-6, ISSN: 1803-1803, Technical University in Ostrava, Ostrava, 2011., pp. 27-31

30. Mihajlović E., Radosavljević E., Živković N., Djordjević A., Cvetanović C., Živković Lj., Raos M., „*Determining the Rate of Biobriquette Combustion*“, The 24th International Conference on Efficiency, Coast, Optimization, Cimulation and Environmental Impact of Energy Systems, ECOC 2011, Novi Sad, book of Abstracts, s.454.
31. Mihajlović E., Radosavljević J., Đorđević A., Cvetanović C., Nikolić A., „*Proposal for Equations to Calculate Flammability Limits of Mixtures, Containing Air, Fuel, and Inert Gas*“, Proceedings the 16th Conference of the series Man and Working Environment, International Conference Safety of Technical Systems in Living and Working Environment, ISBN 978-86-6093-035-6, University of Niš, Faculty of Occupational Safety in Niš, October 2011, s. 51-59.
32. Д. Пешић, Л. Милошевић, С. Цветановић, "Процена носеће способности грађевинских конструкција оштећених у пожару", Техника, година LХVII 2011, бр. 1, Наше грађевинарство 65 (2011), стр. 21-26, Савез инжењера и техничара Србије, Београд, 2011.
33. Cvetanović C., Popović D., Mihajlović E., Pešić D., A new approach to fire safety system in the process of atmospheric recification of oil, Zbornik vedeckysch praci Vysoke školy banske-Technicke univerzity Ostrava, Rada bezpečnostni inženurstvi, III international scientific conference "Fire protection 2011", pp. 39-43, Ostrava, 2011.
34. Пешић Д., Цветановић С., Милошевић Л., "Својство бетона у условима пожара", Техника, година LХVII 2012, бр. 2, Наше грађевинарство 66, стр. 193-199, Савез инжењера и техничара Србије, Београд, 2012.
35. Mihajlović E., Cvetanović C., Đorđević A., Krstić I., Popović D., PVC materials fire retardants, Facta universitatis, Series: Working and Living Envirnmental Protection, University of Nis, 2012.
36. Ђорђевић Г., Стефановић Р., Цветановић С., Ризик и управљање ризиком у промету експлозивних материја у оквиру тренутних законских прописа у Републици Србији, (стр. 21-29), Часопис за заштиту на раду, правну, здравствену, еколошку и заштиту од пожара, Београд, 2014.
37. Цветановић С., Поповић Д., Појмовно одређење и класификације извора загађења животне средине, (стр. 129-136), 2. Саветовање-управљање ризицима, Зборник радова Високе техничке школе, Пожаревац, 2014.

15. ИЗЈАВЕ АУТОРА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ



Универзитет у Нишу

Изјава 1.

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Изјављујем да је докторска дисертација, под насловом:

Интегрални модел системског приступа управљања ризиком од хемијских удеса на локалном нивоу

која је одбрањена на Факултету заштите на раду у Нишу Универзитета у Нишу

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да ову дисертацију, ни у целини, нити у деловима, нисам пријављивао/ла на другим факултетима, нити универзитетима;
- да нисам повредио/ла ауторска права, нити злоупотребио/ла 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, _____

Аутор дисертације: мр Света Г. Цветановић

Потпис аутора дисертације:



Универзитет у Нишу

Изјава 2.

**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНОГ И ЕЛЕКТРОНСКОГ ОБЛИКА
ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Име и презиме аутора: мр Света Г. Цветановић

Наслов дисертације: **Интегрални модел системског приступа управљања ризиком
од хемијских удеса на локалном нивоу**

Ментор: др Данило Поповић

Изјављујем да је штампани облик моје докторске дисертације истоветан електронском облику, коју сам предао/ла за уношење у **Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу**.

У Нишу, _____

Потпис аутора дисертације:



Универзитет у Нишу

Изјава 3.

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Никола Тесла“ да, у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, унесе моју докторску дисертацију, под насловом:

Интегрални модел системског приступа управљања ризиком од хемијских удеса на локалном нивоу

Дисертацију са свим прилозима предао/ла 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 одлучио/ла.

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)

(Молимо да подвучете само једну од шест понуђених лиценци; кратак опис лиценци је у наставку текста).

У Нишу, _____

Аутор дисертације: мр Света Г. Цветановић

Потпис аутора дисертације:
