

РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

МИНИСТЕРСТВО НА ОКОЛНАТА СРЕДА И ВОДИТЕ

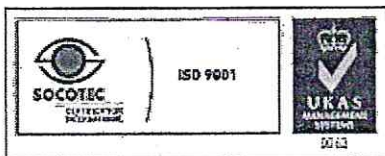
УТВЪРДИЛ:

Министър на околната среда и водите



ОЦЕНКА НА ОПАСНОСТИТЕ ОТ ГОЛЕМИ АВАРИИ С ОПАСНИ ВЕЩЕСТВА КРИТЕРИИ И ПОДХОД

2021г.



София, 1000, бул. „Кн. Мария Луиза” 22



Оценка на опасностите от големи аварии с опасни вещества от Приложение № 3 на Закона за опазване на околната среда (ЗООС) на предприятията с висок и нисък рисков потенциал

Анотация

Целта на документа е да предостави насоки за оценката на опасностите от големи аварии с опасни вещества от Приложение №3 на ЗООС за предприятията с висок и нисък рисков потенциал на територията на Република България в съответствие с изискванията на Глава седма, раздел първи на ЗООС, който транспонира изискванията на Директива 2012/18/ЕС (Севезо III).

Той служи като методическо ръководство и представя, обосновава и установява подход за оценка на опасностите от големи аварии с опасни вещества от Приложение № 3 от ЗООС. Подходът при оценката на риска от големи аварии, т.е. последователността на обработката на входните данни, изпълнението на всеки етап от анализа и обработката на изходните данни, гарантира, че се спазват едни и същи критерии за оценка. По този начин се постига висока съпоставимост, надеждност и обективност на резултатите, получени от анализа и тяхното прилагане в областта на управлението на риска.

В първата част на документа е описана накратко концепцията на анализ на риска. Следва преглед на някои от използваните методи/техники за идентифициране и оценка на риска, като са оценени потенциалните им възможности за идентифицирането и количественото определяне на риска от големи аварии.

В следващата част е описан подходът за идентифициране и оценка на риска на опасностите от големи аварии с опасни вещества от Приложение № 3 на ЗООС и е представена методика за оценка на опасностите от големи аварии с опасни вещества.

Документът е предназначен да бъде полезен при:

- Разработването на анализ на риска.
- Определянето на степента на детайлност, с която трябва да се извърши анализа на риска в съответствие с условията на предприятията и тяхната околна среда.
- Разработването на аварийни планове (вътрешни и външни).
- Устройственото планиране на територията (Земепланирането).
- Разработването на други документи с подходи и цели, различни от посочените.

С оглед на гореизложеното документът е насочен основно към операторите на предприятията с висок и нисък рисков потенциал на територията на Р България и компетентните органи отговорни за оценка на документацията и контрола на тези предприятия.

Изграждането на предприятия, както и на големи, взаимосвързани промишлени и енергийни комплекси, реконструкцията и модернизацията на остарели производства и операции, повишаването на тяхната производителност и икономическа ефективност, както и трансфера на високорискови технологии и производство носят със себе си специфични индивидуални и социални рискове в допълнение към очевидното техническо развитие и социален напредък. Тези рискове са свързани и с употребата на опасни вещества и възможността за големи аварии с тези вещества с потенциални последици за човешкото здраве, имуществото и околната среда. Предприятията с нисък и висок потенциал се считат за опасни обекти въз основа на това, че в тях се обработват, съхраняват или използват опасни вещества в такива обеми, че изпускането на веществото(ата) може да доведе до сериозна авария на обекта или в заобикалящата го среда.

Опасност е присъщо свойство на дадено опасно вещество или физическа ситуация с потенциал за причиняване на вреди/щети върху човешкото здраве и/или околната среда.

Риск е вероятността от специфично въздействие, настъпващо в рамките на определен период от време или при определени обстоятелства.

Рискът е сложна функция от опасности, свързани с определена система, вероятността една опасност да резултира в нежелано събитие, последици от това събитие и уязвимостта на изложената на опасност околна среда.

Европейският съюз (ЕС), Организацията за икономическо сътрудничество и развитие (ОИСР), Икономическата комисия за Европа на ООН (ИКЕ на ООН), Международната организация на труда (МОТ) и Световната здравна организация (СЗО), в сътрудничество с други международни организации и сдружения, приеха съответните международни конвенции, директиви и регламенти за определяне, локализиране и минимизиране на тези рискове.

Настоящият документ съдържа насоки за оценката на риска на опасностите от големи аварии с опасни вещества от Приложение № 3 на ЗООС за предприятията с висок и нисък рисков потенциал на територията на Р България и представя различни методи/техники за анализ на риска, както и критерии за техния подбор.

Документът има за цел да установи принципите на оценката на опасностите от големи аварии с опасни вещества от Приложение № 3 на ЗООС в съответствие с националното законодателство, т.е. да представи, обоснове и установи обективен, систематичен подход за оценка на риска от големи аварии.

Областта на оценката на риска постоянно се развива, както по отношение на нашето разбиране за големите аварии, така и по отношение на критериите, които следва да се използват за оценка на резултатите. Не може да се очаква този документ да обхваща всяка ситуация. Той има за цел да осигури стабилна първоначална основа за оценка, като следва да се има предвид, че ще има нужда от актуализиране и усъвършенстване на конкретни аспекти от него и адаптиране към техническия прогрес.

Документът е с препоръчителен характер, което предполага, че операторите на предприятията могат да се използват и методики/методологии, различни от описаните, при условие, че отговарят на посочените цели на анализа на риска, предоставят гаранции за тяхната адекватност и надлежно обосновават тяхната употреба.

СЪДЪРЖАНИЕ:

1. ВЪВЕДЕНИЕ	4
Риск.....	4
Управление на риска.....	5
Индентифициране на опасностите и анализ на риска.....	6
Общи принципи на анализа на риска.....	8
Планиране на работа по анализ и оценка на риска.....	10
Предизвикателства пред оценката на риска.....	11
2. НОРМАТИВНИ ИЗИСКВАНИЯ	11
3. ОБХВАТ	15
4. ЦЕЛИ	15
5. ДЕФИНИЦИИ	15
6. ПРЕГЛЕД И КРАТКО ОПИСАНИЕ НА МЕТОДИТЕ/ТЕХНИКИТЕ ЗА ОЦЕНКА НА РИСКА	19
6.1. Традиционни методи/техники	22
6.1.1. Анализ с въпросник/контролен списък (Check list Analysis-CLA)	22
6.1.2. Рутинни тестове	22
6.1.3. Одит на сигурността	22
6.1.4. Структуриран метод „Какво ще стане, ако ...?“ (Structured What if Technique - SWIFT)	22
6.2. Матрица на риска (Matrix technique)	23
6.3. Техника за анализ на сценариите	23
6.4. Техника за анализ на причини и ефекта (Cause and Effect Analyziz Technique)	24
6.5. Метод на индексите на опасностите - относителна оценка (Relative Ranking)	25
6.6. Бърза оценка (Rrapid Ranking)	26
6.7. Анализ и картографиране на природни опасности (RAPID-N)	26
6.8. Предварителен анализ на опасността (Preliminary Hazard Analysis)	27
6.9. Анализ на опасността и работоспособността (HAZOP)	28
6.10. Анализ на вида и последствията от отказите (Failure Modes and Effects Analysis – FMEA)	30
6.11. Анализ на дървото на отказите (Fault Tree Analysis-FTA)	31
6.12. Анализ на опасностите (Hazard Analysis - Hazan)	32
6.13. Анализ на дървото на събитията (Event Tree Analysis- ETA)	33
6.14. Причино-следствен анализ (Cause Consequence Analysis - CCA)	34
6.15. Анализ „Възелът на папионката“	35
6.16. Анализ на човешкия фактор (Human Reliability Analysis HRA)	37
6.17. Количествен анализ на риска на химичните процеси (Chemical Process Quantitative Risk Analysis - CRORA)	37
7. ОЦЕНКА НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ИЗБОР И ПРИЛАГАНЕ НА МЕТОДИТЕ /ТЕХНИКИТЕ	40
7.1. Характеристики на методите/техниките за анализ на риска	40
7.2. Предимства и недостатъци на методите/техники за анализ на риска	40
8. ПОДХОД ЗА ИДЕНТИФИЦИРАНЕ НА ИЗТОЧНИЦИТЕ НА РИСК, АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НА РИСКА ОТ ПРОМИШЛЕНИ АВАРИИ	46
9. МЕТОДИКА ЗА ОЦЕНКА НА ОПАСНОСТИТЕ ОТ ГОЛЕМИ АВАРИИ С ОПАСНИ ВЕЩЕСТВА	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	66

ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ:

ЗООС	Закон за опазване на околната среда
ЕС	Европейският съюз
ОИСР	Организацията за икономическо сътрудничество и развитие
ООН	Организация на обединените нации
ИКЕ на ООН	Икономическата комисия за Европа на ООН
МОТ	Международната организация на труда
СЗО	Световната здравна организация
ППГА	Политика за предотвратяване на големи аварии
СУМБ	Система за управление на мерките за безопасност
CLP	The Classification, Labelling and Packaging
PRA	Probabilistic Risk Assessment
CLA	Check List Analysis
RT	Routine Tests
SA	Safety Audit
SWIFT	Structured What if Technique
RR	Rapid Ranking
RAPID-N	Natech Risk Analysis and Mapping
PHA	Preliminary Hazard Analysis
HAZOP	Hazard and Operability Study
FMEA	Failure Modes and Effects analysis
FMECA	Failure Modes, Effects and Criticality Analysis
FTA	Fault Tree Analysis
HAZAN	Hazard Analysis
ETA	Event Tree Analysis
CCA	Cause Consequence Analysis
HRA	Human Reliability Analysis
CPQRA	Chemical Process Quantative Risk Analysis
PRA	Probabilistic Risk Assessment
ALOHA	Aerial Locations of Hazardous Atmosphere
MARPLLOT	Mapping Application for Response, Planning, and Local Operational Tasks)
ARCHIE	RCHIE (Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation
LOPA	Layers of Protection Analysis
BLEVE	Boiling Liquid Explosion
UVCE	Експлозия в неограничен парен облак
VCE	Експлозия в парен облак
FEI;	Честота на инициращо събитие
PCP	Вероятност за допустими условия
PMCi	Вероятност за условни модификатори
PFDi	Вероятност за повреда на независими защитни бариери
FCS	Честота на проява на нежеланите последиствия
AEGL	стойността на концентрацията във въздуха на вещество,
EPA	Агенцията за защита на околната среда

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Република България провежда политика, която е насочена към повишаването на сигурността сред гражданите чрез създаване на необходимите условия и предпоставки за гарантиране на националните интереси, ограничаване на въздействието от рисковете и заплахите и оптималното разпределяне на ресурсите. Фокусирайки се върху опасността, която могат да предизвикат, един от основните източници на риск са предприятията, класифицирани като предприятия с нисък и висок рисков потенциал, на чиято територия се произвеждат, съхраняват или обработват значителни количества опасни вещества. Съществен аспект в защитата на екологичната сигурност на страната е предотвратяването на промишлени аварии, овладяването и преодоляването на последствията от тези аварии, включително и тяхното въздействие. Потенциалните рискове и заплахи, големите щети и тежките икономически последствия от аварии и инциденти в предприятията, налагат прилагането на системен подход и политика към подобряване на защитата на населението и критичните инфраструктури на всички нива, с акцент върху превенцията и предприемането на подходящи предпазни действия за осигуряване на високо ниво на защита. Управлението на риска на обекти, представляващи химическа опасност, се превърна във важен акцент на държавната политика в развитите региони на света преди около 30 години. Оттогава насам част от държавните ресурси винаги се отделят за развитие, проучване и разпространяване на методи за оценка на рисковете на промишлените опасности на отделните обекти.

Риск

Думата „риск“ е била позната и използвана преди около 2000 години. Двата основни елемента на „риска“, вероятността и последствията, произхождат от 17 век. Тези два по-скоро технически и математически съставни елементи по-късно са възприети по различни начини. Понастоящем терминът „риск“ се използва в много различни области. Не съществува ясно и единно определение за „риск“. Най-често се използва комбинацията от вероятност и тежест на последствията. Като понятие думата „риск“ има редица определения в разнообразни източници. Всеки един разработен стандарт за управление на риска, било то международен, национален или организационен, всяка документирана практика, пособие, насоки и т.н. възприема и дадено определение за риск.

Рискът независимо от определението му е мярка за оценка на потенциалните нежелани последствия (наричани също „ефекти“) на различни опасности. Дейностите наричани „анализ на риска“, „оценка на риска“ или „изследване на безопасността“ определят мерките за предотвратяване или смекчаване на нежеланите ефекти.

Управление на риска

Управлението на риска е процес на идентификация, оценка и подреждане на рискове по предварително определени приоритети, последван от координирано приложение на ресурси с цел да се минимизира, следи и контролира вероятността и/или последствията от нежелани събития. Управлението на риска е повторяем процес. Повторяемостта идва от това, че на различните етапи от жизнения цикъл на един проект могат да възникнат различни по характер рискове, което налага те непрекъснато да бъдат идентифицирани, анализирани, оценявани и да се разработват мерки срещу тях. Рискове, които до момента или в даден момент са били приемливи, вече може да изискват

разработване на мерки за противодействие, а някои по-сериозни заплахи вече могат да не изискват поддържането на способност за справяне с тях. Заедно с това ще са възникнали и нови, някои от които могат да бъдат приети, но за други ще се налага да се предприемат мерки.

Според стандарта ISO 31000:2009 управлението на риска обхваща следните етапи:

1. Установяване на контекста;
2. Идентифициране на рисковете;
3. Анализ на риска;
4. Измерване на риска;
5. Третиране на риска (разработване на мерки за справяне с риска);
6. Мониторинг и преглед;
7. Комуникация и консултация.

Стандартът определя принципите и общите насоки за управление на риска. Той може да се използват от всички публични, частни или обществени предприятия, асоциации, групи или отделни личности. Може да се прилага през целия жизнен цикъл на организацията и в по-широк спектър от дейности, включително стратегии и решения, дейности, процеси, функции, проекти, продукти, услуги и активи. Стандартът е приложим към всеки вид риск, независимо от неговия характер, независимо дали има положителни, или отрицателни последствията. В допълнение към ISO 31000:2009 е създаден ISO/IEC 31010:2009 с цел да помага организацията при прилагането на управленските принципи, като спазват насоките, дадени в него. Анализът на риска не е самостоятелна дейност и трябва да бъде изцяло интегрирана в другите компоненти по управление на риска.

Каквито и елементи да се включват в процеса на управление на риска, крайната му цел винаги е да минимизира вероятността от възникване на нежелани събития и/или последствията от тях. В допълнение към това отделните елементи са взаимосвързани, тъй като резултатът от един е вход за следващите. Един от най-трудоемките елементи от този процес е анализът на риска, от който пряко зависи оценката на риска, а оттам и адекватността на мерките за справяне, които ще се разработват.

Според модела за управление на риска, три са основните предпоставки за успешен процес по управление на риска:

1. Изградена адекватна политика за управление на риска като неделима функция от процеса на вземане на решения.
2. Наличие на подготвени специалисти в областта.
3. Наличие на методологична основа, включваща адекватни методи и средства за анализ, оценка и управление на риска.

С последната предпоставка е свързан основният акцент на настоящия документ. В различни документи са описани множество методи за отделните етапи по идентификация, анализ и оценка на риска. За успешен процес на анализ на риска, най-важното е да се изберат правилните методи. Не винаги е необходимо да се прилагат сложни и трудоемки инструменти, а и това не гарантира тяхната точност. Не винаги това, че методите са количествени и съответно резултатът е количествен, ще даде ясна представа за конкретния проблем. Необходимо е инструментариумът, който е препоръчан в документите, да бъде ясно описан от гледна точка на това, при какви условия може да се използва конкретният метод.

Идентифициране на опасностите и анализ на риска

Целта на анализа на риска е предотвратяването на възникването и смекчаването на последствията от големи аварии в потенциално опасни промишлени инсталации чрез системното им проучване.

Анализът се състои от:

1. Подробно описание на възможните сценарии за големи аварии и вероятността за възникването им и условията, при които те настъпват, в т.ч. резюме на събитията, които могат да изиграят ролята на първопричина за такива сценарии и описание на факторите във или извън предприятието, които могат да доведат до осъществяването на тези сценарии, което включва:

- експлоатационни причини;
- външни причини, като например свързани с „ефекти на доминото“, причинени от обекти, райони и строежи, които биха могли да бъдат източник или да увеличат риска или последствията от голяма авария;
- естествени причини, например земетресения или наводнения.

2. Оценка на размера и тежестта на последствията от идентифицираните големи аварии, включително карти, изображения или еквивалентни описания, където е уместно, показващи зоните, които ще бъдат засегнати при такива аварии, възникнали в предприятието.

3. Оценка на минали аварии и инциденти, при които са използвани същите опасни вещества и процеси, отчитане на поуците от тях и изрично позоваване на конкретни мерки, предприети за предотвратяване на такива аварии.

4. Описание на техническите параметри и на оборудването, използвано за безопасната експлоатация на съоръженията.

При анализа и оценката на риска от големи аварии могат да бъдат използвани различни методи, като колкото по-големи са възможните щети, толкова по-детайлен и точен следва да бъдат анализа и метода за оценка на риска.

Анализът и оценката на риска следва да включва най-малко изпълнението на следните задачи:

- идентифициране на опасните вещества, материали и участъци (модули) от изследвания обект, имащи влияние върху безопасността;
- идентифициране на източниците на опасност;
- оценка на последствията от потенциалните големи аварии;
- определяне и оценка на адекватността на превантивните, контролните и смекчаващи риска мерки.

Методите за анализ и оценка на риска са:

- качествени - основават се най-вече на проверката на съответствието на обекта с нормативните изисквания за неговата сигурност и безопасност (без приети количествени показатели за нивото на риска);

- полуколичествени - точкови методи за анализ и оценка на риска;
- количествени (детерминистични, вероятностни и смесени).

Не всички видове опасност могат да бъдат изследвани чрез количествени методи, тъй като конкретен и стабилен запис на аварии, от които могат да бъдат получени точни данни за степента на неуспех, може просто да не съществуват. Често се използват качествени методи или експертни оценки, за да се определи вероятността за авария.

Определяне на нивото на риска.

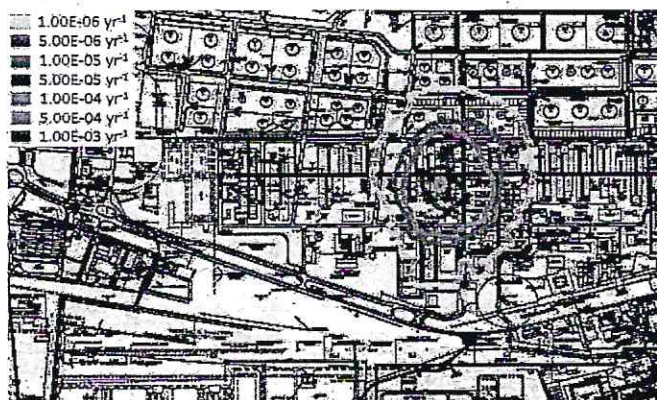
Рисковете от различен вид аварии или последствията могат да бъдат комбинирани и

да доведат до редица параметри, които количествено да изразяват общото равнище на „риск“. Между тях са: **Риск за индивида** и **Риск за обществото**.

Риск за индивида (индивидуален риск за хората)

Рискът за индивида се отнася до риска за отделния човек, който е в близост до източник на опасност. Тази мярка включва характера на щетата/вредата за индивида, „вероятността“ тази вреда да възникне и периодът от време, в който може да възникне. Най-често срещан е фаталният риск за индивида, когато вредата се отнася за смъртта на един човек. Прието е, че нито един индивид не трябва да бъде излаган на степен на риска (смъртност) по-голяма от 10^{-6} годишно. Мярката на риска за индивида в различните точки дава географското разпределение на риска, представляващо характеристика на зоната около предприятието.

Резултатите за индивидуалния риск обикновено се показват под формата на рисков контур.

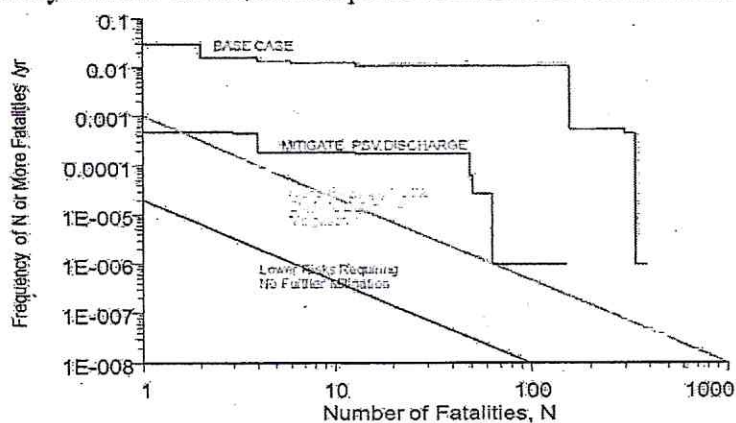


Фигура 1 Индивидуален риск - рисков контур.

Риск за обществото

Рискът за обществото е рискът, пред който е изправена група от индивиди, засегнати от авария, в резултат на която ще се получат определен брой смъртни случаи. Той се изразява като отношение между честотата и броя на хората от дадено населено място, пострадали от авария.

Резултатите за социалния риск обикновено се показват под формата на крива F-N.



Source: Process Safety Office™ - SuperChem™

Фигура 2 Социален риск - F-N крива

Най-общо оценката на риска, това е математическа функция на вероятността за възникване на промишлена авария и последствията от нея. Целта на адекватната оценка на риска е да идентифицира потенциалните източници на авария, да анализира причините за възникването ѝ и да изчисли последствията от нея. Важна част от анализа и оценката на риска от голяма авария е моделирането на последствията от нея (като най-често срещаните последствия са образуване на токсичен облак пара, пожар и взрив).

В по-широк смисъл, анализът на риска следва да бъде и средство за оценка на цялостната политика за сигурност на дружеството, включително за:

- Организация и управление на предприятието.
- Оперативен контрол и управление на технологичните процеси.
- Одит и преразглеждане.

Общи принципи на анализа на риска

Анализът на риска от голяма авария включва идентифициране на източниците на риск, анализ на риска и оценка на риска. След идентифициране на източниците на риск се извършва подбор на източници на риск за подробен анализ на риска. Оценката на риска е базов етап в управлението на риска. Нейната достоверност предопределя ефективността на методите и средствата за защита.

Не е възможно да се предостави универсална методика или методология за всички видове източници на риск, които възникват в обекти, класифицирани с нисък и висок рисков потенциал. Различни технологии и дейности, различни проектни и строителни решения, различна локализация на обектите и тяхното оборудване, различните влияния на другите обекти в околността, демографските данни и други променливи създават специфични ситуации.

Оценката на риска се извършва през цялото време на съществуване на предприятието и при извършване на промени в него, които биха могли да повлияят на безопасността: промени в производствената технология, модификации на технологичното оборудване, промени в персонала, промени в работните разпоредби и промени в работния режим (спиране, поддръжка и ремонт на оборудване). При разглеждането и обработката на отделните рискови компоненти се използват различни методи – качествени (напр. при определяне на възможни ситуации и причини, които могат да доведат до възникване на голяма авария) и полуколичествени (напр. екологични уязвимости) и количествени (стойност на последствията и вероятностите за различни крайни състояния на аварии). При избора на тези методи трябва да се внимава за приложимостта на метода, необходимостта и наличността на входни данни, включително несигурността на тези данни.

Основните задължителни елементи при извършване на анализа на риска са: входящи данни, очакваните изходни данни и избраният метод.

Входящите данни могат да бъдат технически, като характеристики на процеса или качествени, свързани с политиката за безопасност.

Видове входящи данни:

▪ **Планове или диаграми** - описание на предприятието, инсталацията/съоръжението, елементите, флуидните мрежи, предпазните бариери и складовете.

▪ **Процеси и реакции**- описание на операциите и задачите, физичните и химични характеристики на процеса, кинетични и калориметрични параметри, работни условия и нормални условия на функциониране.

- **Вещества** - вид на веществата, физичните и химичните им свойства, количествата и категориите им на опасност спрямо с Регламент (ЕО) № 1272/2008 (Регламент CLP) , като например, токсикологичните им свойства.

- **Вероятност и честота** - вида на повредата, вероятността и честота на отказ, човешката грешка, степента на отказ и вероятност за експозиция.

- **Политика и управление** - поддръжката, организацията, политиката за безопасност, Системата за управление на мерките за безопасност, управлението на транспорта и разходите за оборудването.

- **Околна среда** - околната среда на предприятието (и заобикалящата го среда), топографските данни и гъстота на населението.

- **Минали знания** - стандарти и разпоредби, и исторически познания, например за минали аварии.

Изходните данни могат да бъдат качествени, като препоръки или количествено подобни индекси за нивото на риска например.

Видове изходни данни:

- **Управление** - действия, препоръки, модификации и формиране или оперативни процедури.

- **Списъци** - списъци с грешки, опасности, domino ефекти, причини/последствия, откази и повреди, критични дейности, режим на повреда, инициатори на аварии, уязвими места и сценарии за големи аварии.

- **Вероятност- честотата** на отказите, надеждността, сценариите или вероятността от щети, честота на инцидентите.

- **Йерархизация на рисковете** - нивото на индекса на риска, тежест и критичност, пожар, експлозия, индекс на токсични течове, организационен индекс, класификация според вида на риска.

Изходните данни като управление и списъци се основават на експертен избор и дават качествени резултати, докато изходните данни като вероятност и йерархизация (степенуване/подредване) на рисковете дават количествени резултати.

Класификацията на методите се основава на вида изходни данни. На практика изходните събития при развитието на една авария могат да са свързани с неизправности на оборудването, програмни, технологични, човешки грешки, и такива свързани с различни фактори на околната среда и природни процеси – корозия, вибрации, земетресения, наводнения и др.

Съществува пряка връзка между входящите данни, изходните данни и избраните методи.

Изборът на подходяща методика е от изключителна важност и се основава на две важни гледни точки: от една страна, областите на нейното приложение и от друга страна, основните ѝ ограничения.

Основните ограничения на съществуващите методики могат да бъдат обобщени в следните точки:

- Колкото по-обща е методиката, толкова по-малко тя отчита спецификите на изследвания случай.

- И в обратния случай, ако методиката е твърде специфична, тя е по-малко приложима за други случаи.

- Знанията на хората, които участват в анализа на риска, е от съществено значение (различен тип компетентности и участие на специалисти с различна експертиза).

- За вероятностния анализ, валидността на данните е решаваща.

- Сложността на методите изисква специфично обучение за тяхното изпълнение.

Някои характеристики на предприятието като (вид, съоръжения, процеси, околна среда и т.н.) също могат да определят методологията и методите, които трябва да бъдат следвани при анализа на риска, като например:

✓ **Големина на предприятието**

Големината на предприятието определя сложността на изследването (например за рафинерия, поради големия брой производствени единици и брой на служителите се изисква по-обширен анализ).

✓ **Тип дейност на предприятието**

Общо четири типа дейност могат да бъдат разграничени:

- Съоръжения за съхранение на химикали. Свързаните с тях операции са главно товарене/разтоварване от/до различни елементи (камиони, цистерни или кораби), трансфер и опаковане.

- Съоръжения за производство, преработка или обработка на химични вещества.

- Съоръжения, в които има зони за съхранение (материали, междинни продукти или крайни продукти) и процеси.

- В някои случаи промишлени съоръжения за третиране на отпадъци.

✓ **Вид на процесите в предприятието**

В предприятията за производство или преработка на химични вещества следва да се прави разграничение между непрекъснатите процеси и прекъснатите процеси.

✓ **Околна среда на предприятието**

Околната среда също играе решаваща роля при избора на методологията за анализ. Наличието на уязвими точки (популации, високи концентрации на хора, сгради с обществено предназначение или защитени територии и др.) изискват по-точни проучвания не само по отношение на степента на възможните щети, но и по отношение на риска. От друга страна, близостта на предприятията до други потенциално опасни обекти, поради домино ефекта изисква специфичен анализ на риска.

Планиране на работата по анализ и оценка на риска

За управлението на риска е важно оценката на риска да бъде непрекъснат процес, който да отчита промените в практиката и опита на предприятието, включително и при възникнали аварии/инциденти.

Силна страна на повечето методи за анализ на риска е в това, че събират заедно различни експерти. Важно е анализът да се направи от експертен екип, в който е необходимо да бъдат представени експерти от различни области, като по този начин се осигурява единна база за оценка на различните приноси към риска, произтичащи например от химичните вещества, човешката грешка или оборудването. За да се максимизира ефикасността на екипа, той следва да бъде оглавен от експерт, който е наясно с аналитичния метод на анализ на риска. Методите за анализ на риска не са начини за генериране на нова фактическа информация, а най-добрия начин за системно събиране на знания, които членовете на екипа вече имат и могат да послужат като основа за оценката на риска.

Работата по анализа на риска трябва да бъде организирана като съставна част от

всеки проект. Гарантирането на качеството на работата включва проверка на това дали анализът е бил направен в съответствие със спецификациите и дали отклоненията са обяснени по задоволителен начин. Стратегията по качество трябва да третира несъответствията между очакванията и получените резултати по такъв начин, че да подсилва, а не да пречи на процеса на анализа. Това означава, че всеки междинен и краен резултат от процеса на анализа трябва да бъде проверяван веднага след неговото завършване, за да се гарантира откриването на грешки, колкото се може по-рано.

Предизвикателства пред оценката на риска

Светът около нас се променя непрекъснато. След време всяко допускане в анализа на риска може да стане невалидно. Все още неидентифицирани и неизвестни опасности могат да направят оценките на риска остарели и непълни. Пълнотата, както и съдържанието на оценката на риска могат да бъдат повлияни от субективни становища или от различни интереси свързани с безопасността.

От друга страна оценките на риска стават все по-добри и по-пълни с течение на времето, тъй като операторите на предприятията извличат поуки от минали аварии и осъзнават рисковете, свързани с техните производствени процеси. Това предполага, че в даден момент оценките на риска ще достигнат много добро качество. Такава оценка на риска е пълна и покриваща всички рискове, основава се на надеждни и единни методични принципи и на солидни емпирични доказателства.

2. НОРМАТИВНИ ИЗИСКВАНИЯ

Големите аварии в химическата промишленост през 70-те и началото на 80-те години (Севезо, Бопал, Мексико Сити, Бая Маре) поражда необходимостта от приемането на законодателство на ЕС - насочено към превенцията и контрола на такива инциденти. Директива 82/501/ЕИО на Съвета относно контрола на опасностите от големи аварии, които включват опасни вещества (Директива Севезо I) е един от първите опити на ЕС да приеме единни процедури за идентифициране и категоризиране на предприятията, извършващи дейности, които могат да бъдат наречени „опасни/рискови“. През 1996 г. Директива 2003/105/ЕО (Seveso II) заменя Директивата Seveso I от 1989 г., попълвайки някои пропуски, като липсващата регулация относно потенциалните ефекти на доминото. През 2012 г. Директива 2012/18/ЕС (Севезо III) заменя Директивата Seveso II, която днес се прилага за над 10 000 промишлени предприятия в ЕС, в които опасни вещества се използват или съхраняват в големи количества, основно в сектора на химикалите, нефтопродуктите, съхранението и рафинирането на метали. Установената от Директивата Севезо III правна рамка създава цикъл на непрекъснато подобряване на превенцията, готовността и реагирането на големи аварии. Цикълът се затваря с осигуряване усвояването на опит от научени уроци (или извеждането на поуки). С членовете от 12 до 20 от Директива Севезо III налага на компетентните органи редица задължения, като най-важните от тях са: да разглеждат и оценяват докладите за безопасност и да съобщават заключенията си на оператора, да проследяват изготвянето на външни аварийни планове, да гарантират, че обществеността, която има вероятност да бъде засегната, е информирана за мерките за безопасност, да извършват периодични инспекции, да идентифицират групите предприятия, при които са възможни „ефекти на доминото“ и да вземат предвид

последствията от опасностите от големи аварии при планиране на използването на земята. В рамките на последната правна адаптация на Директивата се актуализираха определени разпоредби, за да се подобри изпълнимостта и да се повиши нивото на защита. Директива Севезо III взема предвид промените в системата на ЕС в областта на класификацията на опасните вещества – по-специално Регламент № 1272/2008 относно класифицирането, определянето и опаковането на веществата и смесите. В същото време с приемането на Директивата в отделните държави членки на ЕС бяха създадени всеобхватни системи за оценка на риска от големи аварии.

Динамичното развитие на технологиите е в резултат от човешкото желание за постигане на по-висок жизнен стандарт. Съвременните технологии стават все по-сложни и могат да доведат до промишлени аварии. Промишлените аварии показват, че технологичните неуспехи или неуспехите на оператора водят до фатални последствия.

Предотвратяването на големите екологични аварии и минимизирането на риска понастоящем са двата най-предизвикателни въпроси в рамката на устойчивото развитие. Това съображение се отнася за широк спектър от производствени предприятия, където обработката и производството на опасни вещества представляват реална заплаха за околната среда в краткосрочен и дългосрочен план. Понастоящем всяко ново предприятие с потенциал за голяма авария трябва да бъде внимателно оценено още на етапа на проектирането в съответствие с промените, въведени с Директивата Севезо III.

Р България транспонира изискванията на Севезо директивата в националното законодателство в Глава седма, Раздел първи на ЗООС и Наредбата за предотвратяване на големи аварии с опасни вещества и ограничаване на последствията от тях (Наредбата).

Севезо Директивата, както е видно от нейното име и съдържание, има за цел постигането на високо равнище на защита на хората и околната среда, като цели да предотврати възникването на голяма авария в предприятията с определени опасни вещества. Трябва да се създадат технически, административни и организационни предпоставки за разпознаване и бързо и ефективно предотвратяване на големите аварии, облекчаване на последствията от тях и предприемане на мерки по възстановяване.

За да се постигнат целите, посочени по-горе, Директивата вменява определени задължения на оператора, част от които са:

- системна оценка на рисковете от големи аварии и
- изготвяне на доклад за безопасност, съдържащ анализ за управлението на риска (идентифициране на опасностите и оценка на рисковете от аварии в предприятието/съоръжението и разработване на съответните превантивни мерки).

Операторите на обекти, с опасни вещества в значителни количества, за да докажат, че е направено всичко необходимо за предотвратяването на големи аварии, в т.ч. и подготовка на аварийни планове и мерки за реагиране, следва да предоставят на компетентния орган информация под формата на доклад за безопасност. Този доклад за безопасност следва да съдържа подробности за предприятието, опасните вещества, съоръженията за производство или складиране, възможните сценарии за големи аварии и анализ на риска, предотвратяване и интервенционни мерки и наличните системи за управление. Рискът от голяма авария може да се увеличи от вероятността от природни бедствия, свързани с местоположението на предприятието. Това трябва да се има предвид при подготовката и на сценарии за големи аварии.

Крайната цел на оценката на риска от големи аварии е да се установи тежестта и приемливостта на риска. Оценката на риска трябва да установи как могат да бъдат реализирани рисковете, породени от източниците на риск – нежеланите сценарии на

събитията, последствията и честотата на риска от тези нежелани събития, приемливостта им за обществото и степента на мерки за безопасност с оглед на нивото на установения риск.

Съгласно изискванията на Глава шеста на ЗООС и Наредбата, при одобряване на инвестиционно предложение за изграждане на ново и планирани изменения или разширения операторите на предприятие и/или съоръжение с нисък и висок рисков потенциал са длъжни да оценят:

- вида и количеството на опасните вещества от Приложение № 3 на ЗООС, които ще бъдат налични в предприятието/съоръжението, и капацитета на съоръженията за тяхното съхранение и употреба;

- рисковете от големи аварии и планираните мерки и средства за предотвратяване, контрол и ограничаване на последствията от големи аварии за човешкото здраве и околната среда;

- безопасните разстояния на предприятието/съоръжението до жилищни райони, обекти с обществено предназначение, зони за отдых и релаксация, съседни предприятия и обекти, райони и строежи, които могат да бъдат източник на или да увеличат риска или последствията от голяма авария и да предизвикат ефект на доминото, големи транспортни пътища и територии с особено природозащитно значение или значение за околната среда, защитени по силата на нормативен или административен акт; и

- да дадат описание на използваните методи за количествена и качествена оценка на риска от големи аварии и моделите за изчисляване и представяне на последствията при възникване на голяма авария, т.е. да бъде направен анализ на риска.

Рискът следва да се отчете на най-ранен етап, на ниво инвестиционен проект. Повечето възложители на инвестиционни проекти също предпочитат ситуация, при която потенциалните опасности са диагностицирани и отчетени в планираната инвестиция. Разработени са различни стратегии за управление на риска в зависимост от специфичния характер на инвестиционните проекти и категорията на свързаните опасности. Литературата предоставя множество методи, приложими за контролиране на нивото на риска или намаляване на неблагоприятните последствия от рисковите ситуации. Но който и метод да бъде предложен, най-важната стъпка е да се определи събитието, което повишава нивото на риска и да се определи степента, до която това събитие ще повлияе на предприятията инвестиционен проект.

Съгласно изискванията на Глава седма, Раздел I на ЗООС и Наредбата, операторите на предприятие/съоръжение с нисък и висок рисков потенциал са длъжни да:

- предприемат по всяко време необходимите мерки за предотвратяване на големи аварии и за ограничаване на последствията от тях за човешкото здраве и околната среда;

- имат готовност по всяко време да удостоверят, в т.ч. за целите на контрола, че са предприели всички необходими мерки за предотвратяване на големи аварии и за ограничаване на последствията от тях за човешкото здраве и околната среда;

- осигуряват необходимото съдействие за извършване: на проверки на предприятието/съоръжението, включително за вземане на проби и събиране на необходимата информация за установяване изпълнението на задълженията по този раздел;

- разработят политика за предотвратяване на големи аварии (ППГА) и да осигурят нейното правилно прилагане посредством подходящи средства, структури и система за управление на мерките за безопасност (СУМБ);

- изготвят доклад за политиката за предотвратяване на големи аварии, в който да изложи съответната ППГА и СУМБ.

Политиката за предотвратяване на големи аварии трябва да:

- е пропорционална на опасностите от големи аварии и да отчита сложността на организацията на дейностите в предприятието;

- включва целите на оператора като цяло и принципите на действие, ролята и отговорността на управлението, както и ангажимент за постоянно подобряване на контрола над опасностите от голяма авария от страна на оператора;

- осигурява високо ниво на защита на човешкото здраве и околната среда чрез планиране, разработване и прилагане на подходящи средства, структури и системи за управление.

Информацията за идентифицираните опасности и оценката/анализа на рисковете от аварии в предприятието/съоръжението и съответните превантивни мерки трябва да включват:

- подробно описание на възможните сценарии за големи аварии и вероятността за възникването им и условията, при които те настъпват, в т.ч. резюме на събитията, които могат да изиграят ролята на първопричина за такива сценарии, и описание на факторите във или извън предприятието, които могат да доведат до осъществяването на тези сценарии, което включва:

- експлоатационни причини;
- външни причини, като например свързани с „ефекти на доминото“, обекти, райони и строежи, които не попадат в обхвата на глава седма, раздел I от ЗООС, но биха могли да бъдат източник или да увеличат риска или последствията от голяма авария;

- естествени причини, например земетресения или наводнения;

- оценка на размера и тежестта на последствията от идентифицираните големи аварии, включително карти, изображения или еквивалентни описания, където е уместно, показващи зоните, които ще бъдат засегнати при такива аварии, възникнали в предприятието;

- оценка на минали аварии и инциденти, при които са използвани същите опасни вещества и процеси, отчитане на поуците от тях и изрично позоваване на конкретни мерки, предприети за предотвратяване на такива аварии;

- описание на техническите параметри и на оборудването, използвано за безопасната експлоатация на съоръженията.

Мерките за защита и средствата за ограничаване на последствията от големи аварии включват:

- описание на оборудването, инсталирано в предприятието с цел ограничаване на последствията от голяма авария за човешкото здраве и за околната среда;

- организация и описание на мерките за предупреждение, алармиране и информирание в случай на авария, както и на мерките по локализиране и ограничаване на последствията, включително на системите за детекция/защита, технически съоръжения за ограничаване на аварийно изпуснатите количества, включително чрез напръскване с водна струя, парни екрани, съдове за аварийно улавяне или събирателни съдове, клапани; инертизационни системи; улавяне и събиране на водите, изпускани при пожар;

- описание на наличните сили и средства (във и извън предприятието), необходими за провеждане на спасителни и неотложни аварийно-възстановителни работи, в т.ч. за организиране на тревога и интервенция;

- описание на всички технически и нетехнически мерки, които имат отношение към намаляването на последствията от голяма авария.

3. ОБХВАТ

Настоящият документ има за цел да установи принципите на оценката на опасностите от големи аварии с опасни вещества от Приложение № 3 на ЗООС в съответствие с националното законодателство, т.е. да представи, обоснове и установи обективен, систематичен подход за оценка на опасностите от големи аварии, основан на използването на възможните методи за оценка на риска от големи аварии.

Предоставените методики/методологии не заменят професионалната литература. За по-подробна информация относно отделните стъпки за оценка на риска и допълване на знанията следва да се използва подходяща техническа литература.

4. ЦЕЛИ

Целите на похода за оценка на опасностите от големи аварии с опасни вещества от Приложение № 3 на ЗООС са:

- да се постигне прозрачност на целия процес на оценка на риска, както за операторите на предприятията, така и за компетентните органи и за обществеността;
- да се избегне използването на различни, често нестандартни методи за оценка, чиито резултати не винаги съответстват на реалността, не са сравними помежду си и т.н.;
- да осигури известна хармонизация и последваща стандартизация на методите за оценка на риска с реални и сравними резултати.

За да се гарантира, че компетентните органи, отговорни за оценяването на качеството на оценката на риска от големи аварии или за използването на резултатите от тази оценка при вземането на решения, извършването на контрол и други дейности, избягват всякакви проблеми, произтичащи от прилагането на различни, често несравними процедури и методи за оценка на риска, е необходимо да се хармонизират основните критерии и методи. Това също така би могло да предотврати недопустимото развитие на дейности, които биха могли да доведат до загуба на доверието в резултатите от оценката на риска и всички последващи документи и мерки, включително в докладите за безопасност.

Документът не въвежда неприложими инструменти или методика за оценка на риска, напротив, това са инструменти, напълно приложими, установени и приети в няколко държави от ЕС.

5. ДЕФИНИЦИИ

Професионалната терминология има важно място в областта на оценката на риска, поради което е препоръчително да се използва:

Таблица 1 Терминология съгласно дефинициите в ЗООС:

Предприятие	<i>цялата територия и обектите върху нея, които са под контрола на оператор, в които има опасни химични вещества в едно или повече съоръжения, включително общи или свързани инфраструктури или дейности. Предприятията/съоръженията са с нисък или висок рисков потенциал.</i>
--------------------	---

Съоръжение	е техническа единица в рамките на предприятието независимо на или под земната повърхност, в която се произвеждат, употребяват, обработват или складираат опасни вещества. То включва цялото оборудване, структури, тръбопроводи, машини, инструменти, частни железопътни резервни коловози (коловози от вътрешния железопътен транспорт), докове, кейове за разтоварване (пристанищни терминали), които обслужват съоръжението, пирсове, складове или подобни структури, плаващи или не, необходими за работата на съоръжението.и, инструменти, частни железопътни резервни коловози.
Предприятие/съоръжение с нисък рисков потенциал	е предприятие/съоръжение, в което има опасни вещества в количества, равни или надвишаващи количествата, посочени в приложение № 3, част 1, колона 2, или част 2, колона 2, но по-малки от количествата, посочени в приложение № 3, част 1, колона 3, или част 2, колона 3, когато е приложимо, като се използва правилото за сумиране, посочено в забележка 4 от приложение № 3 от ЗООС.
Предприятие/съоръжение с висок рисков потенциал	е предприятие, в което има опасни вещества в количества, равни или надвишаващи количествата, посочени в приложение № 3, част 1, колона 3, или част 2, колона 3, когато е приложимо, като се използва правилото за сумиране, посочено в забележка 4 от приложение № 3 от ЗООС.
Оператор	всяко физическо или юридическо лице, по отношение на което е налице една от следните характеристики: а) експлоатира определено собствено предприятие, съоръжение и/или инсталация, включително част от нея; б) контролира експлоатацията на определено предприятие, съоръжение и/или инсталация, включително част от нея; в) разпореджда се и взема решения относно настоящото или бъдещото функциониране на предприятието, съоръжението и/или инсталацията, включително част от нея.
Вещество	е всеки химичен елемент или съединение, с изключение на веществата - източници на йонизиращи лъчения по смисъла на § 1, т. 15 от Закона за безопасно използване на ядрената енергия и § 1, т. 3 от Закона за генетично модифицирани организми.
Опасно вещество	вещество или смес по смисъла на чл. 3 от Регламент (ЕО) № 1272/2008 на Европейския парламент и на Съвета от 16 декември 2008 г. относно класифицирането, етикетването и опаковането на вещества и смеси. класифицирано в една или повече от категориите на опасност, посочени в част 1 на приложение № 3, или поименно изброено в част 2 на приложение № 3, включително под формата на суровина,

	продукт, страничен продукт, -остатък или междинен продукт, включително вещество, което е възможно да се получи в резултат на протичането на странична реакция или при възникването на авария.
Наличие на опасни вещества	е действителното или предполагаемото наличие на опасни вещества в предприятието/съоръжението или на опасни вещества, за които с основание може да се предположи, че ще се образуват при загубата на контрол върху процесите, включително дейностите по складиране в някои от съоръженията в предприятието, в количества, равни или надвишаващи праговите количества от част 1 или част 2 от приложение № 3 на ЗООС.
Авария	е внезапна технологична повреда на машини, съоръжения и агрегати, съпроводена със спиране или сериозно нарушаване на технологичния процес, взривове, възникване на пожари, наднормено замърсяване на околната среда, разрушения, жертви или заплаха за живота и здравето на населението.
Голяма авария	е възникване на голяма емисия, пожар или експлозия, която става в резултат на неконтролируеми събития в хода на операциите на всяко предприятие или съоръжение в обхвата на глава седма, раздел I, и която води до сериозна опасност за човешкото здраве и/или за околната среда, която опасност е непосредствена, забавена, вътре или вън от предприятието и включва едно или повече опасни вещества, класифицирани в една или повече от категориите на опасност, посочени в част 1 на приложение № 3 или поименно изброени в част 2 на приложение № 3.
Риск	вероятността от възникване на специфичен ефект в рамките на определен период или при определени условия.
Мерки за предотвратяване на големи аварии	техническите, организационните и управленските мерки, необходими за безопасната експлоатация на предприятието и/или съоръжението.
Съхранение на опасни вещества	е наличие на определено количество опасни вещества за целите на складирането, предоставяне на отговорно пазене или поддържане в наличност.
Ефект на доминото	повишаване на риска или утежняване на последствията от голяма авария в предприятие и/или съоръжение или в група от предприятия и/или съоръжения, което е следствие от географска близост с друго предприятие и/или съоръжение или с група от предприятия и/или съоръжения или е следствие от опасните вещества, които се произвеждат, употребяват и/или съхраняват на територията на предприятието и/или съоръжението.
Съседено предприятие	предприятие/съоръжение, което е разположено в такава близост до друго предприятие/съоръжение, която увеличава опасността или последствията от голяма авария.

Опасност	е вътрешно свойство на опасни вещества или физическа ситуация с възможности за нанасяне на вреда на човешкото здраве и/или на околната среда
Опасност от химично вещество	е характерно свойство на опасно вещество, от което във физическата ситуация, в която то се намира, произтича възможност от увреждане на човешкото здраве и/или на околната среда.

Таблица 2 Терминология съгласно Насоките на ЕК за оценка на риска и картографиране на управлението на бедствия:

Опасност	е опасно явление, вещество, човешка дейност или състояние, което може да причини загуба на живот, нараняване или други въздействия върху здравето, имуществени щети, загуба на препитание и услуги, социални и икономически смущения, или екологични щети
Природна опасност	е естествен процес или явление, което може да причини загуба на живот, нараняване или други въздействия върху здравето, имуществени щети, загуба на препитание и услуги, социални и икономически смущения, или щети на околната среда
Технологична опасност	е опасност, произтичаща от технологични или промишлени условия, включително аварии, опасни процедури, инфраструктурни повреди или специфични човешки дейности, които могат да причинят загуба на живот, вреда, заболяване или други въздействия върху здравето, имуществени щети, загуба на поминък и услуги, социални и икономически смущения или екологични щети.
Експозиция	хора, имоти, системи или други елементи, присъстващи в опасни зони, които по този начин са подложени на потенциални загуби
Уязвимост	характеристиките и обстоятелствата на дадена общност, система или актив, които я правят податлива на вредните последици от дадена опасност.
Устойчивост	е способността на дадена система, общност или общество, изложени на опасности, да устоят, абсорбират, да се съвземат и да се възстановят от последиците от опасността своевременно и ефикасно, включително чрез запазване и възстановяване на основните и основни структури и функции.
Риск	е комбинация от последиците от дадено събитие (опасност) и свързаната с него вероятност за неговото възникване.
Оценка на риска	е цялостният процес на идентифициране на риска, анализ на риска и оценка на риска.
Идентифициране на риска	е процес на намиране, разпознаване и описание на рисковете.
Анализ на риска	е процес за разбиране на естеството на риска и определяне на нивото на риска.
Критерии за риск	са референтните условия, спрямо които се оценява значението на даден риск.

Последствия	<i>са отрицателните последствия от бедствие, изразено от гледна точка на въздействието върху човека, икономическото и екологичното въздействие и политическо/социално въздействие.</i>
Въздействия от човека	<i>количествено измерване на следните фактори: брой смъртни случаи, брой тежко ранени или болни хора</i>
Заплаха	<i>е потенциално вредно физическо събитие, явление или дейност с преднамерен/злобен характер.</i>
Оценка на опасностите	<i>е вероятността за възникване на определена опасност с определен интензитет.</i>
Рисков сценарий	<i>е представяне на еднорискова или многорискова ситуация, която води до значителни въздействия, избрани с цел по-подробна оценка на определен вид риск, за който той е представителен, или представлява информативен пример или илюстрация.</i>

6. ПРЕГЛЕД И КРАТКО ОПИСАНИЕ НА МЕТОДИТЕ/ТЕХНИКИТЕ ЗА ОЦЕНКА НА РИСКА

Управлението на риска от големи аварии е една от най-важните отговорности и задължения на операторите на предприятията, класифицирани с висок и нисък рисков потенциал.

Съществуват две категории на анализа: тип на анализа и метод/техника за анализ.

Типът анализ определя категория на анализ (напр. подробен анализ), а типът метод/техника определя уникална методика за анализ (напр. анализ на дървото на отказите). Типът определя времето необходимо да се извърши анализът, дълбочината на детайлност и обхвата на анализ.

Таблица 3. Тип анализ и метод/техника

Тип анализ	Метод/Техника
<i>Къде, кога и какво да се анализира</i>	<i>Как да се извърши анализа</i>
<i>Конкретна задача за анализ в определен момент от жизнения цикъл на предприятието</i>	<i>Специфична и уникална методология/методика за анализ</i>
<i>Какво да се анализира</i>	<i>Информация за типа анализ</i>

Разработени са и съществуват различни методи/техники (над 100) за идентифициране на опасностите и оценка на риска в рамките на ЕС. Открояват се четири типа методи по две различни оси:

- **Количествен метод (цифров) и Качествен метод (нецифров);**
- **Детерминистичен метод** (анализира се стадия на развитие на аварийните процеси от изходното до крайното събитие) и **Вероятностен метод** (дава количествена оценка на безопасността, съответно на риска) или комбинация от тези методи.

Детерминистичните методи се основават на опасностите на веществата, съоръженията/оборудването, на тежестта на последствията (количествено определяне) за различни целеви групи, като хора, околна среда, местоположение, оборудване и др.

При прилагане на тези методи се въвеждат количествени или качествени променливи, каквито могат да бъдат: 1. Вътрешни опасности на субстанции и оборудване: тип на реакциите (хидролиза, оксидация, редукция, полимеризация и т.н.); параметри на реакциите (устойчивост, реактивност, екзотермичност, налягане или температура на реакциите и др.); физични и химични характеристики на субстанциите; токсичност и зависимост „доза-ефект“; съвместимост и несъвместимост на субстанциите; качество на материалите, условия и правила за използването и съхраняването им; изисквания и правила за складиране на суровини, материали и продукция; 2. Тежест на последствията: тип на вредите, нанасяни на хората под действие на въздушна ударна вълна, топлина, токсични вещества и т.н.; тип на вредите на оборудването; тип на вредите на околната среда-въздух, води, почви, сгради, съоръжения и др. икономически вреди от въздействия върху оборудване, суровини, материали, продукция, инфраструктура и др., 3. Местоположение и околна среда: компоненти на околната среда; топографични данни за чувствителността на популациите; 4. Текстова формализация и информация: критерии, норми, стандарти; правила, наредби, предписания, закони; исторически данни и статистическа информация.

Вероятностните методи се основават на вероятността или честотата на появата на опасна ситуация или на възникване на потенциална авария. Вероятностните методи са фокусирани основно върху вероятност за неуспех за оборудването или неговите компоненти. Вероятностната скала на методите за оценка е количествена. За променливи се използват: честотата на проявяване на опасни действия и критични събития; честота на възникване на инциденти и злополуки; числени исторически данни и вероятности на проявяване на вреди, като смъртни случаи, строителни разрушения; замърсяване на почвите и водите и т.н.

Тези методи съществуват в различни комбинации като: метод основан на последствията, метод основан на риска, подход на най-добри практики и „хибриден“ метод.

Значителна част от методите за оценка на риска имат три основни фази:

1. Фаза на идентификация, която е свързана с описание на разположението и същността на опасните дейности, продукция и оборудване. Резултатите от нея са необходими за тълкуване и развитие на процеса на оценка на риска;

2. Фаза на анализ и оценка, в която се определя рискът. Използват се два начина детерминиран и вероятностен. Предварително се установяват последствията при различни сценарии. Правят се изводи за конфликтните места или зони, близки до тях;

3. Фаза на ранжиране. В нея резултатите, получени през първите две фази, се подреждат по значение в низходяща градация. Проличават максималните или близки до тях рискове.

Всеки метод има три характерни съставлящи:

- Необходими целеви резултати - област и предмет на приложение;
- Обект и предмет на оценката на риска, т.е. базовата информация или входните данни;
- Вид на метода.

Потребителите е необходимо да уточнят първите два елемента, а след това да достигнат до избиране на подходящ метод за оценка на риска.

В зависимост от различната степен на дълбочина и детайлност, оценката на риска може да се извършва, като се използват един или повече методи, вариращи от най-простите до най-сложните, според наличната информация, характеристиките на проекта

и/или на разходите за прилагането на метода/ите.

Международният стандарт ISO EN 31010:2010 включва някои характеристики, които следва да се вземат предвид при избора на един или повече методи/техники:

- Приложимост;
- Обхват;
- Времеви хоризонт;
- Ниво на вземане на решения;
- Налична информация/данни;
- Експертен опит;
- Качествени – количествени характеристики.

Няма „правило“ как да се избере правилния метод или техника за оценка на риска, но съществуват някои насоки:

- методът да е оправдан и подходящ за разглеждания проект;
- резултатите да дават възможност да се разбере естеството на риска и как да се справим с него;
- прилагането на метода или техниката да могат да бъдат проследими, проверими и възпроизведени.

При избора на метод или съответната комбинация от методи влияние оказват различни фактори, като:

- **целите за оценяването на риска** - оказват пряко влияние върху избора на метод, защото в зависимост от целта се определя степента на задълбоченост и обхват на метода;

- **потребностите на управлението и/или лицата, вземащи решение** - в зависимост от проблема, понякога е необходима по-висока степен на подробност, друг път общото разбиране е напълно достатъчно;

- **видът, обхватът и потенциалните последствия от анализираният риск** - рисковете могат да бъдат сложни и комплексни. В някои случаи рисковете се оценяват поотделно, а в други като комплексно въздействие, в зависимост от което се определя подходящия метод за оценяване;

- **наличието на ресурси** - знания, умения и опит на екипа, ограниченост във времето или по отношение на финансови ресурси. Понякога простият метод приложен правилно осигурява много по-добри резултати, отколкото използването на сложен и неправилно разбран метод;

- **наличието на информация и данни, степен на неопределеност** - някои методи изискват повече информация от други. От съществено значение за избора на метод е неопределеността на данните, която е свързана с качеството и надеждността на наличната информация.

Следващата част на документа няма за цел да изброи и опише всички съществуващи методи/техники, а посочва само най-широко използваните и добре познати, някои от които са описани само накратко, а други по-подробно във връзка с преследваните цели.

6.1. Традиционни методи/техники

6.1.1. Анализ с въпросник/контролен списък (Check List Analysis - CLA)

Този метод използва данни и информация от извършена проверка (инспекционни записи) за проверка на състоянието на предприятието. Това е подходящ начин да се оцени минимално допустимото ниво на риск. Възможно е да се създадат голям брой контролни списъци, например за всяко съоръжение и/или инсталация. Пълният контролен запис съдържа данните „да“, „не“ и „не е необходима друга информация“, която спомага за постигане на пълнотата на информацията. Инспекционните записи често се използват за установяване на съответствие с правилата и стандартите. Важно е да се анализират сложни и трудни проблеми и да бъдат сравнявани с предварително подготвен запис. Методът е подходящ за етапа на идентифициране на риска и за оценка ефикасността на средствата за неговото управление.

6.1.2. Рутинни тестове (Routine Tests)

На ранен етап от процеса се проверява дали са налични необходимите данни за веществата, които ще бъдат използвани в предприятието. Важно е всички данни да са налични, за да може процесът да бъде правилно приложен. Сериозно внимание следва да бъде обърнато на опасните вещества класифицирани като токсични, за които се изисква правилно прилагане на токсикологичните данни. От друга страна, характеристиките на веществата, свързани с опасност от пожар или експлозия (т.нар. параметри на техническа безопасност или противопожарни технически характеристики) могат лесно да бъдат определени чрез установени методи за изпитване.

6.1.3. Одит на сигурността (Safty Audit)

Този метод е най-старият от всички. Той е приложим за съществуващите предприятия и включва систематична и критична оценка на избраните аспекти по време на експлоатация. Обикновено представлява провеждане на инспекции, които могат да имат характера на неформална визуална инспекция до официално разследване, продължаващо по-дълъг период от време. Оценката се извършва от екип от специалисти от различни направления. Типичните процедури следва да включват подготовка (обикновено изготвяне на контролни записи), оценка, препоръка за изпълнение и запис на промените.

6.1.4. Структуриран метод „Какво ще стане, ако ...?“ (Structured What if Technique - SWIFT)

Целта на този анализ е да се идентифицират опасните състояния в технологичния процес. Използване на характерни въпроси, започващи с традиционното „Какво се случва, ако...“ идентифицират причините за аварии и предлагат мерки за повишаване на безопасността. Това е техника, разработена като алтернатива на техниката за изследване на (HAZOP), състояща се от систематично проучване на проекта, проведено от експертна група, с цел идентифициране на възможни опасни сценарии или проблеми на работната система, които могат да доведат до аварии, като се прогнозира възможните последствия. Тази техника е приложима и за процеса на проектиране, когато има по-малко подробна информация. За да се приложи тази техника, е необходимо описание на проекта (системи, процедури и т.н.), както и опитен екип със знания за проекта. Анализът е под формата на срещи на избрани експерти, дискуссия за намиране на нови идеи. Прилага се за анализ на риска в технологични системи, най-вече на нови такива.

6.2. Матрица на риска (Matrix technique)

Матрицата на риска е техника, която позволява комбинацията от различни качествени и полуколичествени класификации на последствията и вероятностните нива на риска. Вместо комбинирането на вероятностните измерения с измеренията на последствията= в една цифра, тези качества могат да бъдат представени заедно в една матрица.

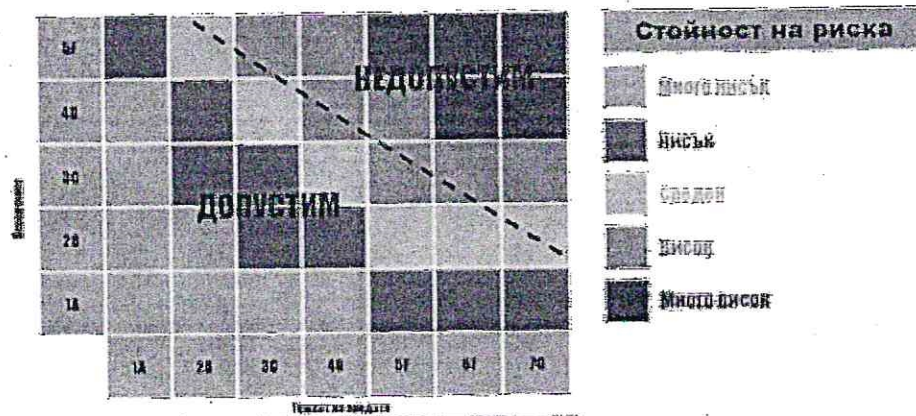
Този метод позволява приоритизиране на риска, т.е. да се класифицират установените рискове и да се определи дали те са приемливи или неприемливи, както и дали е необходимо да се извърши допълнителен или по-задълбочен анализ, или да се приоритизират действията за смекчаване. Това е техника, която може да се използва независимо или в комбинация с други техники за идентифициране, анализ и оценка на рисковете. Рисковете обикновено се анализират чрез комбиниране на оценки на последствията (също описани като тежест или резултат) и вероятност (честота или вероятност) в контекста на съществуващите мерки за контрол. Като цяло големината или рейтингът на даден риск се установяват, като се използва двуизмерна мрежа или матрица, с последица като една ос и вероятност като другата. В този контекст последствията се определят като резултат или потенциален резултат от дадено събитие.

Мащабът на последствията трябва да има различни нива, вариращи от максимални до минимални последствия, обикновено използвайки три, четири или пет нива. Вероятността скалата може да бъде числова или описателна и трябва да обхваща диапазон от минимална до максималната вероятност от възникване. Както в случай на последващи мащаби, обикновено се използват три, четири или пет нива.

Нивото на риска е резултат от комбинацията от двете променливи, вероятността и последствията, както следва: $RL_i = L_i \cdot C_i$

Където L_i е вероятността от възникване на определена рискова ситуация и C_i е последствията е в случай, че възникне такава ситуация.

Таблица 4. Матрица на риска.



6.3. Техника за анализ на сценариите

Техниката за анализ на сценариите се състои в разработването на описателни модели на това, което би могло да се случи, като дава възможност за идентифициране на рисковете чрез разглеждане на възможни бъдещи сценарии и техните последствия. В анализа се разглеждат рискови сценарии „най-добрият сценарий“, „най-лошият сценарий“ и

„най-вероятният сценарий“, като се анализират възможните последствия и вероятности за всеки сценарий. Тази техника се използва също и на най-ранен етап, при земепланирането.

За прилагането на тази техника е необходим работен екип със знания за проекта, както и знания за развитието на околната среда, технологията и т.н.

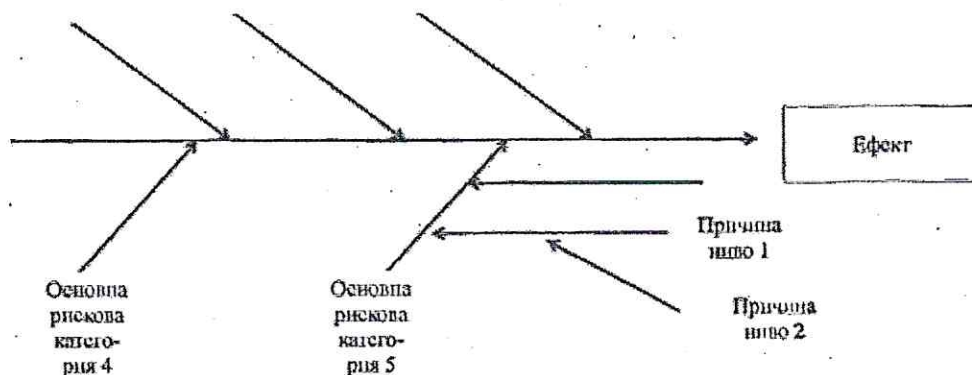
Принципът на работа на техниката се основава на семинари, където след като се установи контекстът на проблема и въпросите, които трябва да се разгледат, се установява естеството на промените, които биха могли да възникнат (технологични промени, нужди на заинтересованите страни, демографски промени и т.н.) и се предлагат няколко сценария. В този случай, когато се оценяват няколко сценария, следва да се използва качествен или полуколичествен метод за изразяване на вероятността за възникване на всеки предложен сценарий.

6.4. Техника за анализ на причините и ефекта (Cause and Effect Analyziz Technique)

Техниката за анализ на причините и ефекта е структуриран и качествен метод за идентифициране на възможни причини за събитие или нежелан проблем, без количествени стойности за вероятността за възникване на основното събитие. Тази техника позволява организирането на факторите, допринасящи за причината в категории, така че могат да бъдат разгледани всички възможни хипотези, които могат да причинят събитието. Информацията се организира в дървовидна структура или под формата на диаграма „Рибена кост“/диаграма на Ишикава/ (вж. фигура 3).

Първоначално ефектът за анализ се определя и разполага в кутия (ефектът може да бъде положителен (постигната цел) или отрицателен (проблем). Резултатът е диаграма, представяща възможни фактори, допринасящи за ефекта.

Диаграмата „рибена кост“ (диаграма на Ишикава) представлява графика, на която в най-дясната ѝ част е записан определен негативен ефект, който подлежи на анализ. Целта е да се направи системиране на възможните причини за възникване на този ефект. Първоначално се определят рисковите области, в рамките на които ще се търсят причините за рисковете. Експертна група изследва всяка рискова област, като се стреми да определи всички възможни причини за ефекта. Причините могат да се позиционират логически на няколко нива.



Фигура 3 Диаграма „рибена кост“ (диаграма на Ишикава)

6.5. Метод на индексите на опасностите- относителна оценка (Relative Ranking)

Методите за оценка на относителната опасност са методи използващи индекси като например: Dow Fire and Explosion, Mond Index, Substance Hazard Index, Chemical Exposure Index и др. Опасностите се оценяват въз основа на физикохимичните свойства на веществата, тяхното количество, параметрите на техническата безопасност и други характеристики. Този метод не позволява проследяване на причинно-следствени връзки до причинно-следствени ефекти.

Рисковият индекс е мярка, количествена или качествена, ориентирана към интегриране в цифрова стойност или в описателно прилагателно множество от фактори, които оказват влияние върху опасностите или върху риска на системата.

Следователно рисковият индекс може да не е пряка мярка за риска, а параметър, който – в зависимост от проекта – ще алармира по някои аспекти, които следва да бъдат променени при проектирането или управлението на инсталацията. Прилагането на тези индекси към дадено предприятие или към даден проект позволява по-бърз начин да се определят нивата на риск и да се установят сравнителни оценки.

Някои индекси използват цифрова скала, за да оценят „нивото на риска“ на дадена система. Други индекси не използват цифрови стойности и определят риска като „нисък“, „среден“, „висок“ и т.н. Този тип класификация е по-близо до обичайния език и понякога е адекватна на точността на мярката (което не може да оправдае точна числена стойност). Рисковите индекси могат да бъдат класифицирани по различни критерии. Една от възможностите е класирането в следните три категории:

- Рискови индекси въз основа на математическата дефиниция на риска. Това са индекси, създадени съгласно общото определение $\text{риск} = \text{честота} \times \text{степен}$. Поради този общ подход, те обикновено не са специфични за даден вид риск. Примери за това са рисков индекс (Fine, 1975), Rating number (Steel, 1990) и т.н.

- Рискови индекси въз основа на опасностите на съответните вещества. При този тип индекси се анализират рисковете свързани с пожар, експлозия, освобождаване на вещества, токсична дисперсия и др. Примери за това са индексът IFAL (Whitehouse, 1985), индексът Dow (Dow, 1987) и индекса Mond (Луис 1979, Тайлър 1985).

Таблица 5 Скала на индексът на Dow

Скала на индексът на Dow	
Стойност на индекса	Степен на опасността
1-60	Малка
61-96	Средна
97-127	Междинна
128-158	Сериозна
Над 159	Много сериозна

- Рискови индекси въз основа на пожар. Това са индекси, които се прилагат към инсталации (търговски или промишлени сгради и т.н.), обикновено без да се вземе под внимание вида на дейността. Основната информация е количеството и вида на запалимите вещества. Примери за това са индексът Purl (Purl 1975, Villanueva 1995), индексът Meseri (Martinez, 1990) и др.

6.6. Бърза оценка (Rapid Ranking)

Това е метод за бърза количествена оценка на риска, включващ определяне на стандартни разстояния. Стандартните разстояния определят пространствените граници на последствията от голяма авария. Процедурата по тяхното определяне се извършва чрез набор от таблици, в които са събрани и систематизирани елементите на риска (опасност, последствия).

Окончателното определяне на стандартните разстояния бива представено като комбинация от буква и римска цифра. В комбинацията от буква и римска цифра буквата определя пространствените граници на последствията от голяма авария, като дефинира окончателната стойност на стандартното разстояние за дадената дейност и опасно вещество. Римските цифри в комбинацията от буква и римска цифра определят формата на засегнатата площ, която в зависимост от вида на аварията може да бъде окръжност, полуокръжност или сектор от окръжност, ориентиран по посока на вятъра.

Този метод позволява определянето на зоните на аварийно планиране и на набор от общи критерии за разработването на детайлизирани аварийни планове.

6.7. Анализ и картографиране на природни опасности (RAPID-N)

Методологията се прилага като веб-базирано софтуерно приложение RAPID-N, което позволява лесно въвеждане на данни, оценка на данните и бърза оценка на риска от природни опасности (NaTech риска). Природните опасности са земетресения, наводнения, бури, екстремни температури и т.н., които могат да предизвикат големи аварии, свързани с пожари, експлозии и токсични освобождавания в предприятията. Тези технологични „странични ефекти“ предизвикани от природните опасности (естествени причини) се наричат „NaTech“ аварии.

Методологията за определяне на риска от природни опасности се основава на изчисляването на вероятностите за щети на производствени и складови единици на промишлени съоръжения, различни състояния на щетите, които могат да бъдат причинени от природните опасности, както и на оценката на естеството и степента на последствията от NaTech събития. При оценката на щетите параметрите на природните опасности се изчисляват въз основа на аварийните сценарии, а кривите на крехкост се използват за определяне на състоянията на щетите и съответните вероятности за възникване.

Приложението включва интегрирана рамка за оценка на NaTech риска чрез предоставяне на управление на данни и инструменти за анализ за задействане на природни опасности, промишлени съоръжения и технологични единици, опасни вещества и NaTech щети. За да се улеснят изчисленията за оценка на риска, е разработена разширена база данни, която може да се използва за изчисляване на параметрите на опасността и мястото, единицата за обработка и свойствата на химичното вещество. За подбора на подходящото оценяване се използва експертна система базирана на характеристиките на свързаните обекти, наличността на входни данни и географското местоположение на обекта. Импортирането на лесно достъпни карти на опасностите също се поддържа. За оценката на щетите е осигурен основен набор криви от крехкост от литературни данни. Условните и нелинейни вероятностни отношения могат да бъдат дефинирани между състоянията на щети при природни опасности и предизвикали NaTech събития, които се използват за моделиране на последствията. Резултатите са представени като обобщени доклади за риска и NaTech рискови карти.

Методологията и приложението RAPID-N могат да се използват за разработване на NaTech рискови карти, както за целите на земепланирането, така и при планирането на аварийните ситуации чрез използване на сценарии или за бърза оценка на щети.

6.8. Предварителна оценка на опасностите (Preliminary Hazard Analysis - PНА)

Това е качествен (описателен) метод, който използва последователен и систематичен анализ на последователността от събития, при които от дадена опасност би възникнала голяма авария. Основната идея на предварителната оценка на опасността е да избере предмета на изследване и да определи проблемите, които могат да възникнат. Той може да се използва като метод позволяващ да бъдат разгледани широк спектър от въпроси. Необходимият основен материал е минимален – скица на схемата за оборудване и информация за съответните вещества. Целта на предварителната оценка на опасностите е да се направи бърз преглед на опасностите, който да бъде основа за подробен анализ на риска. Той може да се прилага на ранен етап от проектирането, когато съществуват само много общи намерения и технологични схеми.

Лицето, което изготвя анализа (индивидуално или в екип) взема предвид потенциалната опасност първо „самостоятелно“, а след това се използва например „списък на типовете опасности“. Първо се идентифицират възможните неблагоприятни събития, които след това се анализират поотделно. За всяко неблагоприятно събитие или опасност се определят съответни конструктивни/технически подобрения или превантивни мерки. За всяка опасност се вземат под внимание както относителната честота, така и последствията от потенциални аварии.

Резултатът от този метод дава възможност за определяне на категориите опасности, които трябва да бъдат анализирани по-подробно, както и индикация за това, какъв последващ метод е най-подходящ. С помощта на матрица на риска от типа „честота/последствие“, идентифицираните опасности могат да бъдат класирани съобразно риска, като съответните превантивни мерки могат да бъдат приоритизирани.

Тази оценка е само приблизителна, следователно честотата на аварията и последствията от тях се класифицират само в определени граници.

Рисковият индекс може да бъде установен, както следва: $I = P + S$, където I – рисков индекс, P – честота на аварията и S – степен на увреждане на здравето.

Таблица 6

Честота на аварията	P
Няма авария, опасността е изключена.	0
По-малко от 1 x за 1000 години	1
Между 1 x за 100 и 1 x за 1000 години	2
Между 1 x за 10 и 1 x за 100 години	3
Между 1 x годишно и 1 x за 10 години	4
Повече от 1 x годишно	5
Степен на увреждане на здравето	S
Без нараняване	0
Сериозни наранявания	2
Смъртоносен инцидент	3
Няколко фатални аварии	5

Рисковият индекс показва тежестта на риска и се използва, за да се определи кои опасности изискват специално внимание и степента на по-подробен анализ.

6.9. Анализ на опасността и работоспособността (HAZOP)

Един от най-разпространените методи за идентифициране на опасности е изследването на опасността и работоспособността наречена HAZOP (Hazard and Operability Study). Това е признат стандарт за оценка на опасностите и гарантиране на безопасността на комплексното химическо оборудване за оценка на новосъздадени, реконструирани и съществуващи предприятия.

Може да бъде дефиниран като прилагане на последователни и систематични процедури по обективно изпитване на даден процес и конструктивни и/или инженерни идеи за нови или съществуващи инсталации, с цел да се оцени техният потенциал за възникване на опасности, възникващи от отклонения от конструктивните спецификации, както и да се анализират последствията върху инсталацията като цяло.

За това проучване екип от експерти разработва критична оценка на проекта. Всеки раздел се оценява систематично с помощта на поредица от ключови думи, набор от два вида ключови думи: думи, изразяващи отклонение или описание като НЕ, ПОВЕЧЕ/ПО-МАЛКО, КОЛКОТО, ДРУГО и т.н., и експлоатационни параметри като ТЕМПЕРАТУРА, НАЛЯГАНЕ, ОБЕМ, ДЕБИТ. Чрез комбинация между двата вида ключови думи и оценка на приложимостта от подобна комбинация се идентифицират възможните сценарии за потенциални опасности или проблеми при експлоатацията. Например при проблеми с ДЕБИТА по дадена производствена линия, кодовата дума ПОВЕЧЕ ще отговаря на по-голям от проектния дебит, а ПО-МАЛКО на по-малък. След като се определят комбинациите и свързаните с тях критични моменти се обсъждат възможните последствия и превантивни/контролни мерки. Прилагането на горепосочените ключови думи изглежда сравнително проста задача, тези ключови думи обикновено дават ясно и лесно разбираемо отклонение. Наборът от ключови думи е основен инструмент, който заедно с целта, улеснява формулирането на отклонения. Приложимостта на ключовите думи е доста широка, особено когато целта е определена като цяло. С по-подробно описание на целта, полезността на целта намалява, както и видовете възможни отклонения намаляват.

Процедурата за проучване HAZOP може да бъде описана със следните стъпки:

- Описание на целта(ите) на системата(ите) на подсистемата. Приема се, че една подсистема има една основна функция;
- Описание на отклонението от желаната цел, използване на определени, дефинирани ключови думи;
- Намиране на причината или комбинацията от причини, които водят до отклонение, търсене на отговори на въпросите „какво ще се случи, ако...“, „което би могло да причини авария“;
- Определяне на възможните последствия и оперативни проблеми;
- Препоръки за мерки.

За да се подготви изследването, системата трябва да бъде разделена на по-прости подсистеми. Чрез систематично съчетаване на ключови думи, практически всички възможни начини, които могат да задействат отклонението се проверяват. Всяка от тях трябва да бъде оценена, да бъдат идентифицирани причините и възможните последствия, които да бъдат определени. Доколкото те не са значими, тези вариации не е необходимо да се вземат предвид. Въпреки това, някои отклонения могат да имат реални причини и последствия, така че те могат да бъдат сериозни и опасни. В този случай, ако са открити

потенциално опасни условия, те трябва да бъдат анализирани подробно. Ако едно съоръжение/инсталация е проучено и са записани потенциални опасности, то се премества в следващата част на системата. Това се прави, докато целият проект (операции) бъде проучен. Целта е да се състави списък с всички възможни отклонения от правилната цел и да се идентифицират евентуалните опасности, причинени от тези отклонения.

Таблица 7 Ключови думи за HAZOP

№	Водещите думи са	Значение
1.	НЕ	Пълно отричане на замисъла, намерението, целта
2.	ПОВЕЧЕ	Количествено увеличаване
3.	ПО-МАЛКО	Количествено намаляване
4.	КАКТО И	Качествено увеличаване
5.	ЧАСТ ОТ	Качествено намаляване
6.	ОБРАТНОТО	Логически противоположното на замисъла (целта)
7.	ДРУГО ОСВЕН	Пълно заместване

Процедурата по изпълнение за подробно проучване на избраното предприятие може да бъде официално разделена на няколко основни фази:

- избор на целта,
- избор на работен екип,
- подготовка на екипа,
- извършване на проучването,
- запис на заключенията.

Целта следва да бъде изразена възможно най-ясно, доколкото е типично за следните причини:

- мониторинг на проекта,
- решение къде да бъде поставено устройството,
- решение относно избора на конкретно съоръжение,
- проверка на правилата за експлоатация,
- подобряване на безопасността на текущите операции.

Необходимо е също така да се вземе предвид и да се реши какво въздействие може да има установената опасност върху:

- обслужващия персонал,
- оборудването и процесите,
- качество на производството,
- населението,
- околната среда.

Human- HAZOP (Човешки фактор)

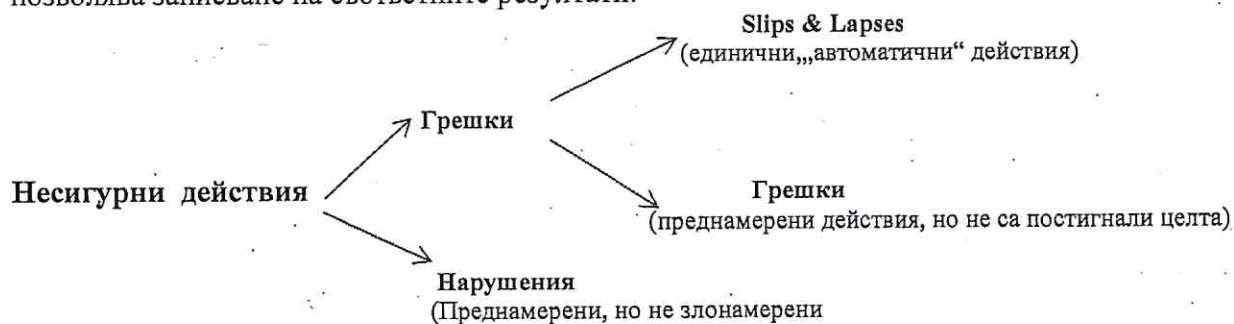
Аналитичната процедура Human-HAZOP е вдъхновена от оригиналната и добре установена структура на HAZOP, но е фокусирана върху човешките грешки (провали), които биха могли да представляват опасност. Тя е предназначена за изследване на безопасността на критични задачи (и решения), изпълнявани от хора. Позволява да се

направи качествена оценка на факторите, които влияят на човешкото представяне. Целта е тези фактори да се оптимизират по такъв начин, че рискът от човешки грешки да бъде сведен до минимум по време на ключови операции или задачи.

Таблица 8 Основни стъпки на метода Човешки фактор - HAZOP

Човешки фактор			Допълнителни мерки		
1. Задача или подзадача описание	2. Човешки грешки, които могат да възникнат	3. Възстановяване в случай на пореда преди възникване на последствия	4. Последствия, ако повреда не може да бъде възстановена	5. Мерки (бариери) за предотвратяване на възникване на повреди	6. Мерки за намаляване на последствията
Описват се от документацията	Типове човешки грешки, за всяка задача	Не всички човешки грешки и повреди водят до лоши последствия, може да има потенциал за възстановяване	Последствия, които могат да възникнат в резултат на човешка грешка описана по-рано	Предложения, как да се предотврати настъпването на грешки, могат да включват промени в правилата, обучение и др.	Предложения как да се намалят последствията или да се повиши потенциалът за възстановяване

Тази обобщена последователност установява протокола за извършване на анализа и позволява записване на съответните резултати.



Фигура 4. Класификация на човешки грешки/неуспехи

Тези видове грешки представляват потенциално опасни „отклонения“ от очакваното поведение и се използват по същия начин като „ключовите думи“ в традиционния HAZOP.

6.10. Анализ на вида и последствията от отказите (Failure Modes and Effects Analysis - FMEA)

Анализът на вида и последствията от отказите е една от първите систематични процедури за анализ на грешките, използвани от 50-те години насам. Методът се използва за идентифициране на типовете неизправности на отделните устройства и системи. Позволява идентифицирането на всички възможни режими на неизправност на дадена система, ефектите от тези откази/неизправности, механизмите на откази/неизправности и начина да се избегнат и/или да се смекчат ефекти им върху системата. Анализът на вида и последствията от отказите оценява възможните откази/неизправности на оборудването и тяхното въздействие върху технологичния процес. Тези неизправности могат да възникнат на различни нива – система, подсистема или нейните компоненти.

Тази техника е приложима, както по време на проектирането, така и по време на

експлоатацията на дадено предприятие. Нейният обхват може да бъде разширен с анализ на критичността на даден отказ, тогава методът се нарича *Анализ на вида и последствията от критични откази - Failure Modes, Effects and Criticality Analysis (FMECA)*.

Процедурата, при която всеки потенциален отказ в дадена система се анализира, за да се определи неговия ефект върху системата и да бъде класиран (приоритизиран) съгласно мащаба на неблагоприятното му въздействие.

Принципът е да се изследва всеки компонент на системата и да се отговори на следните въпроси:

- как даден компонент може да бъде повреден,
- какво може да се случи, когато компонентът е повреден.

Това е инструмент за цялостен анализ на риска, резултатите му се съставят в таблична форма. Използват се различни форми на записване, напр. същият запис като при HAZOP. Успехът му зависи от концепцията за оценка, какви потенциални откази могат да възникнат в производствения процес и от това, какво ги причинява.

Последната стъпка в този анализ е да се проучи критичността на неизправностите избирайки тези случаи, които са най-сериозни. Категориите критичност са дадени в таблица 9 по-долу.

Таблица 9 Категории за критичност

<u>Категория</u>	<u>Последствия</u>
<u>Катастрофални</u>	загуба на система(и), множество наранявания, смърт
<u>Критични</u>	нараняване, повреда на оборудването, опасно състояние, изискващо незабавна защита
<u>Средни</u>	не е повредена важна система, няма увреждане на функцията на устройството, няма нараняване на лица
<u>Незначителни</u>	не е повредена важна система, няма телесна повреда, не е необходимо незабавно действие

6.11. Анализ на дървото на отказите (Fault Tree Analysis-FTA)

Анализът на дървото на отказите е един от класическите методи за идентифициране на опасностите. Той се използва специално за определяне на комбинации от грешки, които могат да доведат до авария. Има много варианти на този метод.

Дървото на отказите е логическа диаграма, основана на дедуктивната логика, която показва връзките между отказ на системата, т.е. специфично неблагоприятно събитие, нарушаващо функционирането на системата като цяло, и отказа на различни компоненти на системата. Нежеланите събития първо се дефинират и след това се определят възможните причинно-следствени връзки между отделните откази на компоненти на системата.

Целта на този анализ е да се открият начините, по които системата може да откаже. „Минималните сечения“ илюстрират пътищата, по които системата може да откаже.

Модели, които могат да бъдат използвани за откриване:

- Взаимозависимост между събитията на отказ;
- Вероятности за отказ на системата;
- Откриване на слабости на системата.

Дървото на отказите показва всички възможни комбинации от откази на елементи,

които могат да доведат до *специфичен* отказ на системата. Отказите на елементите и други събития се комбинират и свързват чрез логически оператори („И“, „ИЛИ“), за да се осигури логическо описание на системния отказ. Дървото на отказите е метод за анализ „отгоре надолу“ (*top-bottom*). Започва с възможен отказ на системата (*върхово-топ събитие*). Целта е да се определят пътищата, по които може да възникне върховото събитие.

Много важно при използването на този метод е как се избира топ събитието и как се създава дървото на отказите.

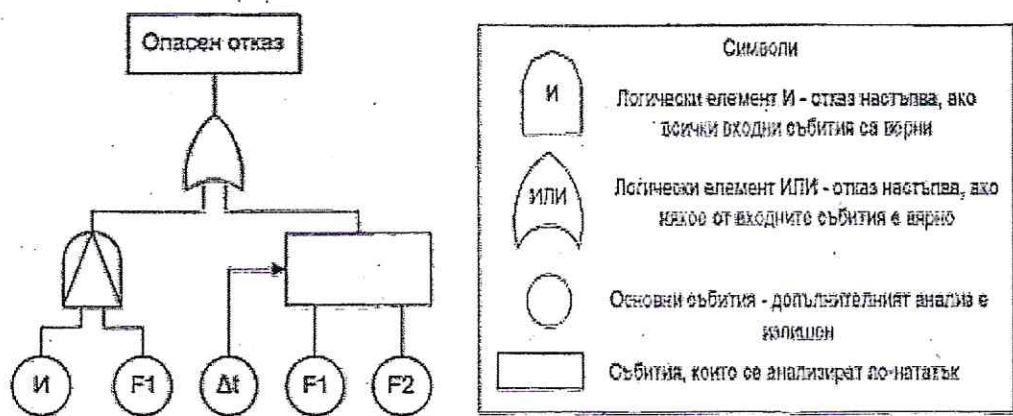
В този метод работата може да бъде разделена на четири или пет етапа. В първия етап се избира топ събитие и възможните причини се идентифицират като цяло, например чрез морфологично търсене или чрез проучване на данни, получени от вече регистрирани инциденти.

Следващата стъпка е да се идентифицират различните „верижни“ откази в експлоатацията (в съоръжението), които водят до върхово събитие. Тук например, се извършва търсенето на начини за неуспехи на отделните компоненти. В заключение следва да бъдат идентифицирани индивидуалните причини за откази на компонентите.

Чрез анализ с помощта на дървото на отказите, се създава ясен и систематичен визуален модел, който на пръв поглед показва как основните елементи допринасят за срива на системата.

Методът може да се използва както за качествен, така и за количествен анализ, позволявайки сравнително лесното откриване на „слабите места“ на системата и определянето на аспектите на надеждността. Полезен е, както при планирането/проектирането, така и при експлоатацията на дадено предприятие.

Този метод се използва в много клонове на промишлеността, като за него може да бъдат намерени много помощни материали като литература и софтуерни приложения.



Фигура 5. Примерно дърво на отказите и елементите за изграждането му

6.12. Анализ на опасностите (Hazard Analysis - Hazan)

Анализът на опасностите е един от вариантите на анализа на дърво на отказите. При анализиране на опасността е необходимо да се реши дали е необходимо да се направят промени, за да се намали тази опасност. Като съществени изисквания за изпълнението на анализа се предвижда честота на възникване на дефекти и техните

вероятни последствия, включително критерии за приемане.

Първата стъпка в анализа на опасността е да се състави схемата за неизправност на идентифицираната опасност, като се започне от потенциалното върхово-топ събитие и се завърши с постепенното идентифициране на причините на различните етапи. В няколко случая автоматичните повреди също трябва да бъдат взети предвид при съставянето на схемата за неизправност.

Целта е да се раздели „събитието“ на нарушения, които се случват достатъчно често, така че тяхната честота и вероятност да са известни. Комбинацията от тези основни данни след това води до прогнозиране на честотата за върхово-топ събитие.

Тази оценка може да бъде съчетана с очакваните последствия от експлозия, като се вземат предвид материалните и финансовите загуби и евентуална загуба на човешки живот, за да се определи дали системата е приемлива или изисква корекции.

Предимствата на анализът на опасността, извършен въз основа на проектирането на схемата за неизправност включва възможността за идентифициране на неподозирани възможности, водещи до върхово-топ събитие. Установено е също така, че крайната стойност на броя на повредите зависи главно от поддръжката и тестването на оборудването.

6.13. Анализ на дървото на събитията (Event Tree Analysis- ETA)

Дървото на събитията се построява чрез индуктивен анализ. Търсят се вероятните следствия от настъпили откази на елементи. Това е метод „отдолу нагоре“ (*bottom-top*), а стартовите откази се наричат начални събития.

Принципът за изграждане на дърво на опасността е изборът на общ тип авария, който е достатъчен, за да покрие проблемите, които искаме да решим.

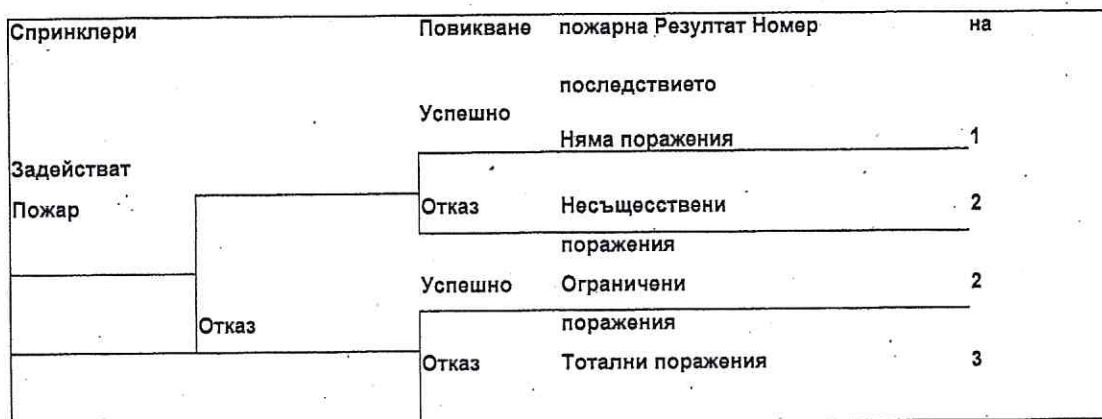
При това сортиране е важен „подкласа“ на вида авария:

- взаимно изключващи се,
- маркирани са приблизително еднакво на всяко ниво на сортиране,
- имат пълен логичен обхват на действие.

Процедурата за съставяне на дърво на опасностите (схема за опасност) в дадена инсталация или операция е както следва:

- избор на подходящо основно събитие (инцидент),
- съставяне на запис на видовете причини за (върхово-топ) събитие като се определят границите на анализа - с какво започва последователността от събития, какви са резултатите (последствията),
- свързване на идентифицирани причини като входни данни към „OR GATE“ в схемата за неизправност,

- разбиране на всеки вид опасност и развиване на кауза в следващите стъпки.



Фигура 6. Примерно дърво на събитията за инициращо събитие „Пожар“

6.14. Причино-следствен анализ (Cause Consequence Analysis - CCA)

Директното изготвяне на дървото на отказите е трудно. Прекъсването на производството, стартирането на големи и многостепенни системи за сигурност предизвикват редица проблеми. За тези системи има редица фази на „работен режим“ и няколко алтернативни последователности от събития в зависимост от това какъв вид неизправност настъпва след първоначалното събитие. В такива случаи е за предпочитане да се работи с „инициращи събития“. Причинно-следственият анализ е работна процедура, включваща първо проучване на първоначалното „решаващо събитие“ и след това изучаване на последователността на събитията в производствения процес, като се вземат предвид причините за тях. Модел на причини и последствия записва резултатите от анализа, причинно-следствена връзка между събитията и тяхната времева последователност.

От гореизложеното следва, че причинно-следственият анализ може да започне с първоначалното събитие и да следва последователността на събитията, т.е. пътищата на причинно-следствената връзка. Възможно е също така да се разделят последователностите на събитията на алтернативни и паралелни клонове и да се обясни причината, в този случай е подходящо използване на малко дърво на отказите.

Причинно-следственият анализ е разработен от Д. С. Нилсен въз основа на концепцията за решаващо/критично събитие. Критичното събитие се определя като:

- събитие, което при определени обстоятелства може да причини сериозни последствия,

- подходящо е като първоначално събитие за подготовката на анализ.

Определящото събитие трябва да бъде избрано по начин, че най-важните случаи на неуспех да станат решаващи събития.

В причинно-следствения анализ първоначално се изучава последователността на събитията, напр. при проектирането на устройството или системата за безопасност, и се следват отклоненията от тази последователност. Отклоненията се оценяват, при условие, че те не могат да възникнат при нормална експлоатация. Тази посока се нарича „обикновена стратегия за наследяване“. След което се следи разпространението на събитията в производствения процес, като се започне с първоначалното събитие като

промени в тръбопроводите, технологичното оборудване, оборудването за безопасност и др. Тази посока се нарича „пропорционален път“ и е най-подходяща да анализира причините за последствията от непрекъснати процеси.

Една от възможностите за избор на критично събитие е проследяването на всяко устройство или тръбопровод в технологичен процес, като се вземат предвид въздействието на основните променливи (налягане, температура, поток). Освен това се проучва въздействието върху всеки резервоар, реактор или тръбопровод. Това е „пропорционалният път“, който е подходящ за наблюдение на последствията от този вид събитие.

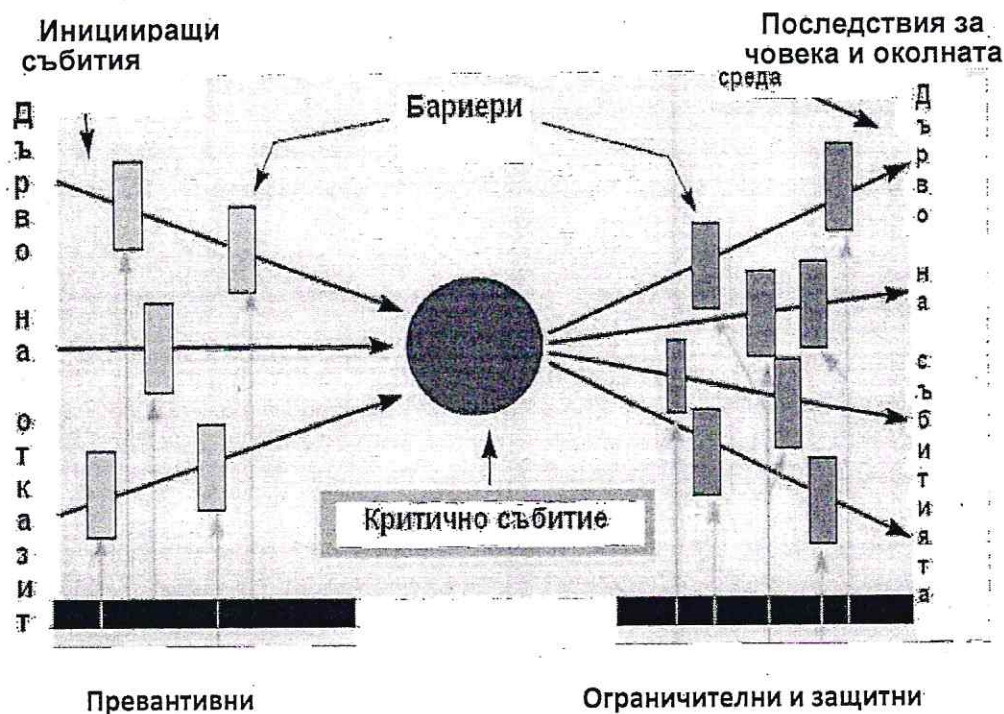
Методът за подбор на критичното събитие започва в производственото съоръжение при нормален режим на работа, като режимът на неизправност на отделните компоненти се счита за решаващо събитие. В настоящия случай анализът на въздействието може да се счита за продължение на процедурата на Анализ на вида на последствията и отказите (FMEA).

Методът може да се прилага за всички експлоатационни ситуации, за нормално производство, намалено производство, както и за ненормални експлоатационни условия.

Сравнително често причинно-следствения анализ се използва за допълване на методите HAZOP и FMEA. Може също така да служи за допълване на дървото на отказите (FTA), ако в анализа са включени поредица от ефекти. Методът на дървото на събитията често погрешно се счита за причинно-следствен анализ.

6.15. Анализ „възелът на папийонката“

Методът на папийонката е съчетание на методите дърво на отказа и дърво на събитията. Целта на метода на папийонката е да определи последователността от събития, които могат да доведат до неблагоприятни и нежелани последствия. Чрез изчисляване на вероятностите за всички инициращи събития, може да се изчисли вероятността за възникване на всяко едно от последствията, като по този начин се опише нивото на риск за системата. Подходът на „Папийонката“ се състои от (графична) комбинация на дървото на отказите, дървото на събитията и диаграма на бариерите. Започвайки с веригата от основни събития от лявата страна, дървото на отказите се използва за да илюстрира как тези основни събития или пораждащите ги събития могат да причинят едно „критично събитие“, крайното събитие от дървото на отказите. Критичното събитие е събитието загуба на херметичност, което дава началото на неконтролирано изпускане на опасно вещество в околната среда. Дясната страна на папийонката се чертае във формата на дърво на събитията, показващи възможното развитие на критичното събитие в серия от алтернативни последствия (самите големи аварии). В тази графа могат да бъдат илюстрирани „бариерите на безопасност“ или „защитните граници“, т.е. мерките за намаляване на вероятността (=превенция) от критичното събитие (на лявата страна на папийонката) или намаляване на последствията (=смекчаване).



Фигура 7. Примерна диаграма за метод на патийонката

Таблица 10. Видове барииери

Вид на барииерата	Описание	Откриване	Решение	Действие	Примери
Активен хардуер	Всички елементи на барииерата се изпълняват от технологията.	Технологично (напр. датчик за налягане)	Технологично (напр. логически контролер)	Технологично (напр. клапан за аварийно изключване)	Системи за контрол на процесите и системи за безопасност
Активен човек	Барииерата се състои от човешки действия, взаимодействащи с технологиите.	Човешко (напр. оператор открива теч)	Човек (напр. решава да изключи и изолира оборудването)	Човешко, но действаща по технология (напр. операторът натиска бутона стоп или ръчно затваря клапан)	Откриване и реагиране на оператора
Активен хардуер + човек	Барииерата е комбинация от човешки действия и технологично изпълнение.	Технологично (напр. индикатор за високо ниво и сигнализация)	Човек (напр. операторът чува и реагира на аларма)	Технологично (напр. клапан за аварийно изключване) Човешко (напр. операторът ръчно затваря клапана)	Активиран клапан от оператора Газова аларма и решение на човека да се евакуира
Пасивен хардуер	Барииерата работи	-	-	-	Антикорозионна боя
Непрекъснат хардуер	Барииерата винаги работи.	-	-	Технологични - технологии	Вентилационна система, активна защита от корозия

6.16. Анализ на човешкия фактор (Human Reliability Analysis - HRA)

Целта на анализа на човешкия фактор е да се идентифицират възможните човешки грешки и техните последствия, както и причините за тези грешки. Анализът представлява систематична оценка на факторите, засягащи дейностите на операторите, техниците, работниците по поддръжката и други производствени служители. Той систематично изброява грешките, които могат да възникнат по време на нормален работен процес или в случай на извънредна ситуация, факторите допринасящи за тези грешки и модификациите на системата, които могат да бъдат проектирани така, че да намалят вероятността от тези грешки. Анализът включва идентифицирането на важните точки на системата, засегнати от индивидуални грешки и реда на тези грешки въз основа на вероятността от възникване на аварии или тежестта на техните последствия. Резултатите могат да бъдат актуализирани при извършване на промени в проекта или производството.

Анализът може да бъде разширен с помощта на контролни записи, за да се вземе предвид човешкия фактор. Следните въпроси могат лесно да бъдат включени в протокола:

- Достъпни ли са органите за управление и лесно разпознаваеми?
- Работниците имат ли достатъчно информация, за да определят причината за аварийна ситуация?

6.17. Количествен анализ на риска на химичните процеси (Chemical Process Quantitative Risk Analysis - CRQRA)

Методологията за количествен анализ на риска на химичните процеси е сравнително нов инструмент в областта на управлението на безопасността на процесите.

Уникалността на химичното оборудване и процесите изисква разработването на подходяща методология за анализ на риска, която да е съобразена с особеностите на химическата промишленост. Опитът показва, че в случай на сложни химични процеси обичайните инструменти за управление на безопасността, например спазването на стандартите и регламентите, инспекциите и одитите са недостатъчни. Броят на големите аварии през последните години и последствията от тези аварии са доказателство за това. Методологията за количествен анализ на риска на химичните процеси обогатява съществуващите методи за идентифициране на опасностите и оценка на риска чрез допълнителни процедури с цел количествен анализ на риска и оценка на стратегията за управление на безопасността на процесите.

Това е инструмент за инженерно количествено определяне на риска и в същото време е инструмент за намаляване му. Той дава възможност да се идентифицират и приоритизират индивидуалните опасности, допринасящи за общия риск от процесите. За големи опасности (рискови ресурси) могат да бъдат приложени мерки за подобряване на безопасността и ефективността на инвестицията може да бъде оценена.

Използването на широк набор от методи/техники и процедури, които са от значение за методологията, позволява извършването на количествен анализ на риска, могат да бъдат идентифицирани значителни източници на риск (опасности), а необходимите мерки могат да бъдат препоръчани и предложени на обективна основа.

Цялостното проучване на безопасността с тази процедурата е проучване в подетапи – стъпки. На всеки етап се задава подцел, напр. идентифициране на опасностите, като един от подметодите може да се използва за решаването и. Наборът от всички методи/техники и

процедури, използвани в подстъпките, е цялостната методология.

Препоръчителната процедура включва следните подстъпки:

- 1. Определяне на целта за анализ*
- 2. Описание на анализираната система*
- 3. Идентифициране на опасностите*
- 4. Съставяне на списък на възможните аварии*
- 5. Избор на сценарии на големи аварии*
- 6. Оценка на последициите от аварии*
- 7. Модифициране на системата за намаляване на последициите от аварии*
- 8. Оценка на честотата на аварията*
- 9. Модифициране на системата за намаляване на честотата на аварията*
- 10. Оценка на риска въз основа на честотата и последициите на аварията*
- 11. Модифициране на системата за намаляване на риска*

1. Определяне на целта на анализа

Определянето на целта на анализа е много важно и като цяло е трудно. Въз основа на определени специфични изисквания и на наличната информация се избира дълбочината на анализа. Могат да се предвидят и специални анализи, като напр. оценка на доминиращите последици, повреда на системата за контрол или повреда на защитната система. Накрая се определят изисквания за конкретна информация, след което се съставя база данни с необходимата информация.

2. Описание на анализираната система

Описва се наличната информация за процеса необходима за изготвянето на анализа на риска. Като общо правило се изисква информация за местоположението, времето, технологичната схема, схема на тръбите, оперативни правила, технологичната документация, физичните и химичните свойства на веществата, информация за неизправностите на оборудването и отклоненията от технологичния процес. Тази информация се вписва в базата данни, с която се работи.

3. Идентифициране на опасностите

Това е съществена стъпка при извършването на анализа на риска, като се използва процедурата, тъй като забравена опасност води до незабелязана и следователно неанализирана опасност. Практически опит, технически стандарти, инспекционни записи, подробни познания за процеса и т.н. могат да се използват за справяне с този въпрос. Индексни методи, методи на РНА, Какво ако метод за анализ, и по-специално методите HAZOP и FMEA могат да бъдат включени като набор от методи за идентифициране на опасности.

4. Съставяне на списък на аварията

Включването в списъка означава идентифицирането на всички установени неблагоприятни събития, независимо от тяхната сериозност или инициращо събитие. Това отново е критична стъпка, тъй като неизвестната ситуация не може да бъде

анализирана и това може да окаже отрицателно въздействие върху резултатите от цялостното изследване.

5. Избор на сценарии на големи аварии

От списъка на всички идентифицирани аварии, които са достатъчно представителни за всички идентифицирани случаи се прави избор на едно или повече неблагоприятни събития. Подборът се извършва въз основа на възможното развитие на събития и специфични събития.

6. Оценка на последствията от аварии

Тази стъпка се основава на оценка на зависимостта между мащаба на последствията от аварията и честотата или вероятността от тяхното възникване. В същото време, с цел опростяване се счита, че при авария с приемливи последствия от неблагоприятните събития, анализът на съответното събитие се прекратява. Ако последствията от разглежданото събитие са неприемливи, е необходимо да се предложат действия за тяхното намаляване, вж. следващата точка 7.

7. Модифициране на системата за намаляване на последствията от аварии

Това е стъпка чрез предлагане на възможни корекции, които следва да доведат до намаляване на последствията. Процедурата се връща в точка 2, тъй като е необходимо да се прецени дали корекцията може да не е източник на риск. Дори ако последствията не могат да бъдат премахнати, се преминава към следващата точка на анализа.

8. Оценка на честотата на аварията (вероятности)

Ако честотата (вероятността) на нежелано събитие е разумно ниска, последствията могат да бъдат оценени и анализът на събитието да приключи. Ако честотата (вероятността) на настъпването е неприемлива, е необходимо да се търси начин да се намали (вж. точка 9).

9. Модифициране на системата за намаляване на честотата на аварията

В тази стъпка се предлагат модификации на процеса, които могат да намалят честотата (вероятността) на аварията. Ако това се случи, процедурата трябва да се повтори отново от точка 2, в противен случай се продължава към следващата стъпка.

10. Оценка на риска въз основа на честотата и последствията на аварията

Ако връзката между честотите и последствията е приемлива или е установена стратегия за намаляване на риска, анализът на риска е успешен с процедурата CPQRA и процедурата приключва. Ако рискът е неприемлив, е необходимо да се пристъпи към точка 11.

11. Модифициране на системата за намаляване на риска

Необходимо е да се предложат корекции, които позволяват намаляване на риска, предлагат се съществени промени в процеса и изискванията за процеса се променят. Ако е необходимо, цялата стратегия също се променя.

7. ОЦЕНКА НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ИЗБОР И ПРИЛАГАНЕ НА МЕТОДИТЕ/ТЕХНИКИТЕ

Севезо Директивата не предписва конкретна методология за анализ на риска за държавите членки на ЕС, т.е. отделните държави могат сами да вземат решение относно въвеждане на собствени процедури за оценка на риска.

За разработването на успешна практика по управление на риска е необходим добър анализ на риска. Необходимо условие за това е изясняване на същността, правилния начин на приложение, предимствата и недостатъците на методите/техниките за анализ, които трябва да се използват.

7.1. Характеристики на методите/техниките за анализ на риска.

Методите/техниките могат да имат много различни присъщи характеристики, което прави полезността им различна.

Таблица 11. Основни характеристики на методите/техниките за анализ на риска

	Характеристика	Описание
1.	Качествен/количествен	Оценката на анализа се извършва качествено или количествено
2.	Ниво на детайлност	Ниво на детайлност на дизайна, което може да бъде оценено чрез метода/техниката
3.	Необходими данни	Тип и ниво на проектните данни, необходими за метода/техниката
4.	Времетраене	Ефективно време на разработването на системата за метода/техниката
5.	Необходимо време	Относителен период от време, необходим за анализа
6.	Индуктивен/дедуктивен	Методът/техниката използва индуктивни или дедуктивни разсъждения
7.	Сложност	Относителна сложност на метода/техниката
8.	Трудност	Относителна трудност на метода/техниката
9.	Техническа експертиза	Изисква се относителна техническа експертиза и опит
10.	Необходими инструменти	Методът/техниката е самостоятелна или са необходими допълнителни инструменти
11.	Разходи	Относителна цена на метода/техниката
12.	Основен инструмент за безопасност	Методът/техниката е основен или вторичен инструмент за безопасност

7.2. Предимства и недостатъци на методите/техники за анализ на риска.

Традиционни методи;

Предимства: Лесни за употреба.

Недостатъци: Основен техен недостатък е че не предоставя достатъчно разбиране за опасностите, които биха могли да възникнат при всички възможни ситуации.

Структуриран анализ „Какво ако?“

Предимства: Той е широко приложим към всички системи, ситуации, обстоятелства, организации или дейности. Нуждае се от минимална подготовка на екипа. Относително бърз и основните опасности и рискове бързо стават очевидни по време на заседанието на екипа. Може да се използва за идентифициране на възможностите за подобряване на процеси и системи. Може да се използва и за идентифициране на мерки за справяне с риска. Създава регистър на рисковете и план за въздействие върху рисковете.

Недостатъци: Методът изисква опитен координатор и подготвен екип от експерти за да не се губи време и да се идентифицират съществени рискове. Прилагането на метода на високо ниво може да не разкрие сложни, подробни или взаимно свързани причини. Притежава всички недостатъци на експертните методи.

Контролен списък

Предимства: Методът има просто и бързо приложение, както за съществуващо, така и за новопроектирано предприятие. Той позволява да се провери подробно адекватността на инсталациите. Той е гъвкав и може да се използва от неспециалисти.

Недостатъци: Методът разглежда инсталацията само от гледна точка на спазването на определен регламент или процедура. Не дава информация за това колко често могат да възникнат отделните случаи на авария (брой).

Анализ на сценариите

Предимства: Прилагането на метода на сценариите позволява създаването на множество на „приемливото бъдеще“ от сценарии, за което се планират политики и способности на основата на експертни мнения и допускания. Множеството алтернативи, които методът може да обхване, дават дълбочина на анализа и способност да се предвидят и най-маловажните фактори на влияние, които се изпускат от другите модели. Ако е правилно конструиран, моделът добре показва причинно-следствената зависимост между отделните фактори, което позволява да се планират способности за справяне с риска на възможно най-ранен етап.

Недостатъци: В моделирането на дългосрочни проекти с множество и разнообразни фактори на влияние, сложността на модела ще нарасне значително, защото нарастват възможните комбинации от параметри на факторите. Има всички недостатъци на експертните методи в зависимост от това, какъв метод е избран за събиране на входните данни.

Предварителен анализ на опасността

Предимства: Методът работи с лимитирана информация. Позволява идентификация на определени опасности и рискове на възможно най-ранен етап от проекта.

Недостатъци: Дава само предварителна информация. Не е изчерпателен. Не дава детайли за възникването на опасностите и рисковете и за начините за справяне с тях.

HAZOP (Hazard and Operability study)

Предимства: Позволява прецизното разглеждане на даден проект или система. Дава възможност за интердисциплинарен подход. Генерира решения и действия за справяне с рисковете. Има широка приложимост. Обръща се специално внимание на причините и

последствията. Резултатите са документирани.

Недостатъци: Времепоглътящ процес, а като следствие може да е и много скъп. Изисква наличието на всеобхватно документирание на системата, която ще се анализира. Има всички недостатъци на методите, включващи групи от експерти, поради което е необходим опитен ръководител, който да води срещите целенасочено. Ограничава се от предварително заложените обхват и цели. Разчита на експертите, които в някои случаи може да са създали въпросната система, и да не могат или да не искат да търсят грешки в нея.

Анализ на способа на грешките и взаимодействието им. (Failure Mode and Effects Analysis)

Предимства: Позволява прогнозиране на недостатъци и превенция при протичане на процесите. Системни действия, които се изпълняват във висока степен на формализация, с движение на типови формуляри. Това позволява, от една страна, да се представят в логическа последователност и взаимозависимост потенциалните грешки и с помощта на количествени показатели да се оценят във връзка с проектния риск, а от друга страна, да се натрупа опит за последващи разработки и подобрения. Колективен подход, който обикновено се осъществява от работна група, съставена от експерти в различни области. Методът има целенасочено отношение към анализа на организационните функции, структури и процеси, определящи изпълнението на поставените задачи. Критичен анализ на механизма на сбъждане на всички възможни откази, слаби места или рискове. Анализът позволява да се намери начин за снижаване оценката на риска. Методът разглежда риска като проявление при отделните елементи на обекта в съответствие със зададена функция. Дава картината на отказа на системата като цяло, базиран на отказа на отделните компоненти. Комбинацията от откази не се разглежда. Може да се прилага на най-ранните стадии от реализацията на един проект.

Недостатъци: При сложни проекти ще е изключително трудоемък поради високото ниво на детайлност и формализация. Изисква висока квалификация на експертите, за да се достигне до адекватно разбиране на връзката между факторите на средата и тяхното развитие във времето. Притежава всички недостатъци на експертните методи, свързани с динамиката на групата по време на интервюта или заседания.

Дърво на отказите (Fault Tree Analysis)

Предимства: Систематичен, но гъвкав метод и позволява анализ на разнообразни по характер фактори. Прилагането на подхода „отгоре-надолу“, който се съдържа в метода, насочва вниманието към резултатите от дадено събитие, които са непосредствено свързани с крайното събитие. Графичното представяне позволява лесно разбиране на поведението на системата и разглежданите фактори. Методът дава възможност за включване на логически взаимоотношения (например, логически операции „НЕ-И“ и „НЕ-ИЛИ“), но това допълнително затруднява проверката на дървото на отказите.

Недостатъци: Дървовидните схеми често пъти са големи и обработването на дървото на отказите може да изисква значително време и специализиран софтуер. Неопределеността на вероятностите на основните събития е включена в изчисленията на вероятността на крайното събитие. Това може да доведе до високи нива на неопределеност в случаите, когато вероятностите за отказ на основните събития не са известни. В някои случаи причинните събития не са свързани едно с друго и може да бъде трудно да се установи

дали са включени всички важни пътища за възникване на крайното събитие. Дървото на отказите е статичен модел. Дървета на отказите могат да се прилагат само за двоични състояния (работи/не работи).

Дърво на събитията (Event Tree Analysis)

Предимства: Позволява ясно графично изобразяване на анализирани потенциални сценарии за развитие на дадена ситуация. Позволява да се отчитат факторът време, взаимозависимостта на събитията и „ефектът на доминото“, които са неудобни за моделиране в дървото на отказите. Представя в графичен вид последователностите от събития, които не е възможно да бъдат представени при използването на дървото на отказите.

Недостатъци: За да се използва дървото на събитията като част от цялостно оценяване на риска, всички потенциални изходни събития трябва да бъдат идентифицирани. При сложна среда винаги съществува възможност да се пропуснат някои важни изходни събития. В дървото на събитията трудно се включват забавяния, а те са характерни почти за всеки един проект.

Причинно-следствен анализ

Предимства: Дава количествени данни. Методът е лесен за изучаване и може да бъде прилаган към всеки един проект. Моделът, който се конструира, добре онагледява връзката между отделните събития. Позволява да се планират мерки, които да прекъснат причинно-следствената зависимост на по-ранен етап, с което предварително да се намали или изцяло да се премахне вероятността за настъпване на дадено рисково събитие.

Недостатъци: Сложността на модела ще нарасне значително в проект, зависещ от множество външни фактори, които трудно се прогнозира за дълъг период.

Количествен анализ на риска на химичните процеси

Цялостната методология на количествен анализ на риска на химичните процеси е обобщение на методите и процедурите, предложени в областта на производствената безопасност. В същото време методологията препоръчва как да се постигне целта постепенно. Тя обаче не посочва кой от методите се използва за извършване на частичните стъпки, изборът зависи, както вече беше казано, от обширен набор от фактори.

Таблица 12 Съпоставка на различни методи/техники

Методи/Техники за оценка на риска	Описание	Ресурси и възможности	Несигурност	Сложност	Кол. данни
Контролен списък (CLA)	Изброяване на типични несигурности	ниски	ниска	ниска	не
Предварителен анализ на опасността (PHA)	Опасности и опасни ситуации и идентифицирани събития	ниски	ниска	средна	не
Структурирано интервю и брейнсторминг	Събиране и оценка на идеи	ниски	ниска	ниска	не
Техника на Делфи	Комбинация от различни експертни становища, оценка на	средни	средна	средна	не

	последствията и оценка на риска				
Структуриран анализ „какво-ако“ (What If)	Идентифициране на риска от екип	средни	средна		не
Анализ на човешката надеждност (HRA)	Въздействие върху функционирането на системата (оценка на влиянието на човешките грешки)	средни	средна	средна	да
Анализ на първопричината (анализ на единична загуба)	Анализ на една единствена загуба и причините, свързани с нея, както и идентифициране на бъдещи подобрения на системата или процеса	средни	средна	средна	не
Анализ на сценариите	Качествено или количествено идентифициране на възможни бъдещи сценарии въз основа на съществуващи или възможни рискове	средни	средна	средна	не
Токсикологична оценка на риска	Идентифициране и анализ на опасностите и експозицията. Комбинация от нивото на експозиция и естеството на вредата за измерване на вероятността за възникване на вреда	високи	висока	средна	да
Анализ на въздействието върху бизнеса	Анализ на ефекта от ключовите рискове за нарушаване на дейността на дадена организация и начина за тяхното управление	средни	средна	средна	не
Анализ на дървото на отказите (FTA)	Графично определяне на начините, по които едно нежелано събитие може да се случи (отказ на системата)	високи	висока	средна	да
Анализ на дървото на събитията (ETA)	Индуктивни разсъждения за вероятностите за започване на събития и на възможните резултати	средни	средна	средна	да
Анализ причина и следствие	Комбинация от анализ на дървото на отказа и дървото на събитията, за да се включат времеви закъснения (причини)	високи	средна	висока	да
Анализ причина и ефект	Идентифициране на факторите, които допринасят за ефекта (структура на дърво или диаграма „рибена кост“)	ниски	ниска	средна	не
Анализ на вида и последствията от критичните откази (FMESA)	Режим на неуспех и ефект + анализ на критичността	средни	средна	средна	да
Надеждност центрирано	Определяне на политиките, които трябва да бъдат приложени за	средни	средна	средна	да

поддръжка	управление				
Анализ на промъкването	Идентифициране на грешки в проектирането	средни	средна	средна	не
Анализ на опасността и работоспособността (HAZOP)	Определяне и оценка на възможни отклонения от очакваните или предвидените експлоатационни показатели	средна	висока	висока	не
Анализ на опасността и критични контролни точки	Измерване и наблюдение на специфичните характеристики, които се изискват да бъдат в определени граници	средни	средна	средна	не
Анализ „защитен слой“ (LOPA)	Оценка на мерките и тяхната ефективност (анализ на бариерите)	средни	средна	средна	да
Анализ „вззелът на папийонката“	Описание и анализ на риска от опасности до резултати и преглед на мерките	средни	висока	средна	да
Анализ на Марков	Анализ на поправими комплексни системи	високи	ниска	висока	да
Анализ Монте Карло	Определяне на съвкупната вариация в дадена система в резултат на вариации в системата за редица входове	високи	ниска	висока	да

По отношение на приложимостта на споменатите методи/техники за оценка на риска за целият цикъл на техническия живот на предприятията, т.е. от начален етап за дадено предприятие: изследвания, проектиране, строителство, експлоатация до крайния етап извеждане от експлоатация на предприятието може да се направят следните изводи:

- за изследвания и развитие (RR, PHA, What If Analysis);
- за концептуален дизайн и проектна насоченост (CLA, RR, What If Analysis + CLA);
- за подготовка преди проекта (CLA, PHA, What If, HAZOP, FMEA, FTA, ETA, CCA, HRA);
- за подробен проект (CLA, PHA, What If, HAZOP, FMEA, ETA, FTA, CCA, HRA);
- за строителство и стартиране на дейност (SR, CLA, What If + CA, HRA);
- за операционни единици (SR, CLA, What If + CA, HAZOP, FMEA, FTA, ETA, CCA, HRA);
- за разширение и модификация в предприятието (SR, CLA, RR, PHA, PAA, What If + CA, HAZOP, FMEA, FTA, ETA, CCA, HRA);
- за изясняване на аварии (What If + CLA, HAZOP, FMEA, FTA, ETA, CCA, HRA);
- за извеждане от експлоатация на предприятието (CLA, PAAG, What If + CLA).

8. ПОДХОД ЗА ИДЕНТИФИЦИРАНЕ НА ИЗТОЧНИЦИТЕ НА РИСК, АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НА РИСКА ОТ ПРОМИШЛЕНИ АВАРИИ

Цел

Подходът за идентифициране на източниците на риск, анализ и оценка на рисковете от промишлени аварии, причинени от определени опасни вещества или смеси, е насока за това как да се пристъпи към обработката на изискванията за предотвратяване на големи аварии, свързани с оценката на риска от голяма авария.

Описание

Оказани са стъпките за идентифициране на източниците на риск, изготвяне на анализ и оценка на риска. Само въз основа на познаване на причинно-следствената връзка – резултатът може да бъде изградена превенция. Ето защо, предвид опита за предотвратяването на големи аварии, рамката за оценката на риска трябва да бъде по-подробна и да следва този подход.

Осигуряване на входни данни

Оценката на риска се основава на актуална информация за предприятието и околностите му, наличните опасни вещества, как се обработват опасните вещества и други необходими данни (за обекта, сградите, броя на населението, плътността на трафика, околната среда и др.).

За определянето на технологичните входящи данни се използва главно документацията на оператора - данни за технологично оборудване, технологични диаграми, оперативни диаграми, диаграми на тръбопроводите, данни за материалния и енергийния баланс, информационни листове за безопасност на опасни вещества и др.

Целесъобразно е да се изготви кратко въведение в началото на документа, като се описва накратко анализираното предприятие, основна информация за историята на сградата, информация за одобряването и преразглеждането на ДППГА или ДБ, информация относно причините за актуализирането на документацията.

8.1. Идентификация на източниците на риск

Преглед на опасните вещества

Съставя се списък на всички опасни вещества (наричани по-долу „ОВ“), намиращи се на територията на предприятието, в който за всяко ОВ трябва да се посочи следното:

- наименованието на ОВ,
- вид (сурови, междинни продукти, странични продукти, опасни отпадъци, опасно вещество, опасно вещество в резултат на неконтролирани химични процеси),
- количеството на ОВ (в тегловни единици SI),
- CAS номер на веществото,
- класификация H-фрази,
- физичната форма на вещество.

Информационни листове за безопасност на опасните вещества (приложение).

Информационните листове за безопасност се представят на електронен носител като приложение.

8.2. Идентифициране и подбор на източници на риск за подробен анализ на риска

Описание на използваните методи

Предоставя се кратко описание на методите, използвани за идентифициране и подбор на източниците на риск за подробен анализ на риска.

Преглед на съоръженията и подбор на източници на риск за подробен анализ на риска, списък на избраните източници на риск

Изготвя се списък на съоръженията (по смисъла т. 29 на §1 от ДР на ЗООС) в предприятието, които съдържат ОВ.

За всяко съоръжение се посочват видът и количеството на ОВ, включително информация за максималната степен на запълване:

- описание на оборудването,
- наименование на ОВ,
- тип и количество на ОВ в съоръжението.

Предупреждение: Когато е обосновано, компетентният орган може да реши да включи допълнителни източници на риск, които не са избрани от оператора при подбора на източници на риск.

Избор на източници на риск за Количествен анализ на риска (QRA)

За този подбор се препоръчва да се използва селективният метод, описан в Лилавата книга (налична на интернет страницата на МОСВ). Той отчита характеристиките и количествата на ОВ, присъстващи в предприятието, и взема предвид процедурните условия. Ако се използва посочения селективен метод, в тази част от документа трябва да се представи ясен списък на параметрите, оборудването и условията на работа с ОВ.

Този списък включва:

- идентифициране на източниците на риск,
- описание на оборудването,
- метод за работа с ОВ (операции/съхранение и др.),
- местоположение на устройството,
- наличие на клапан (да/не),
- наименование на ОВ,
- вид на ОВ (запалимо/токсичено/експлозивно),
- състоянието на ОВ при 25 °С,
- количеството на ОВ в съоръжението,
- максимална работна температура или температурата на съхранение,
- точка на кипене на ОВ,
- налягане на парите на ОВ при работна температура или температурата на съхранение,
- концентрация на ОВ във въздуха.

Показване на местоположението на избраните източници на риск в предприятието.

Описанието на параметрите на избраните източници на риск включва:

- Описание на технологията (метод на работа с ОВ), описание на оборудването за съхранение и обработка, променливи на състоянието – температура, налягане и т.н.

- Размери на оборудването, номинален обем, работни, проектни и изпитвателни налягания,
- Ограничения за ОВ в източници на риск (ниво на пълнене с опасно вещество) и максимално ниво на пълнене,
- Методът на пълнене и изпразване,
- Сигурност за течове,
- Материалът, от който е произведено оборудването,
- Размери на свързаните тръби,
- Монтиране на управление (ръчно, дистанционно или автоматично управлявано),
- Оборудване на система за измерване и контрол и аварийно изключване,
- Честота на работа (зареждане/пълнене) и тяхната продължителност.

8.3. Анализ на риска

Използва се Количествен анализ на риска (QRA). Той е основата за оценка на риска при експлоатацията, обработката, транспортирането и съхранението на опасни вещества и въз основа на математическа оценка на рисковите компоненти изразява нивото на риск. Специфичен метод за анализ на риска се прилага при оценката на рисковете от вещества, които са опасни за околната среда.

8.3.1. Идентифициране на възможни ситуации и причини (условия), които могат да доведат до инициращо събитие на голяма авария, идентифициране на инициращото събитие и възможните сценарии за голяма авария

8.3.1.1. Преглед на възможни ситуации и причини (условия) в рамките на предприятието, които могат да причинят увреждане на човешкото здраве, околната среда и имуществото, включително разглеждане на опасни химични реакции

Идентифицирането на инициращи събития е търсенето на нежелани събития, които могат да иницират опасния потенциал на източника на риск. Тези събития имат своите причини, произтичащи от опасни ситуации вътре в предприятието. Причините могат да бъдат идентифицирани по различни методи. Оценката на опасните ситуации в предприятието трябва да идентифицира ситуацията и причините за тях (условията), които водят до загуба на контрол върху източника на риск и могат да доведат до голяма авария с последствия за човешкото здраве, околната среда и имуществото.

Опасности в предприятието

Преглед на опасните ситуации в предприятието, които могат да доведат до авария, например:

- изтичане на ОВ от оборудването поради загуба на целостта – технологична повреда,
- изтичане на ОВ от оборудването поради човешка грешка,
- изтичане на ОВ от оборудването поради домино ефект и т.н.

Следва да бъдат разгледани и опасните химични реакции по време на неблагоприятен контакт на опасните вещества в предприятието или при нежелани експлоатационни условия. Сериозна опасна ситуация може да бъде възникването на опасна химическа реакция при нежелан контакт на опасните вещества с въздух, вода или

други ОВ. Необходимо е да се опишат възможните опасни химични реакции на избрани ОВ при нестандартни експлоатационни условия – промяна на температурата, налягането, заместване на компонентите в сместа и др.

8.3.1.2. Преглед на възможни ситуации и причини (условия) извън предприятието, които могат да навредят на човешкото здраве, околната среда и имуществото

Ситуации, които могат да бъдат причинени от външни обстоятелства и могат да доведат до сериозни щети на технологичните съоръжения и до различна степен на изтичане на опасно вещество. Външните причини в този случай идват от източник на риск, разположен извън границите на анализираното предприятие, които имат потенциал да причинят голяма авария. Външните причини могат да са природни явления (най-вече без възможност за човешко влияние) и/или да са резултат от човешката дейност.

Преглед на опасните ситуации, които могат да доведат до авария, например:

- изтичане на ОВ от оборудването поради въздействие на природни явления,
- изтичане на ОВ от оборудването поради човешка дейност и т.н.
- изтичане на ОВ от оборудването, дължащо се на евентуален ефект на доминото.

8.3.2. Систематично всеобхватно идентифициране на причините и описание на възможните аварийни сценарии

Посочват се избрани инициращи събития на възможни аварийни сценарии въз основа на публикувани типови данни или въз основа на системен анализ и описание. Следните методи могат да се разглеждат като систематичен всеобхватен анализ за изследване на възможните причини за аварии: HAZOP, FMEA или SST.

В случай че предприятието бъде пуснато в експлоатация след авария, винаги трябва да се извършва анализ по метода HAZOP.

8.3.3. Описание на установените аварийни сценарии

Въз основа на идентифицирането на възможни ситуации и причини (условия), които могат да доведат до инициращи събития на голяма авария, се определят и описват възможни сценарии за големи аварии, т.е. разработването на сценарий от инициращото събитие през междинните събития до край на сценария.

8.3.4. Оценка на последствията от установените аварийни сценарии, свързани със човешкото здраве, околната среда и имуществото

Определяне на критерии и пределни стойности за оценка на последствията от идентифицирани сценарии за големи аварии

Количествената оценка на последствията от установените аварийни сценарии се извършва чрез моделиране на физикохимичните процеси и явления, възникващи при голяма авария, като се използват модели за уязвимост, които осигуряват оценка на токсичните ефекти, топлинното въздействие и въздействието на вълната под налягане върху определените получатели.

За оценка на последствията върху живота и човешкото здраве, се използват критерии и гранични стойности за токсичните въздействия, топлинното въздействие и въздействието на вълната под налягане по отношение на времето на експозиция.

В настоящата част на документа се включва и следната информация:

За съответните видове аварии се представят необходимите данни за атмосферните условия в близост до обекта (в зоната, засегната от потенциалната авария). Изчисленията се извършват за най-вероятните и най-лошите атмосферни условия. За да се оценят последствията от разглежданите аварийни сценарии, се посочва броят на лицата, които могат да бъдат засегнати от потенциалната авария.

Посочва се използвания изчислителен софтуер или се уточнява и описва метода на изчисление, използван за оценка на последствията от идентифицираните сценарии за големи аварии. Може да бъде използван комплексен софтуерен продукт като ALOHA (Aerial Locations of Hazardous Atmosphere) и други подобни симулационни софтуерни продукти предназначени за моделиране на различни сценарии на аварии, като изпускане на химични вещества, разпространение на облаци от токсичен или запалим газ, някои видове пожари и експлозии.

Представят се обобщени резултати от оценките на последствията, за предпочитане под формата на таблици.

Графично се представя диапазона на гранични стойности на въздействие на избраните аварийни сценарии.

8.4. Оценка на годишна честота на големи аварии

Част от количественото определяне на риска е определянето на последствията от голяма авария. За да се завърши анализа, е необходимо да се определи колко често може да настъпи авария с определени последствия, т.е. да се определи честотата на аварията за определен период от време (година).

Показване на избраните аварийни сценарии с помощта на дървото на събитието

Описание на установените сценарии за големи аварии се изобразява с помощта на дървото на събитията (ETA).

Определяне на получените сценарии за големи аварии и техните честоти

Полученият сценарий представлява описание на варианта на сценарий с определено крайно събитие на сценарий.

Основната форма на уравнението за получаване на годишната честота на крайното събитие на сценария е: $FS = F_{iu} \times PS$

F_s - годишна честота на крайното събитие на сценария,

F_{iu} - годишна честота на инициращото събитие,

PS - вероятност за края на сценария.

Вероятността за края на сценария се основава на честотата на инициращото събитие на този сценарий и зависи от развитието на отказа – от междинните събития на сценария. Честотата и вероятността на сценариите могат да бъдат получени от типови данни, когато е целесъобразно, чрез изчисление чрез използване на методи за SST и ETA.

Определяне на нивото на груповия риск

Необходимият резултат от количествената оценка на риска е числеността на груповия риск. Груповият риск е рискът за група хора засегнати от голяма авария, представя честотата на събитие, при което загиват N човека едновременно. Груповият риск

обикновено се показва чрез F-N криви, където N е броят на смъртните случаи, а F е кумулативната честота на събитията, придружени от N или повече смъртни случаи.

Определяне на нивото на индивидуалния риск

За да се определи степента на индивидуален риск от установените сценарии за големи аварии, се използват резултатите от оценката на последствията от тези сценарии върху човешкото здраве и произтичащата от това честота на тези сценарии или техните крайни състояния.

Изчисляване на годишната честота на сценария за голяма авария Fh

Получената годишна честота на сценария за големи аварии (Fh) може да бъде математически изразена: $Fh = Fs \times PVNL \times PVO \times Patm$

Fh - определената годишна честота на сценария за големи аварии;

Fs - получената годишна честота на крайното събитие на сценария;

Pvnl - вероятността от наличие на опасни вещества;

Pvo - вероятността от поява на хора в дадено населено място;

Patm - вероятността относно метеорологична ситуация по време на аварията.

Процентът на групов риск при сценария за голяма авария впоследствие се изразява чрез: $R = Fh \times N$, където

R - степента на групов риск при сценарий на големи аварии;

Fh - установената годишна честота на сценария за големи аварии;

N - оценката на броя на починалите лица (смъртност).

След определянето на груповия риск следва ясно да бъде представено обобщение на процента на групов риск, изразен за всеки идентифициран сценарий на голяма авария.

8.5. Резултати и процедура на оценка на въздействието (надеждност и грешка) на човешкия фактор

8.5.1. Определяне на критичните позиции

Извършва се подбор и описание на длъжностите в пряка връзка с възникването на голяма авария. Това са работните места, които могат основно и пряко да повлияят върху безопасната експлоатацията на предприятието, които са определени като източник на риск.

8.5.2. Анализ на задачите и дейностите, извършвани от персонала в критични позиции и постове

За да се идентифицират причините за човешки грешки (неуспеха на човешкия фактор) в критични позиции, първо следва да се направи анализ на задачите и дейностите, извършвани от персонала на определените за критични позиции. Например, методът на НТА или методът HAZOP може да се използват с разширение от гледна точка на човешката грешка.

8.5.3. Причини за възникване на човешки грешки на критичните позиции

Въз основа на идентифицирането на критичните позиции се анализира оценката на въздействието върху човешкия фактор и задачите и дейностите, извършвани от служителите в тези позиции. Неуспехът на дадено лице може да доведе до грешки при изпълнението на тези задачи и осъществяването на необходимите дейности. Необходимо е да се идентифицират причините за тези възможни повреди и последствията от тези

повреди върху безопасността на оборудването.

8.5.4. Превантивни мерки за недопускане на възникването на аварии поради човешки грешки

Посочават се въведените и планирани превантивни мерки за недопускане или отстраняване на човешки грешки, които могат да доведат до голяма авария, като се отчитат експлоатационеният опит и резултатите от извършената оценка на въздействието върху човешкия фактор (надеждност и грешка).

8.6. Оценка на риска

Оценката на приемливостта на риска от големи аварии за целите на предотвратяването на големи аварии е сравнение на стойността на предишната процедура на риск от големи аварии с границата на приемливостта на годишната честота на голямата авария.

Това е последвано от решение за приемливост или недопустимост на риска (впоследствие е възможно да се определи кой от компонентите на риска е неприемлив).

Груповият риск от сценарий с големи аварии за околната среда на оценявания обект се счита за приемлив, ако: $F_h < F_p$,

$$F_p = (1 \times 10^{-3}) / N^2$$

F_p - приемлива годишна честота на голяма авария,

F_h - определената годишна честота на сценария за голяма авария,

N - оценка на броя на починалите лица (смъртност).

Когато получената рискова стойност на сценария за голяма авария е неприемлива, се извършва по-подробен анализ на риска и когато е целесъобразно се установяват и прилагат организационни и технически мерки за намаляване на този риск (намаляване на последствията и/или честотата на евентуална голяма авария).

9. МЕТОДИКА ЗА ОЦЕНКА НА ОПАСНОСТИТЕ ОТ ГОЛЕМИ АВАРИИ С ОПАСНИ ВЕЩЕСТВА

В тази част на документа е представена методика за анализ и оценка на опасностите от големи аварии с опасни вещества от Приложение № 3 на ЗООС - система за оценка на потенциалния риск от голяма авария на промишлените обекти (предприятия/съоръжения с висок и нисък рисков потенциал), които използват, обработват, работят с или съхраняват опасни вещества от Приложение № 3 на ЗООС.

9.1. Индентифициране на опасностите

Първата стъпка е да се избере подходяща (съвременна) методика с цел системно идентифициране на опасностите, специфични за даденото предприятие. Системният подход ще осигури изчерпателно идентифициране на опасностите.

Подходящи методи, които могат да бъдат използвани за целта са: „Контролният списък“ и „HAZOP“ (описани подробно по-долу).

Изборът на метода или комбинацията от методи зависи от сложността на даденото предприятие/съоръжение, както е посочено в илюстрацията по-долу:

Лесен процес/инсталация

Пример:

Резервоарен парк

Операции по съхранение

Сложен процес/инсталация

Пример:

Рафинерия

Производство на амоняк, карбамид

Разделяне на сероводород

Анализ въз основа на контролния списък

HAZOP анализ

ще обхване непрекъснатия процес

+ Анализ въз основа на

контролния списък,

ще обхване аспектите, които не са

анализирани в HAZOP, като:

- непрекъснати процеси

(производство на парциди, старт,

стоп, аварийно спиране и др.)

- непроцесорни опасности (пожар,

обща външни опасности,

природни бедствия и др.)

Критериите за съответното предприятие/съоръжение от значение при идентифицирането на опасностите са:

I. Подбор на инсталациите

Включва инсталациите с най-съществен принос за формирането на риска.

(1) Критерий за опасност на веществата: опасно(и) вещество (ва), класифицирани по категориите на опасност в съответствие с Регламент (ЕО) № 1272/2008 (Регламент CLP) посочени в колона 1 на част 1 на Приложение № 3 от ЗООС и/или поименно изброени в колона 1 на част 2 на същото приложение, което може да е налично в количества равни или по-големи на тези посочени в колона 2 или 3 на част 1 и 2 от Приложение № 3 на ЗООС, или което може да бъде произведено от неконтролирани процеси.

(2) Критерий относно количеството опасно вещество, което може да бъде налично в даден момент на територията на предприятието (инсталации, съоръжения, тръбопроводи, цистерни и др.): съответното количество опасно вещество от Приложение № 3 на ЗООС в съответните инсталации/съоръжения, което може да доведе до голяма авария:

- Количествата, които се вземат предвид при прилагането на Глава седма, Раздел I от ЗООС, са максималните количества, които са налични или има вероятност да са налични във всеки един момент в предприятието/съоръжението.

- Определени опасни вещества в дадено предприятие/съоръжение могат да не бъдат отчитани при изчисляването на цялото налично количество само ако са в количества, равни или по-малки от 2 % от съответния праг за минимално количество, и ако местоположението им в предприятието е такова, че не би могло да породи голяма авария на друго място в същото предприятие.

От анализа и оценката на риска могат да бъдат изключени вещества, които поради състоянието, в което се намират, не създават опасност за предизвикване на големи аварии. Основание за изключването на дадено вещество е изпълнението на поне един от следните критерии:

- химичните вещества са в твърдо състояние и при нормални и необичайни условия не могат да причинят голяма авария.

- химичните вещества са опаковани и съхранявани по такъв начин, че при максимално възможно изпускане при всякакви обстоятелства не може да се създаде риск от голяма авария.

- химичните вещества в такива количества и на такова разстояние от други опасни вещества, които нито могат сами по себе си да създадат риск от голяма авария, нито могат да предизвикат голяма авария с останалите химични вещества.

- химичните вещества, които са класифицирани като опасни, по силата на общата класификация на Приложение 3, част 2 на ЗООС, но които не могат да създадат риск от голяма авария и към които следователно общата класификация е неприложима в конкретния случай.

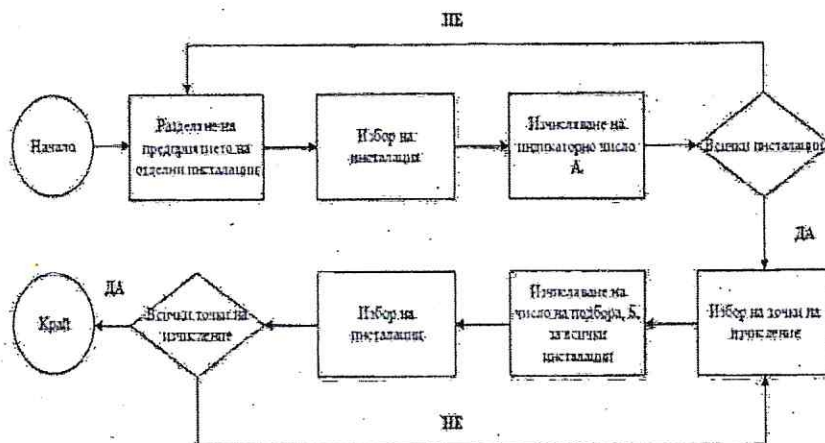
Забележки:

- ✓ Веществата и смесите се класифицират в съответствие с Регламент (ЕО) № 1272/2008.

- ✓ Смесите се третират по същия начин като чистите вещества, при условие че остават в границите на концентрацията, определена в съответствие със свойствата им съгласно Регламент (ЕО) № 1272/2008; или в неговата последна адаптация към техническия прогрес, в случай че не е изрично зададено процентно съдържание или друго описание.

- ✓ Изискванията за посочените количества в колона 2 и 3 на част 1 и част 2 от Приложение № 3 на ЗООС се отнасят за всяко предприятие и/или съоръжение по чл. 103, ал. 2 от ЗООС.

Схематично, методът за подбор на инсталациите е представен на следната фигура.



9.1.1 Метод на въпросник/контролния списък

Контролният списък за опасност се използва за идентифициране съответните опасности, специфични за предприятието/съоръжението.

Целта на метода е да анализира безопасността на дадено предприятие и по-специално да се открие уязвимостта (технически, организационни, оперативни проблеми), за да се разработи план за коригиране/подобряване.

Общите опасности са разделени на:

- Специфични за мястото/процеса опасности;
- Опасности въз основа на случайни събития;
- Външни опасности.

Таблиците с контролните списъци са представени по-долу:

А. Специфични опасности за местополжението/процеса

	Общи опасности
1.	Загуба на съдържание на опасни вещества поради механично претоварване на оборудването
1.1.	Грешка в дизайна
1.2.	Грешка в производството и монтажа
1.3.	Превिшаване на допустимото налягане
1.4.	Превишаваща допустимата температура
1.5.	Разграждане поради корозия, ерозия, стареене, износване
1.6.	Вибрация/деградация
1.7.	Слабости в статичното оборудване: фланци, заварки, клапани, кранове, уплътнения, връзки, тръби, гъвкави елементи и др.
1.8.	Неизправност по оборудването
1.9.	Повреда/счупване на движещи се компоненти
2.	Загуба на съдържание на опасни вещества вследствие на неизправност по оборудването
2.1.	Неконтролирана химична реакция
2.2.	Липса на доставка на вещества
2.3.	Неизправност на системата за контрол на процесите
2.4.	Повреда на технически и технологични връзки (електричество, охлаждаща вода, пара, азот и т.н.)
3.	Загуба на съдържание на опасни вещества вследствие на човешка грешка
3.1.	Работна грешка по време на нормална работа
3.2.	Грешка при стартиране или изключване
3.3.	Грешка при експлоатация по време на поддръжката/ремонтите
3.4.	Експлоатационна грешка по време на вътрешното транспортиране на опасни вещества
4.	Загуба на съдържанието на опасни вещества поради образуването на взривна вълна в оборудването и неговото запалване
4.1.	Създаване на експлозивна смес
4.1.1.	Наличие на запалими/експлозивни вещества поради грешка
4.1.2.	Образуване на експлозивна атмосфера поради изтичане

4.1.3	Образуване на експлозивна атмосфера поради човешка грешка
4.1.4	Образуване на експлозивна атмосфера поради проблем в експлоатацията на системата за управление
4.1.5	Образуване на местна експлозивна атмосфера
4.1.6	Образуване на взривна атмосфера поради загуба на инертизиращо вещество
4.2	Запалване на взривна смес вътре в оборудването
4.2.1.	Горещи повърхности, триене, механични искри
4.2.2.	Пламък, горещи газове, адиабатно компресиране
4.2.3.	Химична реакция, материал за запалване на светлина (напр.: FES)
4.2.4	Електростатичен разряд, изравнителен ток
4.2.5	Електрически искри
4.2.6	Електромагнитни вълни, ултразвукови или йонизиращи лъчения
5.	Запалване на запалимо вещество или експлозивна атмосфера след загуба на съдържание поради общи опасности в точки 1, 2 или 3
5.1.	Горещи повърхности, триене, механични искри
5.2	Пламък, горещи газове, адиабатно компресиране
5.3	Химична реакция, материал за запалване на светлина (напр.: FES)
5.4	Електростатичен разряд, изравнителен ток
5.5.	Електрически искри
5.6	Електромагнитни вълни, ултразвукови или йонизиращи лъчения

Б. Опасности въз основа на случайни събития (опасност въз основа на случайни събития)

Общи опасности	
1.	Щети, причинени от пожари/токсични емисии в рамките на инсталацията
1.1.	Недостатъчна противопожарна защита
1.2	Твърде малък обем на резервоара за задържане или контейнер
1.3	Недостатъчно изхвърляне на освободеното вещество
1.4	Липса на мерки или оборудване за ограничаване или насочване на разпространението на освободени вещества
1.5	Недостатъчни аварийни изходи за персонала
2.	Унищожаване поради пожар/експлозия извън инсталацията
2.1.	Недостатъчно разстояние от други инсталации
2.2	Недостатъчна отбранителна/защитна конструкция между инсталациите
3.	Унищожаване поради липса на противопожарни мерки или токсични ефекти
3.1	Неизправност на противопожарната аларма/система за откриване на пожар
3.2	Недостатъчно противопожарно оборудване
3.3	Неизправност на стационарно противопожарно оборудване
3.4	Недостатъчен достъп до съответната област
3.5	Липса на организация за реагиране при извънредни ситуации

3.6	Нараняване на интервенционни сили поради физични/химични последствия от аварията
3.7	Недостатъчно обучение на интервенционния персонал
4.	Унищожаване поради липса на мерки за задържане на експлозии
4.1	Неизправност в системите за откриване (газ/концентрация)
4.2	Липса на ограничителни мерки за освободените вещества
4.3	Неадекватни разстояния
4.4	Неизправност на средствата за ограничаване на експлозиите (устойчива на експлозивна стена, бункер, люкове/противоексплозионни врати и др.)
5.	Унищожаване поради нефункциониращи инструменти за откриване на концентрация на замърсяващи вещества
5.1.	Неизправност на системата за откриване на опасни вещества/замърсяващи вещества
5.2	Неизправност на системата за откриване на изтичане върху повърхността или почвата
5.3	Неизправност на системата за откриване на вещества в канализацията/отпадъчната система
6.	Повреда поради неизправност на аварийните системи за изпразване, задържане, ограничаване, абсорбция, неутрализация и т.н.
6.1	Липса на мерки за осигуряване на намаляване на опасната концентрация
6.2	Пореста повърхност в зоната на освобождаване
6.3	Недостатъчно отделяне на токсични вещества или изпускани водни замърсители
6.4	Липса на отделяне на водоразтворими вещества от твърди вещества в газовете
6.5.	Липса на мерки за ограничаване на експанзията на токсични облаци (напр. през водна завеса)
7.	Унищожаване поради невъзможност за деактивиране/елиминиране на веществото
7.1	Недостатъчни изолационни системи за опасни вещества
7.2	Липса на системи за третиране/неутрализация на опасни вещества
7.3	Нефункциониране на топлинното обезвреждане на вещество
7.4	Неконтролирано изхвърляне на опасни вещества/отпадъци

В. Общи външни опасности

	Общи опасности
1.	Унищожаване, дължащо се на природните събития/ефекти
1.1.	Недостатъчна защита срещу наводнения
1.2	Недостатъчна защита срещу земетресения
1.3	Недостатъчна защита срещу опасни метеорологични явления
2.	Щети поради външни топлинни натоварвания
2.1.	Недостатъчна защита срещу външни пожари
2.2	Недостатъчна защита срещу мълния или опасности поради наличието на високо напрежение
2.3	Недостатъчна защита срещу повреда на тръбопроводи, съдържащи опасни вещества, които не са част от инсталацията (местоположение)

3.	Щети поради удар с твърд обект
3.1	Недостатъчна защита срещу въздействие, дължаща се на транспортни средства или прилежащи обекти
3.2	Недостатъчна защита срещу снаряди вследствие на външна експлозия
4.	Щети поради нахлуване на неоторизирани лица
4.1	Недостатъчна защита срещу неразрешен достъп
4.2	Недостатъчна защита на критичните системи срещу достъп на неразрешени лица (напр.: липса на ограничения за промяна на програмируема система за безопасност)
4.3	Лошо управление на услугите, договорени на място
5.	Ограничаване на аварийните интервенционни операции поради външни влияния
5.1.	Липса на специален достъп за интервенционни услуги/превозни средства
5.2	Липса на оборудване за интервенция, защита и специални средства за погасяване/неутрализиране
5.3	Липса на сътрудничество с външни ведомства
6.	Неподходящо поведение на интервенционните сили (вътрешно и външно)
6.1	Недостатъчно обучение по отношение на поведението на интервенционните сили по време на извънредни ситуации
6.2	Неподходящо разпознаване/оценка на опасност
6.3	Неефективна аварийна аларма

В анализа на риска се обхващат всички индивидуални проблеми установени в контролния списък. Мерките за безопасност, се посочват с подкрепящи документи или действия (заповеди, инструкции, действия на оператора, системи за безопасност, процедури, диаграма на причинно-следствения ефект, анализ бюлетини, доклад за смяната и др.).

Контролният списък се използва за насочване на дискусиите за идентифициране на свързаните с процеса опасности. Опасността, основана на инцидентно събитие, може да бъде третирана на ниво предприятие или на ниво съоръжение, в зависимост от значимостта, например:

Неконтролирано изхвърляне на опасни вещества/отпадъци	За цялото предприятие
Неизправност на системата за откриване на газ	На ниво съоръжение
Неизправност на системата за откриване на вещества в канализационната система	На ниво съоръжение или на ниво предприятие

Общите външни опасности обикновено се третират за цялото предприятие.

9.1.2. Метод HAZOP

Целта на метода е да се анализира безопасността на дадено предприятие и по - специално да се открие уязвимостта (технически, организационни, оперативни проблеми), за да се разработи план за коригиране/подобряване.

Работни режими като: стартиране, спиране, производство на партии, аварийно изключване и др., неанализирани опасности, опасности въз основа на случайни събития и

обща външна опасност, които не са обхванати от анализа на HAZOP, се анализират съгласно метода на контролния списък (вж. 9.1.1.).

В анализа на риска се обхващат всички класически отклонения.

Подробности за метода HAZOP:

Изследването се провежда в поредица от срещи на екип, който проучва схемите на процесите, дебитните диаграми и други документи (напр. причинно-следствени диаграми, процедури, ръководство за експлоатация, инструкции и т.н.), като се използва списък от ключови думи за стимулиране на разглеждането на всички възможни технологични отклонения от нормалните експлоатационни условия на предприятието.

Отклонения (класически)	Възможни причини
Нулев дебит	Повреда на контролния контур, грешен маршрут, запушване, неправилно монтиран еднопосочен клапан, повреда на оборудването (т.е. изолационни клапани, помпа и др.), грешка в изолацията и др.
Обратен поток	Дефектен еднопосочен клапан, разлика в налягането поради повреда или контрол на оборудването, неправилна работа и т.н.
Увеличен дебит	Увеличен капацитет за изпомпване, повишено абсорбционно налягане, повреда на контрола на потока, промяна на уплътнението на контролния клапан, работа на две помпи и т.н.
Нисък дебит	Ограничения на линиите, блокиране на филтъра, запушване, отлагания на вещества в съдове, промени в плътността или вискозитета и т.н.
Неправилен дебит	Грешен маршрут, изходен клапан в отворена или течаща атмосфера, неправилна гъвкава свързваща връзка и т.н.
Повишено ниво	Изолиран или блокиран изход, входният поток е по-висок от дебита на изходния поток, повреда на контролния цикъл на ниво, неправилно измерване на нивото и т.н.
Ниско ниво	Входящи спирания на потока, изходният поток е по-висок от входящия поток, повреда на контролния цикъл на ниво, лошо измерване на нивото, дренаж на съд и т.н.
Налягане увеличено	Свързване към система с високо налягане, проникване на газ, повреда в контролния контур, изпомпване срещу затворен клапан, неправилно проектно налягане и др.
Налягане ниско	Генериране на вакуум, кондензация на газ, който се разтваря в течност, запушване на газовия слой, блок за разреждане по време на дрениране и др.
Температура висока	Ротационни или дефектни топлообменници, проблеми с охлаждащата вода, повреда в температурния контур, повреда в управлението на нагревателя, отказ от контрол на реакцията и др.
Температура ниска	Условия на околната среда, повреда в контролния цикъл, мръсни или дефектни топлообменни тръби, загуба на отопление, дехерметизиране на втечен газ и др.
Качество неправилно	Суровина/неправилни спецификации, недостатъчен контрол на качеството, проблеми с контрола на процесите, междинни/вторични продукти за реакция, отлагане на кал, неадекватни добавки или липса на добавки, модификация на наклоните и др.

Липсващи комунални услуги	Неизправност на охлаждащата вода/въздух/пара/азот, повреда на хидравлична/електрическа енергия, замърсяване на въздуха азот/инструмент, комуникационна неизправност, повреда на контролера на логиката на процеса и т.н.
Проблем на изтегляне	Опасно място за освобождаване, случай на пожар (запалими течности), ограничено топлинно разширение, претоварване на кранчето, пукнат или разкъсан диск преди предпазната клапа, двуфазен поток, ниска температура в системата за разреждане поради разклабване на газ и др.
Изтичане	Изтичане/счупване на топлообменника или подгревател, статично/динамично изтичане на уплътнението и др.
Поддръжка	Труден достъп поради изолирани зони, трудна поддръжка и т.н.
Експлозия/запалване	Загуба на инертизираща среда, запалване (напр.: статично електричество, заземяване, изолация, освобождаване на прах, горещи повърхности и др.).
Липса на аварийно оборудване	Неизправност в системата за откриване на пожар и газ, организация на аварийно изключване (аварийно изолационно оборудване), специфични противопожарни съоръжения.

9.2. Метод за анализ „защитен слой“ (LOPA)

Анализът на нивата на защита е полуколичествен метод за оценка на рисковете. Използва се като средство за определяне на сценариите, които представляват най-значителен риск и намаление на техните последствия чрез прилагането на принципите за по-безопасно проектиране. Методът може да се използва и за идентифициране на необходимостта от обезопасителни системи или други нива на защита (защитни бариери) за подобряване на безопасността на процесите. Това не е самостоятелен метод за оценка на риска, тъй като изисква резултатите от предишния етап от анализа идентифициране на опасностите чрез метода на контролния списък или HAZOP. Методът използва опростени, консервативни правила за определяне на риска като функция, както на честотата, така и на потенциалната тежест на последствията. Използва се, за да се разбере как отклонението на процеса може да доведе до опасно последствие, ако не бъде прекъсната от успешното функциониране на предпазна мярка, наречена независим защитен слой.

Основният принцип на анализа се състои в следното: в зависимост от сериозността на последствията е необходим определен брой и/или качество на нивата на защита (характеризирано с вероятност от неуспех при търсенето), които гарантират допустим/приемлив риск за всеки отделен анализиран сценарий.

Съществуващите бариери или тези, които трябва да бъдат приложени, за да се гарантира адекватното ниво на безопасност, се определят в съответствие с честотата и последствията, показани в рисковата матрица по-долу.

Честота	Ниво на последствията C1	Ниво на последствията C2	Ниво на последствията C3
$10^{-2} - 10^{-3}$			
$10^{-3} - 10^{-4}$			
$10^{-4} - 10^{-5}$			
$10^{-5} - 10^{-6}$			
$10^{-6} - 10^{-7}$			

Последствия върху населението	Хоспитализиран един или повече човека за повече от 24 часа; ефекти върху човешкото здраве.	Смърт или необратими последствия върху човешкото здраве на територията на предприятието.	Смъртни случаи или необратими ефекти върху човешкото здраве на територията на предприятието. Извън предприятието последствия с необратими ефекти върху човешкото здраве.
Последствия върху околната среда	Обратимо увреждане на околната среда, като е необходима вътрешна и външна намеса на ниво община/област.	Обратимо увреждане на околната среда, като е необходима външна намеса на регионално ниво.	Масивни щети на околната среда, необратими, като е необходима намеса на национално, международно ниво.

Червената зона - недопустим риск – за всички места, показващи честоти в червената зона, защитните бариери ще трябва да бъдат подобрени, за да се намали нивото на риска.

Жълтата зона - допустим риск - намаляване на риска до най-ниското разумно осъществимо ниво: нивото на риск се счита за „допустимо“, при условие че то е намалено до точката, в която намалението е непропорционално на постигнатото подобрение, че са приложени международно приети стандарти за контрол и намаляване на риска. Колкото по-високо е нивото на риска, толкова по-съществени усилия ще трябва да бъдат положени, за да се намали.

	<u>Недопустим риск</u>
	<u>Допустим риск</u>
	<u>Приемлив риск</u>

Зелената зона - приемлив риск - не са необходими допълнителни мерки за намаляване на риска.

Произход на стойностите, залегнали в основата на рисковата матрица:

10^{-6} [1/година] стойност на индивидуален риск – стойност, често използвана.

10^{-5} [1/година] средна статистическа стойност за трудова злополука с фатални последствия.

$10^{-3} - 10^{-4}$ [1/година] средна статистическа стойност за злополука при работа с хоспитализация.

Методът не разглежда общия индивидуален риск, а само риска, породен от отделния сценарий. Аварии с последствия отговарящи на колона С2 или С3 се считат за големи аварии в контекста на Директивата Севезо.

Опасно явление	Ниво на последствията (популация)	Забележки
Токсичен облак	C2 – C3	Зависи от количеството и вида на веществото
BLEVE/Огнено кълбо	C3	
UVCE - Експлозия в неограничен парен облак	C2	
Експлозия в парен облак	C2 – C3	Зависи от сумата
Експлозия (експлозивни)	C2 – C3	Зависи от сумата
Мигновен пожар	C2	
Пожар в локва	C1 – C2	
Пожар факелен	C1 – C2	
Пожар в резервоар	C1	
Boil Over - Пожар в резервоар	C2	
Прахова експлозия	C1 – C2	

Чрез умножаване между:

- Честота на инициращо събитие на FEI;
- Вероятност за допустими условия на PCP;
- Вероятност за условни модификатори на PMCi;
- Вероятност за повреда на независими защитни бариери срещу PFDj

Получава се честотата на проява на нежеланите последствия от сценария на FCS.

$$FCS = FEI \times PCP \times PMCi \times PFDj$$

Инициращо събитие: случайно събитие, което задейства развитието на сценария, например: техническа повреда, оперативна повреда, липса на комунални услуги, човешка грешка и т.н. Ако няколко инициращи събития водят до едни и същи последствия и нивата на защита са идентични, получената честота на инициращото събитие се определя от сумата от честотите на дадено инициращо събитие.

Допустимите условия са условия или събития, необходими за инициращото събитие, за да се развият нежелани резултати. Някои неуспехи може да не са критични, ако процесът е в друго състояние или състояние, различно от това, което позволява развитието на сценарий. Например: ако считаме повредата на помпата за охлаждаща вода в реактора като инициатор, допустимото състояние може да бъде времето, през което химическата реакция в реактора изисква охлаждане, за да се избегне неконтролирана реакция.

Независимите защитни бариери спират развитието на сценария с определена вероятност, т.е. вероятност за провал, напр.: технически и контролни мерки (еднопосочен клапан за обратен поток, клапан за налягане, система за безопасност и т.н.), организационни мерки (напр.: взаимодействие между алармата + оператор и т.н. Понятието за независима бариера означава, че ще се използва защитна бариера, независима от инициращото събитие (причината) или други бариери или компоненти, които вече са използвани за сценария.

Условните модификатори са условия или съвпадения, които влияят на вероятността, че сценарият ще има най-сериозните разумно предвидими последствия. Примери за това са вероятността за запалване или вероятността персонала да присъства в засегнатата област. Не следва да се прави позоваване на условните модификатори, ако те не са значими и ясно определени.

9.3. Избор на сценарии

Избраните за анализ сценарии са представителни само за анализираното предприятие. Сценариите с най-сериозни последствия (най-лошия сценарий) се използват за определяне на силите и средствата, необходими за външната аварийна реакция на съответните органи. Изборът на сценарии, подлежащи на анализ на последствията, се извършва с цел предоставяне на данни за външното аварийно планиране и устройственото планиране.

Анализираните се следните видове сценарии:

- Сценарии с честота над граничната линия след анализа на „защитния слой“ (Lora), както и сценариите, за които не могат да бъдат бързо определени нива на последствия (C1, C2, C3), без да се извърши подробен анализ. При сценарии, показващи честота над пределната линия, анализът включва допълнителна информация за установяването на необходимите защитни мерки.

- Разумни сценарии (описани по-долу);

- Сценарии с най-сериозни последствия (най-лошия сценарий).

Разумни сценарии: организиране на аварийно реагиране на и извън мястото.

Тези сценарии могат да бъдат (но не се ограничават до):

- Изтичане от оборудването/съда (максимален размер на зоната 100 mm^2 - изборът на площта, в която се извършва течът, е избран така, че да доведе до най-сериозни последствия поради физичните и химичните свойства на веществото;

- Дренаж от канала (размер на площта = $0,01 \times \text{Диаметър}^2$ максимум 100 mm^2) - изборът на площта, в която се извършва течът, е избран, така че да доведе до най-сериозни последствия поради физичните и химичните свойства на веществото;

- Теч на фланец (размер на площта = $0,00035 \times \text{Диаметър}^2$ - изборът на зоната, в която се извършва течът, е избран така, че да доведе до най-сериозни последствия, дължащи се на физичните и химичните свойства на веществото;

- Пълно разкъсване на гъвкавия маркуч за зареждане;

- Пълно разкъсване на тръба с диаметър $< 20 \text{ mm}$ - изборът на зоната, в която се извършва теч, е избран така, че да доведе до най-сериозни последствия, дължащи се на физичните и химичните свойства на веществото;

- Задействане на устройство за освобождаване на атмосферата (механизъм за защита от свръхналягане) - клапан за свръхналягане (ще се използва максимален надежден поток);

- Невъзможност за запалване / гасене на факела по време на освобождаването (ще се използва максимален надежден дебит);

- Пожар в локва (в резервоара за задържане);

- Пожар в локва (вътре в резервоара);

- BLEVE към резервоар с втечен газ;

- BLEVE към резервоар с втечен газ в случай на недостатъчна противопожарна защита (т.е. липса на газови сензори, липса на противопожарна защита, оборудване за охлаждане на неадекватния резервоар и др.);

- Експлозия в склад за експлозиви.

9.4. Анализ на последствията

Целта на анализа на последствията е да се предостави информация за размера на зоните за планиране, определянето на засегнатите райони и планирането за реагиране при извънредни ситуации.

Прагови стойности за физическите ефекти

Необходимо да се използват праговите стойности, посочени по-долу:

Инцидентен сценарий	Зона I – смъртност	Зона II – необратима вреда	Зона III – обратими наранявания
Токсични емисии	AEGL3 А)	AEGL2 Б)	AEGL1 В)
Пожар, радиация	12,5 kW/m ² Г)	5 kW/m ²	2,5 kW/m ²
BLEVE/Огнено кълбо (термална радиация) – максимум 15 секунди)		12,5 kW/m ²	4,5 kW/m ²
Мигновен пожар (Инстантно топлинно лъчение)	LFL	LFL	4,5 kW/m ²
VCE (Свърхналяне)	300 mbar Д) 450 bar	70 mbar Е)	30 mbar Ж)

А) AEGL3 е стойността на концентрацията във въздуха на вещество, изразена в ppm или mg/m³, над която е предвидено, че повечето хора, включително възприемчиви индивиди, ще изпитат животозастрашаващи или потенциално фатални ефекти;

Б) AEGL2 е стойността на концентрацията във въздуха на вещество, изразено в ppm или mg/m³, над която е предвидено, че повечето хора, включително възприемчиви индивиди, ще изпитат необратими или сериозни дългосрочни последствия, засягащи здравето или способността за самовъзстановяване;

В) AEGL1 е стойността на концентрацията във въздуха на веществото, изразена в ppm или mg/m³, над която се очаква повечето хора, включително чувствителни индивиди, да изпитат значително дискомфорт, дразнене или асимптоматични ефекти, които не засягат сетивата. Ефектите обаче не причиняват неработоспособност, те са преходни и обратими, когато експозицията престане.

Г) изгаряне от първа степен след 10 секунди от експозицията;

Д) пълно разрушаване на сградите;

Е) частично разрушаване на сгради;

Ж) леки рани, причинени от стъклени фрагменти.

Забележка:

1) Не са необходими евакуационни или интервенционни действия извън зона III, напр. за емисии на токсични вещества, максималната концентрация във въздуха е около максимално допустимата концентрация при работа или по-малко.

2) Нивата на острите насоки за експозиция (AEGL) са разработени от Агенцията за защита на околната среда (EPA) и показват различни стойности на концентрацията за интервали от 10, 30, 60 минути, 4 и 8 часа.

Избор на метеорологични условия

Всеки сценарий се анализира за два типа различни метеорологични условия.

- Най-лошите възможни метеорологични условия;

- Най-честите/нормални метеорологични условия.

Избраните метеорологични условия се описват най-малко въз основа на следните параметри:

Скорост на вятъра: m/s.

Клас на стабилност на атмосферата: Паскуил (Pasq)

Температура на въздуха: C°

Влажност: %

Слънчева радиация: W/m²

Специфични резултати от анализа на последствията:

Използва се само за симулиране на емисиите на токсични вещества.

За всяка прагова стойност и състояние на времето изместването и размерът на токсичния облак се извършват за следните периоди от време:

- 10 минути;
- 30 минути;
- 60 минути.

За всеки интервал от време се използва стойността на концентрацията, съответстваща на нивото на AEGL. Екс: Амоняк – AEGL3 pt 10 min = 2700 ppm, AEGL3 pt 30 min = 1600 ppm, AEGL3 pt 60 min = 1100 ppm.

Оценката на последствията чрез симулации на аварийни ситуации, произтичащи от съхранението, обработката и транспорта на опасни вещества, се извършва като се използва комплексен софтуерен продукт като ALOHA и други подобни симулационни софтуерни продукти предназначени за моделиране на различни сценарии на аварии, като изпускане на химични вещества, разпространение на облаци от токсичен или запалим газ, някои видове пожари и експлозии. Резултатите се визуализират чрез GOOGLE EARTH.

Представяне на някои софтуерни продукти за целите на анализа

Използва се специализиран компютърен софтуер, като се въвеждат конкретни стойности за вида на опасните вещества, оборудването, метеорологичните условия и др.

Програмният продукт ALOHA е разработен съвместно от Отдела за оценка и готовност за реагиране при аварии с опасни вещества на Американската администрация за океански и атмосферни проучвания и Офиса за аварийна подготовка и превантивна дейност на Агенцията за опазване на околната среда (EPA) на САЩ. Програмата се използва основно за създаване на дисперсионни модели на летливи вещества.

MARPLOT (Mapping Application for Response, Planning, and Local Operational Tasks) е програмен продукт за географски карти с общо приложение. Позволява да се да създават, разглеждат и изменят карти бързо и лесно. Програмата позволява също да се свързват обекти на компютърните карти към данни в други програми като ALOHA.

Програмата ARCHIE (Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation) е разработена от Hazmat America, Inc. и е одобрена за разпространение от Федералната агенция за извънредни ситуации, Отдела за транспорт и Агенцията за опазване на околната среда на САЩ. Програмата е предназначена за създаване на модели за определяне на опасността при пожар и експлозия, както и за дисперсия във въздуха на летливи вещества.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Управлението на безопасността на промишлените предприятия, които извършват дейности с опасни вещества от Приложение №3 на ЗООС е всеобхватна програма, насочена главно към икономически, технически, човешки и организационни аспекти, които трябва да присъстват в съответните системи за управление на безопасността.

Документът представя насоките за оценката на опасностите от големи аварии с опасни вещества от Приложение №3 на ЗООС за предприятията с висок и нисък рисков потенциал на територията на Р България.

Направен е преглед на някои от използваните методи/техники за идентифициране и оценка на риска, като са оценени потенциалните им възможности за идентифицирането и количественото определяне на риска от големи аварии.

Представен е подходът за оценка на опасностите от големи аварии с опасни вещества от Приложение №3 от ЗООС и лесна за използване методика за оценка на опасностите, която е изградена на добре познати методи/техники за анализ на риска.

Документът служи като методическо ръководство изготвено да подпомогне операторите на рисковите технологии и компетентните органи при идентифицирането и оценката на рисковете от аварии, т.е. в процеса на управление на риска.