

Насоки за количествен анализ на риска на съоръжения, обработващи опасни вещества

Доклад за:

Норвежка дирекция за гражданска защита (DSB)



Резюме

Насоки за количествен анализ на риска на съоръжения, обработващи опасни вещества

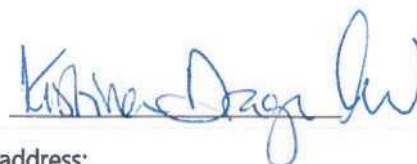
Класификация за сигурност на този доклад: разпространение само след приемане от страна на клиента

Доклад №: 106535/R1
Преглед: дата на доклада:
Окончателен доклад.(Rev A) (на английски език) от 6 май 2019 г.

ANE Kristiansen/Jan Papps/Henning Henriksen
главен консултант/главен консултант/старши главен консултант
Изготвена от:

Проверена от:
Joar Dalheim
Старши главен консултант

Одобрил:
Kristina Drage-Arianson
Department Manager



UM

Client name and address:

Lloyd's Register Consulting — Energy
AS Box 376, Skooyen NO-0213 OSLO
Norway

Име и адрес на субекта:

Норвежката Дирекция
за гражданска защита
(DSB) Rambergveien 9
NO-3115 TONSBERG
Норвегия

Контакт с клиенти:

Jan G. Roed T:
+ 47 924 48 153 E:
jan.roed@dsb.no

За връзка с нас:

Joar Dalheim T: + 47 952 41 750 E: joar.dalheim@lr.org

Lloyd's Register Group Limited, неговите дъщерни дружества и филиали и техните съответни служители, служители или агенти, индивидуално и колективно, посочени в тази клауза, като „Lloyd's Register“ Lloyd's Register, не носят отговорност и не са отговорни за което и да е лице за

загуби, щети или разходи, дължащи се на доверяване на информацията или съветите в настоящия документ, или ако това лице е подписало договор със съответния субект от Lloyd's Register за предоставянето на тази информация или консултации и в този случай всяка отговорност или задължение е изключително по реда и условията, определени в този договор.

С изключение на случаите, разрешени съгласно действащото законодателство, част от тази работа не може да бъде фотокопирана, да се съхранява в система за извличане на данни, да се публикува, разпространява, предава, предава, записва, записва или възпроизвежда под каквато и да е форма или по какъвто и да е начин без предварителното разрешение на носителя на авторските права. Запитванията следва да се адресират до Регистъра на Lloyd's, 71 Fenchurch Street, London, EC3M 4BS © Lloyd's Register 2019.

История на документа

Преразглеждане	Описание	/изменения	Промени, направени от
Консултация проект	12.04.2017		
Външен консултация проект	28.04.2017	Забележки от ОУС	Joar Dalheim/Jan Pappas
Окончателен доклад	04.09.2017	Оценка и изпълнение на коментари от страна на отрасъла	Joar Dalheim/Jan Pappas
Окончателен доклад, Rev. А	18.10.2017	Пояснения, включени от DSB. Изясняване на случаи на смъртни случаи при CO2	Joar Dalheim/Jan Pappas
Окончателен доклад, Rev A (English)	06.05.2019	Доклад, преведен на английски език. Без промяна на техническото съдържание	Ingebjorg Valkv */Joar Dalheim

Съкращения

ИЗЧИСЛИТЕЛНА ДИНАМИКА НА	Изчислителна динамика на флуидите
LOC	Загуба на ограничаване
FAR	Летален процент на злополуките (брой смъртни случаи на 100 милиона открити работни часа)
LFL	Долна граница на запалимост
ДОЛНА ГРАНИЦА НА ГРЕШКИТЕ	Долна граница на експлозия
PLL	Потенциална загуба на живот (очакван брой смъртни случаи годишно)
UFL	Горна граница на запалимост
ГОРНА ГРАНИЦА НА ГРЕШКИТЕ	Горна граница на експлозия
QRA	Количествен анализ на риска
AEGL	Равнища на насоки за остра експозиция
СИП	United States Environmental Protection Agency
ЗОП	Изследване на опасността и Operability
HZID	Идентифициране на опасностите
ISO 17776: 2000	Инсталации за добив на нефт и природен газ, инсталации за производство на нефт и газ в крайбрежни води, Насоки за инструментите и техниките за определяне на опасностите и

Насоки за количествен анализ на риска на съоръжения, обработващи опасни вещества	1
Резюме	1
Насоки за количествен анализ на риска на съоръжения, обработващи опасни вещества	1
История на документа	1
Въведение	1
1.1 Предговор	1
1.2 Цел	1
1.3 Основни принципи	2
1.4 Избор на съдържание	2
Моделиране на пространството за вземане на проби	
Сценарии	
Честота	
Физически	
моделиране	
1.5 Определения	4
2 Подготовка	6
2.1 Разбиране на инсталацията	7
2.1.1 Избор на подход и методология	7
3 Анализ на риска	8
3.1 Идентифициране на опасности, нежелани събития и бариери	8
3.2 Установяване на водещи събития	8
3.3 Анализ на честотата на водещи събития	8
3.3.1 Общо	8
3.3.2 Честотни модели за изтичане	10
3.3.3 Други причини за течове	12
3.3.4 Резюме	12
3.4 Анализ на течове и дисперсия	14
3.4.1 Моделиране на течове	14
3.4.2 Поле на поле	16
3.5 Анализ на запалването	18
3.5.1 Общо	18
3.5.2 RIVM запалване	19
3.5.3 GP модел на запалване	20
3.5.4 Образец за техническа подкрепа (MISOF)	20
3.5.5 Резюме	21
3.6 Анализ на експлозия	21
3.6.1 Общо	21
3.6.2 Влияние върху размера на облачността при експлозия	22
3.6.3 Изчисляване на свръхналягането при експлозия в облак за запалими газове	24

3.6.4	Изчисляване на свръхналягането при експлозия в полето	24
3.7	Анализ на пожара	25
	Други събития BLEVE и други събития	27
	BLEVE	27
3.8.2	Преобръщане и температура на кипене	29
3.8.3	Ескалация на събитията	29
3.9	Установяване на рискови профили	29
3.9.1	Последици от броя посоки	31
3.9.2	Преобразувания на симулирани сценарии	34
3.9.3	Брой течове	35
3.9.4	Брой на симулираните течове	36
3.9.5	Изглаждане на контурите на риска	36
3.9.6	Рафиниране на контурите на риска в критични области	39
3.9.7	Резюме	39
3.10	Описание на несигурностите	40
4	Критерии за уязвимост	42
4.1	Значение на критериите за уязвимост за рисковите контури	42
A		44
4.2	Препоръчителни критерии за уязвимост	44
4.2.1	Общо	44
4.2.2	Токсичност	44
4.2.3	Пожари	46
4.2.4	Взривове	47
5	Зони на разглеждане, до която се вземат под внимание	48
5.1	Разглеждане на зони на експлозия	48
5.2	Разглеждане на зони на база на пожари	49
6	Представяне на резултатите	49
6.1	Съобщаване на малки стойности	49
6.2	Първични резултати и междинни резултати	50
6.3	Разглеждане на зони и индивидуален риск	54
7	Сценарии за аварийна готовност	54
8	Позовавания	55
	Контролен списък за определяне на дейността и примерни думи за определяне на опасностите	50
	1 таблици за първоначално картографиране на предприятието	1
	2 думи за употреба в прегледа на HAZID	3
	1.1.1	

3.9.5	изолатор на контурите на риска	29
3.9.6	Подобряване на контурите на риска в критични области	31
3.9.7	РЕЗЮМЕ	31
3.10	Описание на неопределеностите	32
4	Критерии за уязвимост	33
4.1	Значение на критериите за уязвимост за рисковите контури	33
4.2	Препоръчителни критерии за уязвимост	34
4.2.1	Общи положения	34
4.2.2	Токсичност	34
4.2.3	пожари	35
4.2.4	Използване на експлозиви	36
5	Зони на разглеждане, до която се вземат под внимание	37
5.1	Обособени зони на базата на експлозия при експлозия	37
5.2	Разглеждане на зони на база на пожари	38
6	Представяне на резултатите	38
6.1	Предаване на малки стойности	38
6.2	Първични резултати и междинни резултати	39
6.3	Разглеждане на зони и индивидуален риск	42
7	Сценарии за аварийна готовност	42
8	Позовавания	43
Допълнение А — Проверка на списъка за определяне на дейността и насоки за определянето на опасностите		

Въведение

1.1 Предговор

Настоящият доклад е изготвен от Регистъра на „Лойд“с „от името на Норвежката дирекция за гражданска защита (DSB). Съдържанието на този доклад е предназначено да представлява ръководство за изчисляване на контурите на риска от непредубедено 3D. Очаква се насоките да представляват основа за предстоящото регулиране на риска от страна на ОУС за изчисляване на риска на разположените на сушата инсталации, които обработват опасни вещества.

С насоките се въвеждат някои нови понятия и принципи, които могат да бъдат приложими или да бъдат предмет на обсъждания в други държави, по-специално в държави, които са включени в рамката на Директивата „Севезо“ и Конвенцията на ИКЕ на ООН за трудови злополуки. По този начин DSB е сметнало за уместно да преведе насоките на английски език.

1.2 Цел

Настоящото указание е предназначено за използване при изготвянето на количествени оценки на риска, когато целта е да се очертаят контурите на риска около инсталациите, които обработват опасни вещества. Контурите на риска ще бъдат основа за определяне на зони за наблюдение за планиране на използването на земята. Въпреки че съществуват стандарти и международно признати методологии за анализ на количествения риск, се признава, че съществуват значителни неясноти във връзка с изчисляването на този вид контури на риска. По тази причина DSB е иницирирало изготвянето на настоящото указание, за да осигури последователно и безпристрастно изчисление на тези очертавания.

Целта на насоките е да се намалят случайните вариации на резултатите като последица от вариацията при използването на исторически данни, инструменти и методология. Амбиция е насоките да допринесат за по-лесното разбиране на анализа на риска и неговата несигурност, за по-добра проверка, възпроизвеждане и сравнение, както и за всички тези независими от избора на инструмент и анализатор на риска.

Тази насока се разглежда във връзка с рамката, определена от двата норвежки доклада на DSB „Temardeguten“ (2013), ref./ 1/, и „Veileder om sikkerhten rundt storulykkesomheter“ (2017), ref./ 2/.

В годишния доклад на ОУС (реф. /1/) се определя регулаторната рамка за допустимия риск за 3-та страна в близост до предприятие, в което се борави с опасни вещества, включително и с принципа, че рискът се намалява до възможно най-ниско и разумно приложими (ALARP).

Ръководството на ОУС (ref./2/) е насочено основно към общинско използване в областта на планирането и управлението на риска във връзка с опасни инсталации. То поставя също така процеси на съответствие и разрешителни според регулирането на DSB в гледна точка на планирането на района. В насоките на ОУС се обсъждат зоните на разглеждане в следната перспектива:

1. Поддържане на подходящо безопасно разстояние за населението около опасното растение
2. Отразяване на промените в условията във и около опасните предприятия
3. Създаване на нови опасни растения.

Съгласно европейската директива Севезо III (ref./3/) растенията са се ангажирали да предоставят съответната информация на общините относно риска, който те излагат на обществеността. В него не се изисква изрично изчисляването на контурите на риска, но и тематичният доклад на ОУС, и ръководството на ОУС се основават на контурите на риска като основа за общинските зони на разглеждане.

Зоните за наблюдение следва да се използват като инструмент за управление, за да се намали рискът около опасните инсталации съгласно норвежкото планиране и законодателството в областта на сградите (*Plan- og bygningsloven*). Докато зоните за разглеждане определят рамка, по отношение на която ограниченията трябва да се прилагат в зависимост от нивото на риска, общинските органи са тези, които решават формални ограничения въз основа на оценка на всички съответни фактори за района.

Следователно управлението на риска в района около опасните предприятия се извършва основно чрез прилагане на планове и ограничения от страна на общините.

Работата с настоящия доклад с насоки е обоснована главно от установената практика за използване на контурите на риска за инсталации, определени като големи аварии в съответствие с Регламента Севезо III, но се счита, че насоките са от значение за всички опасни инсталации, които са независими от размера и равнището на риска.

1.3 Основни принципи

В настоящата глава са описани принципите, използвани при разработването на насоките:

Излагането на риск на заобикалящата среда се оценява въз основа на цялостната дейност в предприятието или предприятието, т.е. всички съответни растителни раздели, дейности и инциденти се включват в оценките на риска. Освен това в оценките на риска се включват източници на външно въздействие (природни бедствия, ефекти на доминото от други предприятия и т.н.).

Въз основа на наличната информация и избрания метод за оценка на риска (т.е. оценките на риска не следва да бъдат нито „консервативни“, нито „оптимистични“). Например, ако в част от оценката се включи значителна консерватизъм в опит да се вземе под внимание несигурният характер, съществува риск да се загуби способността да се определи кои събития допринасят най-много за риска и кои пречки са критични и ефективни. Също така се губи прецизност в представителните рискови контури. Това може да повлияе на способността за провеждане на ефективно планиране на земеползването. Поради това оценките на риска следва да използват най-добрите приблизителни оценки при допускания (напр. очаквана честота на изтичане) и най-реалистичните тълкувания на очаквания обхват на последиците за оценените сценарии.

Важно е оценките на риска да не се основават на предположения, които лесно могат да бъдат променени или са неконтролируеми. Това е особено вярно за предположенията за поведението на даден член на обществото или за защита по време на инцидента. Поради това следва да се приеме, че членовете на обществеността ще бъдат незащитени и ще останат без търсене и ще останат без търсене. В действителност това няма да е така, но се счита, че е по-важно са контурите на риска, използвани при планирането на земята, да не бъдат засегнати неправомерно от допускания по отношение на защитата, която може да има обществеността, или как те могат да реагират при инцидент.

Същото се отнася и за допусканията относно равнището на активност в околностите, както и за неговото въздействие върху вероятността от запалване на даден газ в облак, който се простира до зони извън централата. Например зоните на разглеждане не следва да зависят от интензивността на движението, гъстотата на жилищата или развлекателните дейности в района. Следователно трябва да се приеме, че запалимият газ „в облак“, който достига площи, разположени извън централата, когато няма изискване за контрол на запалването, ще бъде запален.

Възможните ефекти от прилагането на мерки за намаляване на риска или (други) съществени промени или дейности в инсталацията се отразяват в контурите на риска.

Неопределеностите, свързани с наличната степен на информация и с избора на методология, се оценяват и описват, но не се изразяват количествено. Несигурността е разгледана по-подробно в глава 3.10.

1.4 Избор на съдържание

Тези насоки се основават на норвежки стандарт NS 5814. Насоките се отнасят главно до аналитичната част на стандарта; и не са предназначени за покриване на целия процес на оценка на риска.

Основната цел на насоките е изясняване на факторите, които в най-голяма степен засягат контурите на риска, вж. фигура 1.1.

За да се осигури възможно най-точна картина на риска, анализите на риска трябва да отразяват реалните условия в анализираното растение. Поради това е важно да се включи целият съответен опит с централата, за да може моделът за анализ да бъде достатъчно реалистичен. Приложената

методология и резултатите от анализа трябва да бъдат обосновани и обяснени по разбираем начин.



фигура 1.1 — Основни фактори за определяне на контура на риска

1.5 Определения

Определенията на някои ключови термини, използвани в доклада, са представени по-долу. Като цяло се прави позоваване на определенията от NS 5814: 2008

Контур:

Изконтурът е линия или повърхност през всички точки в пространството, което представлява едно и също ниво на резултат. Например, контурът за индивидуален риск от $1 \text{ E-}7$ годишно представлява границата на зоните на разглеждане в тематичен доклад (2013), реф. /1/.

Контур на риска:

В оценките на риска се използват контурите на риска, за да се изразят нивата на риска при смърт в зоните около предприятията, обработващи опасни вещества. Контурите на риска се изчисляват чрез съчетаване на честоти за възможни сценарии на аварии със съответната вероятност за смъртни случаи за дадено лице в рамките на резултата. Така контурите на риска показват географския индивидуален риск, като показват риска за хипотетично лице на мястото, независимо от това дали на това място има хора или не. Ето защо присъствието на хора, т.е. колко души и колко дълго тези хора остават в засегнатия район, не се вземат под внимание. Начинът на използване на времето на експозиция в този контекст е описан в глава 4.

Зона на разглеждане:

Плановите за земеползване посочват, доколкото е необходимо, съображения и ограничения, които са от значение за използването на земята. Това се посочва в плана за използване на земята като зони за разглеждане, със съответните насоки и регламенти. Разпоредбите и насоките, които се прилагат или ще се прилагат по отношение на зоните за разглеждане в съответствие със Закона за планиране и

строителство или други актове, доколкото е необходимо, са уточнени. Това е важно, за да се запази възнаграждението, посочено от зоната. С други думи, зоните за разглеждане се определят от органа по планиране (обикновено общината), който се основава на проучвания, оценки и консултации и т.н., като част от текущия процес на планиране.

Най-добра приблизителна оценка:

Най-добрата прогнозна стойност е стойност, която не се счита нито консервативна, нито оптимистична. Например, ако в част от оценката се включи значителна консерватизъм в опит да се вземе под внимание несигурният характер, съществува риск да се загуби способността да се определи кои събития допринасят най-много за риска и кои пречки са критични и ефективни. Също така се губи прецизност в представителните рискови контури. Това може да се отрази върху способността за ефективно териториално планиране. Поради това оценките на риска следва да използват най-добрите приблизителни оценки при допускания (напр. очаквана честота на изтичане) и най-реалистичните тълкувания на очаквания обхват на последиците за оценените сценарии.

Най-високо събитие:

Идентифицирането на опасностите (HAZID) ще осигури преглед на всички събития с потенциал за опасност, които могат да възникнат в даден завод. Някои от тях по различни причини (обикновено с ниска степен на сериозност или ниска честота) няма да бъдат включени в анализа. Събитията, които се включват в анализа на риска, трябва да бъдат определени с ясна отправна точка и крайна точка за изчисляване на последиците. Отправната точка за такива събития често се нарича „водещо събитие“ и обикновено е нежелано изтичане на опасно вещество. Следователно основната причина не е пряката или основната причина за изтичането, а самото изтичане. Едно най-високо събитие може да доведе до няколко възможни крайни събития (всички с различни вероятности и последици), като например „течове“, „пожар“, или „експлозия“. В насоките се използва „сценарий“ както за крайни събития, така и за конкретна последователност от събития.

Моделиране на пространството за вземане на проби:

Контурите на риска събират рисковата вноска от всички идентифицирани (крайни) събития, които варират от относително малки/чести до големи/редки. Това прави картината сложна и трудна за получаване на общ поглед и поради това следва да се определи кои крайни събития са основните донори на контурите на риска.

Мястото за вземане на проби се отнася до всички възможни резултати от най-високо събитие. Например пространството за вземане на проби за валцуване на единична шестстранна кубчета е {1,2, 3, 4, 5, 6}. При производствена инсталация, пространството за вземане на проби за водещо събитие ще бъде значително по-голямо; на практика има безкраен брой на събития, които биха могли да възникнат, в резултат само на малки отклонения, например в локализацията, посоката на изтичане, изтичането, ветровете, температурата, класа на въздуха, механичните условия (препятствия), запалването и др.

Чрез „разширяване на пространството за вземане на проби“ ние имаме предвид, че за да се покрие цялото пространство на извадката или колкото е възможно повече, с конкретни сценарии, така че анализът да бъде, доколкото е възможно, представителен за пълния диапазон на последиците от всяко горно събитие за дадена инсталация.

Важно е също така да се отбележи, че броят на сценариите един симулира има значително въздействие върху контурите на риска (вж. глава 3.9).

2 Подготовка

Анализът на риска следва да бъде подходящ за целта и да бъде адаптиран към степента на риска, произтичащ от обекта на анализа. Една от целите е тя да се извършва по такъв начин, че да може да бъде проверена и възстановена независимо от използваните инструменти и лицето, което извършва анализа.

Извършването на анализ на риска следва стъпките, определени в NS 5814: 2008. Процесът на анализ на риска не е изцяло възпроизведен в насоките, но процесът е обобщен в таблица 2.1.

Таблица 2.1 — Основни етапи в процеса на оценка на риска от NS 5814: 2008

Основни стъпки в процеса на оценка на риска, обхванати от NS 5814: 2008, ref. фигура 1 в стандарта	
<i>Които не са обхванати от NS 5814: 2008</i>	Define, рамковите условия
<i>Не попада в обхвата на NS 5814: 2008</i>	Определяне на критерии за приемливост на риска
<i>Планиране</i>	Начало, описание на проблема и формулиране на целите
<i>Planing</i>	Организация на работата
<i>Планиране</i>	Избор на метод и източници на данни
<i>Планиране</i>	Определяне на описание на системата
<i>Анализ на риска</i>	Идентифициране на опасности и нежелани събития
<i>Study S.S</i>	Анализ на причините и анализ на последиците от анализа на честотата
<i>Оценка на риска,</i>	Изчисляване на риска
<i>направена при анализа на</i>	Сравнение с критериите за приемливост на риска
<i>риска</i>	Определяне на възможните мерки за контрол и тяхната ефективност за намаляване на риска
<i>Re evaluation</i>	Обсъждане, документиране и заключение
<i>Не попада в обхвата на NS 5814: 2008</i>	Изпълнение

2.1 Разбиране на инсталацията

и методиката за подбор.

Допълнение А (глава 1) може да се използва за картографиране на инсталацията и съдържа елементи, които се считат за важни, за да се изясни в началната фаза на проекта. Контролните пунктове в списъка обикновено определят каква документация се изисква за по-нататъшна работа, както и предоставят насоки относно допусканията

В случай че има изменения или разширения на съществуваща инсталация, е важно да се събере опит в експлоатацията и поддръжката на инсталацията. Освен това може да е от значение документацията от инциденти, произшествия, одити, вътрешни одити и др. Лицето (лицата), което (които) е (са) да извърши (ят) анализа, трябва да има (т) добро познаване на аналитичния обект и да направи посещение на място в началото на анализа, ако местните условия не са достатъчно добре известни предварително.

2.1.1 Избор на подход и методология

Въз основа на първоначалното картографиране на сложността и обхвата на централата, околните условия и цялостните допускания за задачата, по-нататъшните дейности и методологията и наборът от инструменти са планирани. Всички приети предположения и решения, които се считат за засягащи подбора на методологията, следва да бъдат обосновани и документираны. Това се отнася и за по-късни етапи на проекта, за да се гарантира проследимостта на решенията, взети по време на изпълнението на проекта, които са от значение за резултата от анализа.

3 Анализ на риска

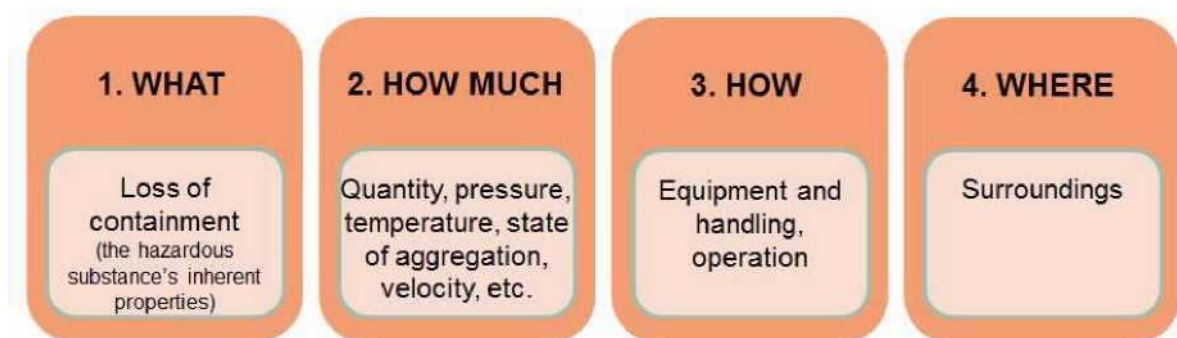
3.1 Идентифициране на опасности, нежелани събития и бариери

Преди да може да се предприеме QRA, трябва да се направи HAZID, за да се идентифицират опасните събития, които могат да възникнат в централата. След това тези събития се оценяват в анализ на дървета, анализ на бушуващите отношения или подобни (вж. NS 5814 и ISO 17776). Освен системите и оборудването, организационните и оперативните условия също трябва да бъдат оценени. Лошо изпълнение или липса на поддръжка, грешки от страна на оператора и др., са примери за причини и изходни събития, които също могат да бъдат от решаващо значение. Една от основните цели на анализа на риска е да се установят ефективни пречки, както превантивни, така и смекчаващи. За да се постигне това ефективно, е важно да се идентифицират всички видове причини и събития за инициране.

Примери за примерни думи, които могат да бъдат използвани в HAZID, са дадени в допълнение А. във фазата на подготовка, едно ще премахне инсталацията на подсистеми и ще използва набор от съответни ориентировъчни думи. Анализи на дефекти по дърветата и доклади от критичните контролни точки (HAЗОП) също могат да се използват и като входящи данни в процес HAZID.

3.2 Установяване на водещи събития

Тези, които извършват анализ на риска и HAZID, трябва, заедно с дружеството, да решат какви събития да бъдат включени в анализа. Направеният подбор следва да бъде обоснован и документиран в анализа.



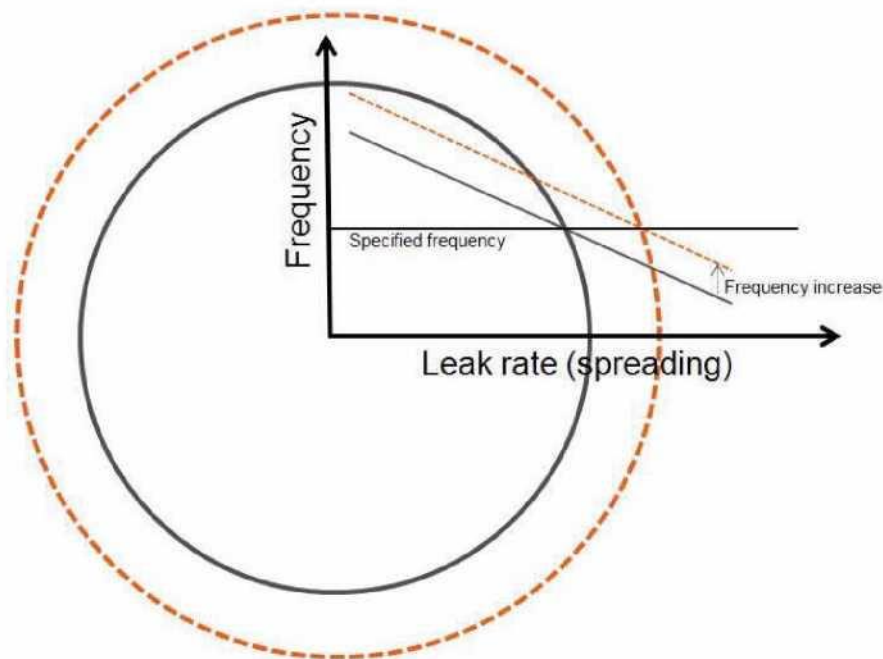
Фигура 3.1 — Пример за въпроси при установяването на водещо събитие

3.3 Анализ на честотата на водещи събития

3.3.1 Общо

Изборът на честота за най-важните събития ще се отрази на изчислените контурите на риска. За да бъдат точни рисковият изолатор, използваните честоти за течове трябва да бъдат представителни за анализирания растение. Ако дружеството разполага с данни за конкретни и добре документиранни случаи на течове, които са по-подходящи от общите модели, те следва да бъдат използвани. Ако са налице специални условия, които показват, че честотите на изтичане се различават от използваните типови модели, честотите на изтичане могат да бъдат коригирани, при условие че корекцията може да бъде документирана. Човешките, оперативните и организационните условия могат да окажат въздействие върху очакваната стойност за честотата на водещите събития и те могат да бъдат взети предвид, докато въздействието може да бъде документирано или подкрепено с доказателства.

На фигура 3.2 е показан начинът, по който контурите на риска са засегнати от очакваната честота на водещите събития. Черният кръг илюстрира произтичащия от това контур на риска при определена честота. Тук честотата намалява с увеличаването на нивата на течове (и свързаното с тях представително разпръскване). Ако се увеличи честотата на всички сценарии за течове със същия коефициент, полученият контур на риска ще бъде по-голям, както е представено с оранжевата пунктова линия.



Фигура 3.2 — Илюстрация на начина, по който изборът на честотен модел влияе върху контурите на риска

Съществуват различни модели за изчисляване на честотите на изтичане. Те могат да се използват за изчисляване на честоти за водещи събития, които обикновено ще бъдат течеви с различни класове на изтичане. Моделите или осигуряват честоти за различни размери на течеви (размер, количества), пряко или с различни размери на отворите, и след това степента на изтичане при размера на отворите се изчислява въз основа на условията на процеса на изтичане на течност (течност, газ).

Моделите се разграничават основно от:

- Степента на подробност на информацията за растението, която се изисква за използване на моделите, т.е. включва само информация за основното оборудване в инсталацията (като резервоари под налягане, резервоари за съхранение, помпи, компресори и дестилационни колони) или включва също информация за нивото на компонентите (като фланци, клапи, инструменти, тръби и др.)
- В кой формат са представени честотите. Това трябва да съответства на детайлността на разделителната способност на последващия анализ, т.е. дали моделът осигурява или честоти за различни сценарии от гледна точка на ставки и продължителности, или приключени обеми, или честоти за различни размери на отворите.

Използването на по-усъвършенстваните модели изисква по-подробна информация за източниците на течеви. Например, на ранен етап от процеса на проектиране — преди приключване на процеса на проектиране (P & ID), ще трябва да се коригират броя на частите (количествено определяне на източниците на течеви), алтернативно, като се използват данни от опита на сходни единици от други инсталации, за да се получат честоти на изтичане, които са представителни за планирания завод. За инсталация, която е в действие, това не е необходимо, тъй като цялото оборудване е известно.

До известна степен използването на опростен модел ще отрази проектните условия в завода и съответните сценарии ще бъдат опростени съответно. Чрез използване на модел, при който се осигуряват разпределения на обръчите по размери, може да се използва видът на флуидите, налягането и температурата, за да се изчисли разпределението на пропускащите честоти. Моделът за определяне на течеви следователно ще отразява по-точно проектните условия. За да се извлече полза от това, последващият анализ също ще трябва да бъде по-подробен.

Изборът на модел за изтичане може да се определи от:

- Как се извършва един анализ или който и да е изчерпателен. Необходимостта от оценка на ефекта от мерките за намаляване на риска трябва да бъде взета предвид; по-напредничавите модели като цяло предоставят повече възможности за оценка на ефекта от тези мерки.

- Степента на подробност, която е налична за инсталацията.
- По какъв начин следва да се извършва анализът. Сложността на модела за определяне на честотата на изтичане трябва да бъде балансирана спрямо модела на анализ, в който ще се използва.

3.3.2 Честотни модели за изтичане

Следните модели за определяне на течове се считат за относими към анализите на наземни растения и се разглеждат допълнително в настоящите насоки:

- RIVM
- HSE
- OGP
- PLOFAM.

RIVM и HSE са най-широко използваните честотни модели за течове за наземни станции в Европа. OGP и PLOFAM произхождат от морската промишленост, но се използват и за дейности надолу по веригата, като например за терминали и нефтохимически промишлени заводи. Понастоящем данните от съоръженията, разположени в морето, са значително по-добри и по-цялостни, отколкото за сухоземните индустрии. Желателно е в дългосрочен план да бъдат получени по-всеобхватни и по-качествени данни от наземни индустрии.

По отношение на специалните флуиди, които е вероятно да повлияят на пропускателната честота (например поради известна корозия или други механизми на увреждане), следва да се обмисли дали е необходимо да се коригират стандартните течове.

3.3.2.1 RIVM модел

Моделът на RIVM (Reference Manual Bevi — Оценка на риска) (ref./4/) се основава главно на наръчника на TNO. Това е най-простият от моделите за определяне на течове, тъй като той осигурява нива на течове за групи от оборудване, а не за по-малки компоненти (като фланци и вентили). Следователно RIVM е най-полезна за растенията, където има ограничен брой източници на течове извън тези групи от оборудване (без непременно да се подразбира, че има малко възможности за течове в съоръженията). Освен това честотата на честотите за 3 различни сценария за освобождаване от отговорност във връзка с изпълнението на бюджета са по размер, размер или размер на отвора:

- Моментно разреждане на цялото съдържание
- Разреждане на цялото съдържание при постоянен процент в рамките на 10 минути
- Непрекъснат разряд в 10 mm отвора.

За помпи и компресори честотата на отворите за отворите на отворите е определена по отношение на диаметъра на тръбата (10 % от диаметъра).

Честотата е независима от размера на оборудването и размерите на тръбите за тръбите под земята. За тръбопроводи над земната повърхност честотата зависи от размера на тръбите. Тъй като е включено само голямо оборудване, броят на пропускащите точки лесно се брои. Моделът на RIVM е подходящ за по-прости анализи, когато специфичните за даден дизайн условия, които влияят на пропускателната честота, се вземат предвид само в ограничена степен.

Сравнително изследване между RIVM и HSE (ref./ 5/) показва, че важно предварително условие RIVM определя за използването на честотите на изтичане за резервоарите под налягане, че пропуските, които се оценяват, не се дължат на външни причини (сблъсък, удар), корозия, умора вследствие на вибрации или грешка на оператора, тъй като се приема, че предприятието има контрол върху това. Ако съществуват такива условия, трябва да се направи специална оценка, като се използват честотите на RIVM за цистерните под налягане (тъй като честотите на RIVM се характеризират основно с състояния като дефекти при проектирането, стареене, износване и др.), или следва да се използват модели HSE или PLOFAM.

Наличието на фон за честотите на разрушаване на маркучите е много неясно (ref./6/) и поради това не се препоръчва за употреба.

3.3.2.2 Модел за HSE

Моделът HSE (UK Health and Safety Executive, ref./ 7/) се основава на данни от съоръжения в Обединеното кралство (UK). Това е модел за честотите на откази за оборудване, при което изтичането е режим на неизправност. Той е по-подробен от модела на RIVM с данни за компонентите като фланци и клапи. Моделът за HSE също така осигурява честоти по размер за някои съоръжения (предимно между 3 и 5 размера, в зависимост от типа оборудване), но не и за клапани, фланци и помпи. Поради това моделът на HSE е по-подходящ от модела на RIVM, ако се изискват повече специфични идентификатори и подробни честоти за водещи събития. Честотите на един елемент от оборудването са независими от размера на оборудването, с изключение на големите резервоари (два класа по размер) и тръбите, при които честотата се осигурява чрез обръчи за тръби в различни размери. За фланци няма съответна диференциация по отношение на размерите на тръбите. Следва да се отбележи, че фланците за резервоарите (с изключение на свързането с процеса) и друго основно оборудване са включени в честотите за оборудването, така че специфичните честоти за фланците се прилагат за отделни фланци.

Моделът на HSE е подходящ, ако се иска по-подробен анализ, при който специфичните за проекта условия, които засягат честотите за течове, се вземат предвид в по-голяма степен, както поради по-добра разделителна способност по отношение на броя на течащите източници, така и поради това, че въздействието на технологичните условия (налягане, температура, плътност на течността) може да бъде взето предвид.

Моделът за HSE има честоти на изтичане за товарене/разтоварване с маркучи към транспортните резервоари въз основа на анализ на характеристиките на операцията и свързаните системи за управление, вж. ref./ 8/.

Тъй като е налице значително по-голяма разделителна способност по отношение на източниците на течове, броят на пропускащите източници ще бъде значително по-голям, отколкото при използване на модела на RIVM. Предимството е, че честотите на проявата ще отразяват по-точно механизма.

3.3.2.3 OGP модел

Моделът OGP (ref./ 9/) също се основава на данни, събрани от UK HSE, но е структуриран по различен начин в сравнение с модела по HSE. Първичните разлики са:

- Моделът OGP разполага с данни за значително повече технологични компоненти от модела за HSE, но липсват данни за резервоарите.
- Методът OGP прави разлика между:
 - пълни утечки (цялото съдържание на сегмента се освобождава от първоначалното пълно налягане)
 - ограничени течове (част от съдържанието на сегмента изтече, налягането е по-ниско от пълното, но не е незначително)
 - налягане с нулево налягане (на практика налягането е 0, т.е. < 0.01 barg)
- За по-малки компоненти на процеса (клапани, фланци и др.) честотата на изтичане се дава като функция на размерите на отвора и оборудването под формата на различни класове, докато моделът на HSE има само една честота (не е непрекъснато както в модела PLOFAM).

3.3.2.4 Модел PLOFAM

PLOFAM (Process Leaks for Offshore Инсталации за оценка на честотите, ref./ 10) се счита за най-всеобхватния, съвременен и най-добре валидиран модел за изчисляване на течове за технологичните съоръжения. Има обаче по-малко подробности за различни видове резервоари, отколкото например за модела на HSE. PLOFAM се основава на данни от опит в морето от цялото Обединено кралство (данни от HSE) и NNCS (Норвежки морски сектор, данни от Petroleum Safety Authority Norway) от 1992 г. до 2015 г. Що се отнася до изискванията относно HSE и ПЧС във връзка с формата на докладването на инциденти, беше възможно всяко събитие да се оцени и класифицира внимателно.

Включените елементи на оборудването са същите като в модела за HSE, но с някои допълнителни класове. С какво се отличават повечето модели, освен другите модели:

- Честотите се осигуряват от измерението „оборудване“
- За всеки размер на съоръжението честотата е постоянна функция на обръча от 1 mm до пълно

разрушаване. С други думи, няма категории размери на обръчи, като по този начин се избягват всички ефекти, свързани с прехода между класовете. За изчисляването на контурите на риска обаче са от значение само основните течове.

- PLOFAM е валидирана, като се използва моделът за анализ на пропуските от 62 платформи на НКШ и се сравнява с честотите за течове на съответните перони.

Въпреки че PLOFAM се основава на данни от офшорни данни от Обединеното кралство и НКШ, прегледът показва, че няма причина да се предполага, че честотите не са еднакво приложими за наземни съоръжения с еквивалентен размер, където изискванията за инспекция, изпитване, поддръжка и т.н. са сравними и в които процесът на работа не е по-труден, отколкото при системите с чисти нефтопродукти. Поради това се счита, че PLOFAM е от значение, за да се използва за нефтохимически завод, рафинерии, големи инсталации за ВПГ и други подобни.

PLOFAM е моделът за определяне на течове, който във възможно най-голяма степен позволява да се моделират проектните условия на даден завод, но също така е и този, който е най-времеемък, за да се използва. Обемът на работите, необходими за преброяване на пропускащите източници, ще бъде на същото ниво, както при модела на HSE.

PLOFAM обхваща приблизително същите компоненти на оборудването като модела OGP, но има както много по-всеобхватна база данни, така и методично по-правилно. Поради това използването на PLOFAM се препоръчва вместо модела OGP, когато е приложимо.

3.3.3 Други причини за течове

Непреднамереното изпускане на запалими или токсични вещества, които могат да представляват обществен риск, без да е получено в резултат на изтичане, може да бъде моделирано, ако честотата е включена в образците в раздел 3.3.2. Например това би могло да доведе до спиране на реакции или други абнормни процеси, които предизвикват свръхналягане и се свързват с фрактура или се освобождават от предпазните клапани. Може да има и освобождаване на токсични вещества от въздушните тръби на въздуха от производствените станции или резервоари за съхранение поради пожар или случайно смесване на продукти или междинни продукти.

Поради това е необходимо предварително да се проведат проучвания на HAZID и HAZOP, за да се установят възможните обстоятелства, при които биха могли да възникнат такива сценарии.

3.3.4 Резюме

Обобщение на препоръките е дадено в таблица 3.1. Следва да се отбележи, че моделът на RIVM може да не е непременно консервативен.

Таблица 3.1 — Препоръчителни данни за нивата на течове

Характеристик	Налична информация/изисквания	Препоръчани модели
Информация относно изтичането източници	<p>Само по-голямо оборудване и съответни количества. Размерът на налягането и на оборудването не е от значение.</p> <p>Ограничена информация за компонентите. Трябва да се отчитат по-голямо оборудване, вентили, фланцови помпи, маркучи и тръби. Изисква се технологичен натиск. Размерът на оборудването не е от значение (освен за клапаните, фланците, помпите, маркучите).</p>	<p>RIVM/TNO (не за съдове под налягане, вж. глава 3.3.2.1) HSE</p> <p>PLOFAM + HSE за специални резервоари</p>
Маркучи	<p>Големи съоръжения (рафинерии, нефтохимически заводи, големи инсталации за ВПГ и др.).</p> <p>Информация за компонентите (те трябва да се отчитат).</p> <p>Осигурява честоти по размер на оборудването и размер на отвора (непрекъснати разпределения)</p> <p>Технологични маркучи</p> <p>Товарене/разтоварване с маркучи за транспортни резервоари</p>	<p>PLOFAM</p> <p>HSE</p>

3.4 Анализ на течове и дисперсия

3.4.1 Моделиране на течове

Достатъчно добро описание на освобождаването е предпоставка за последващата дисперсия и възможното извършване на анализ от експлозии.

Има два етапа в процеса на изтичане преди да бъде идентифициран източникът на дисперсионен анализ. Първият етап е да се определи степента на изтичане на отвора, а вторият етап е да се определи етапът и термодинамично състояние точно извън отвора като начало на дисперсионния анализ. Източникът в анализа на дисперсията в случай на изпускане на газ (независимо дали използва ДЗР или емпиричен модел) не е самият отвор, а ще бъде, когато разширяването на отделяното количество газ е намалило налягането до околната среда, т.е. в така наречения диск на Мах (обикновено < 1 m от отвора).

Тези етапи изискват използването на различни физически модели, както по отношение на двата етапа, така и по отношение на фазата (състоянието) на течността преди освобождаването.

3.4.1.1 Степен на изтичане през отвора

Течността може да се движи като чист газ, чиста течност или комбинация от течност и газ в зависимост от вида на течността/фазата и в която се намира изтичането. От съществено значение е термодинамичното състояние на флуида в оборудването:

- Ако температурата на течността надвишава точката на кипене на течността при работното налягане на оборудването, течността ще бъде газ.
- Ако температурата на течността е между точката на кипене на течността при работното налягане на оборудването и точката на кипене е при околното налягане, спадът на налягането по време на изтичането води до кипене (образуване на газов балон). Изпаряването (преобразуване от течно в газообразно състояние) изисква енергия, взета от течността, така че количеството на балонния балон зависи от разликата между температурата на течността и точката на кипене на течността при околното налягане, т.е. степента на прегряване. В зависимост от степента на прегряване, кипенето ще започне в течността преди изтичането или евентуално в отвора за пропускане. Това се отразява на плътността на течността в отвора, а оттам и на степента на изтичане. Това са сложни физични процеси, които могат да бъдат сближени с различни изчислителни модели. Ако течността има компоненти с различни точки на кипене, това също трябва да се вземе предвид.
- Ако температурата на течността е по-ниска от температурата на кипене при околното налягане, течността ще се изпари без кипене, тъй като налягането пада в изтичането. Количеството на течността, която се изпарява, се определя от кривата на налягането на парите на течността, но това изпаряване отнема време.

Емпиричните инструменти имат различни по-прости модели, за да се справят с различните термодинамични сценарии. За сложни събития следва да се използват по-съвременни модели.

Ако изтичането е от тръба, а не от плавателен съд, степента на изтичане се намалява, в зависимост от размера на отвора и размерите на тръбата. За къси тръби могат да се използват някои емпирични модели. За дългите тръби могат да се използват подходящи модели за изчисляване на тръбните системи, за да се подобри точността на изчислените коефициенти на освобождаване.

В моделите за течове се предполага, че няма да има неограничен поток от отвора. Определени условия, като например спадане на висока температура и висока влажност, които могат да причинят залежаване, могат частично да блокират отварянето и да намалят степента на изтичане в сравнение с процента, изчислен чрез модела за изтичане. Ако опитът с използването на течност е ограничен, базите данни/бази данни за аварии следва да бъдат прегледани, за да се постигне по-добро разбиране на характеристиките за изтичане на такъв флуид. След това е необходимо да се прецени дали този опит може да бъде прехвърлен към настоящия сценарий.

3.4.1.2 Условия, непосредствено несвързани с изтичането — поле „близка“

Положението зависи от това дали сценарият е изтичане на чист газ или многофазен край.

В случай на изтичане на газ с критичен поток и при по-разширена струя, въздухът се смесва с струята преди диск на Мах. При това положение е важно да се определи точно нивото на смесване, така че да се получи правилната концентрация на газа, температура и скорост на газа в началото на симулацията на ДЗР.

Тъй като топлинната мощност за метан и природен газ е по-висока, отколкото при въздуха, някои течове могат да имат поведение на тежък газ при определено съотношение на смесване с въздух и като светлинен газ при различно съотношение на смесване. Това означава, че първоначално газът може да бъде по-лек от въздуха, но впоследствие да стане по-тежък от въздуха чрез смесване. Тези условия могат да повлияят на влажността и температурата. Поради това информационният фиш за безопасността само по себе си няма да е достатъчен, за да се прецени как ще се разпространи изтичането.

В случай на изтичане на 2 фаза или на чиста течност течността може да се пулверизира или да се пръска. В зависимост от размера на капчиците една по-голяма или по-малка част от течността ще дъждовни и ще формира течност. Съществуват няколко различни механизма, които определят състоянието на освобождаването веднага извън изтичането:

- Механично разпрашаване на течността на капчици. Това е доминиращият механизъм за течности с температура под температурата на кипене в околността. Атомите и размерите на капчиците се определят чрез диаметър на отвора, скорост и плътност на течността, повърхностно напрежение и вискозитет. За малки дупки, дори относително слаб натиск (порядъка на 1 бара), може да предизвика образуване на спрей. Течност, която управлява вертикални профили върху хоризонтални повърхности, може също да предизвика атомизиране и образуване на газов облак, ref./ 11 /
- Разделяне на течността в резултат на кипване и разширяване на газови мехурчета. Това е основният механизъм за свръхзагривани течности (и БЛИН, вж. глава 3.8.1); колкото по-голяма е степента на прегряване, толкова по-голяма е пропорцията на атомизацията. Най-важната част от изчисляването на дисперсията е количеството на освободената течност, което ще образува течно вещество, и количеството течност, което е пулверизирано и придружава газа в дисперсията. Делът на течността, която се появява като големи капчици, се определя от размера на капчиците, който е значително по-несигурен от средния размер на капчиците. Това означава, че за емисии, при които се използва струя срещу течност, следва да се предприемат изследвания на чувствителността по отношение на степента на образуване на спрей. При охлаждане на газа кондензаторът може също да допринесе за образуване на капчица. Поради мигащ режим, температурата във фазата от 2 г. в облак ще намалее, а облакът (със или без капчици) ще действа като тежък газ.
- За течности с няколко компонента с различни точки на кипене трябва да се направят специални оценки. В зависимост от състава, налягането и температурата тези емисии могат да бъдат комбинация от спрей и течна смес, в които газовите компоненти се загреват или се пулверизират без или с минимално количество да се подава вода.
- В случай на изпускане от резервоар с многофазен резервоар, падането на налягането в резултат на заустването може да причини значително изпаряване, така че масата на отделяния газ може да бъде няколко пъти по-голяма от първоначалното газово съдържание в оборудването.
- Метеорологичните условия могат да се отразят на скоростта на изпарение от ликвидните пулове, т.е. за сценарии, при които изпаряването може да бъде важен фактор, следва да се вземат предвид местните климатични условия.
- В случай на пускане в експлоатация на ВПГ, коефициентът на изпаряване ще бъде доминиран от преноса на топлина от земята, което от своя страна се определя от температурната разлика между течността и земната повърхност. Охлаждането на земята в крайна сметка ще намали изпаренията, като по този начин се отрази на разпространението на пула от течности (освен ако не е ограничено от диги или други подобни) и скоростта на изпаряване е източник на дисперсия в далечната зона. Прави се позоваване на ref./ 12/ и/ 13/ за модели, описващи скоростта на изпарение на резервоари за ВПГ.
- Изборът на параметрите на модела (например „Constant entropy „или „Constant powthip“) може също да повлияе на резултатите от симулациите. Тук не съществуват подробни насоки относно примерните параметри, но това следва да се вземе предвид при моделирането на отделни изпускания.

3.4.2 Поле на поле

С цел контурите на риска да представляват реалността възможно най-близо, от решаващо значение е моделирането на симулиран сценарий да бъде възможно най-физически възможно най-точно. Следователно, дали в завода съществуват специални условия, които изискват даден тип инструмент за моделиране за симулиране на ефектите на поле, трябва винаги да се взема под внимание.

По същество съществуват два вида симулационни инструменти за изчисляване на дисперсията в далечната зона от освобождаването; емпирични инструменти и инструменти за ДЗР:

- Емпиричните инструменти (наричани също така интегрирани инструменти или 2D инструменти) прилагат опростени физически модели, които са настроени за пресъздаване на експериментални опити по най-добрия възможен начин. Тези модели са надеждни и много бързи, но отчитат в малка степен действителните физически условия на оценяваната станция.
- Инструментите за ДЗР се опитват да симулират физиката (уравненията на Navier-Stokes) в изпусканите количества, но също така използват някои опростени модели, за да направят симулациите по-бързо. Например моделите на турбулентност и модели на подкоординатна мрежа (моделите за поръзност) често се използват за приближаване на въздействието на физиката в по-малък мащаб от този, който може да бъде обработен с избраната резолюция относно модела за дискретизация.

Нито един от тези видове симулационно средство не може да се счита, че винаги е консервативен. Поради това потребителят трябва да е запознат с ограниченията и несигурността, свързани с всеки вид симулационен инструмент, и да се стреми винаги да използва най-подходящия тип съоръжение.

Емпиричните инструменти и инструментите за ДЗР водят до много сходни резултати за запалимост/токсичност в областите, в които отдалеченото поле няма или има незначителни препятствия, които могат да повлияят на разсейването на газовете (вж. ref./14). В инсталациите, в които това е така, ще бъде възможно да се получат добри оценки на разсейването на газовете и при двата вида инструменти за моделиране.

Ако се прави анализ на дадено съоръжение, за което се прилага една от следните характеристики, за моделиране на дисперсията следва да се използват инструменти на CFD:

- Терен. Ако растението се намира в близост до терена, което ще се отрази значително на разпръскването на газ в далечната зона. Това е особено приложимо, ако електроцентралата може да произвежда тежки газови емисии, които могат да бъдат блокирани и насочвани от терена, вж. фигура 3.3. За такива сценарии емпиричните инструменти могат да бъдат неконсервативни. Планините и стръмният релеф също могат да представляват естествени препятствия, които възпрепятстват разпръскването на тежки газове в определени посоки. Ако за тези сценарии се използват емпирични инструменти, това може да доведе до прекомерни рискови профили в определени посоки
- Големи сгради. Ако има сгради или други препятствия, които значително влияят на дисперсионната картина (например промени в местните условия на вятъра, eddies, блокиране, и промени в посоката във връзка с това какви емпирични инструменти биха могли да се предвидят)
- Сложни или големи дифузни емисии. Ако освобождаването е от група за събиране със сложна или голяма площ, подходът, който използва точка за освобождаване, би могъл да доведе до значителна неточност в резултатите.
- Изпускания в райони със задръствания. Ако голяма част от кинетичната енергия на отделянето се поема от газовото струващо оборудване или сгради. Когато кинетичната енергия се поглъща от технологичното оборудване, смесването на въздуха ще бъде намалено (скоростта на струята се спира механично, вместо триене с въздух), така че запалим или токсичен газ ще достигне още преди да бъде разреден.
В такива случаи емпиричните инструменти могат да бъдат неконсервативни. Ако високата скорост освобождава малка повърхност (сграда или подобна), импулсът ще се промени значително както в посока, така и в размер. В такива случаи емпиричните модели няма да представят физиката адекватно, вж. фигура 3.4. В райони със задръствания местните скорости на вятъра също могат да бъдат значително по-ниски от тези извън натоварената зона и да са различни от вятъра в най-близката измервателна станция. Това трябва да се вземе предвид при моделирането на дисперсията, особено когато се използват опростени емпирични инструменти.
- Специални сценарии. При много специални сценарии, единият работи извън обхвата, където са

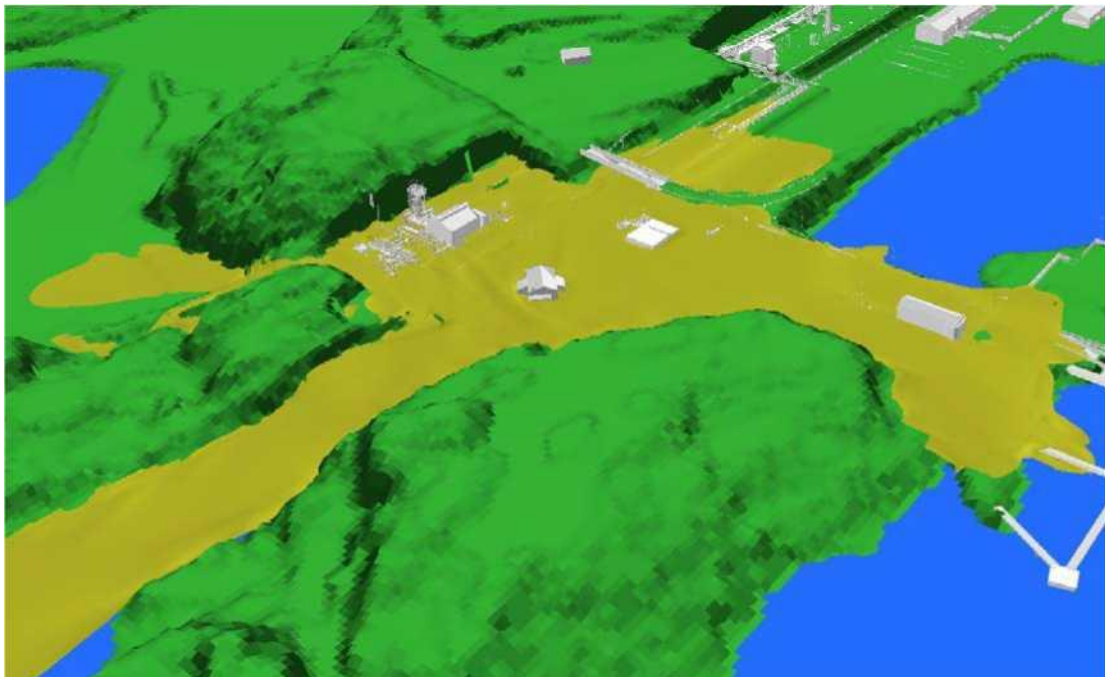
валидни емпиричните модели. Пример за това е изпускането на тежък газ в спокойна атмосфера (скорости на вятъра < 1 m/s), където емпиричните инструменти могат да имат ограничени възможности за симулиране. Следва да се отбележи, че може да има области, в които инструментите за ДЗР също се използват извън сферата, в която се изпитват.

Като алтернатива, ако се използват емпирични инструменти, трябва да се опише несигурността, свързана с предположенията относно условията, както е посочено по-горе, и евентуално как се е опитвала да се компенсират тези условия.

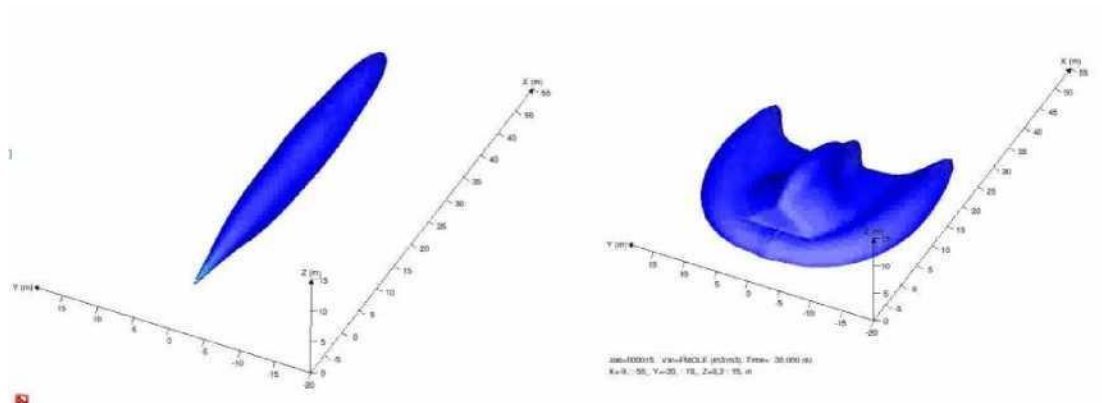
За изчисляването на концентрациите на токсичен газ на големи разстояния в далечната област може да възникнат някои предизвикателства при използването на ДЗР. Като се има предвид времето за изчисляване, това може да представлява проблем при точното моделиране на полеви ефекти, като в същото време се отразяват по подходящ начин ефектите на полето. При моделирането на такива сценарии лицето, което извършва изследването, трябва да знае валидността/ограниченията, съответните изпитвания за валидиране и насоки за използването на инструмента за такива ситуации. Ефектите на турбулентността, дължаща се на архимедовата сила, причинени от локално слънчево отопление, са трудни за повторение с ДЗР (Pasquill A, B, C стабилност) и ДЗР инструменти обикновено осигуряват консервативно безопасно разстояние в такива ситуации. Емпиричните инструменти могат да бъдат по-солидни и по-лесни за използване при такива ситуации, дори ако те също не са в състояние да моделират локални ефекти, например малки препятствия и вариращи стойности на топлинен преход от субстрата. При все това, когато се използват емпирични инструменти, трябва да се гарантира, че няма важни елементи на моделиране, близки до освобождаването, които са изпуснати, и че няма ниски сценарии за вятъра, които не могат да бъдат моделирани. Емпиричните инструменти дават точни резултати за сценариите, за които са калибрирани, но точността се понижава значително веднага щом параметрите се различават от сценариите за калибриране. Поради това, при изчисляването на токсичните

Концентрации в далечната зона, съществува несигурност, свързана с резултатите както за ДЗР, така и за емпирични инструменти, поради което тази несигурност трябва да бъде обсъдена в анализа на риска (вж. също глава 3.10).

Изборът на вида на инструмента за моделиране за далечната област би могъл да окаже значително въздействие върху контурите на риска и следователно трябва да бъде документирано, че това се отчита в анализа на риска.



Фигура 3.3 — Освобождаване на тежък газ (жълт цвят) в област с различен релеф. Фигурата показва, че областта на въздействието е силно засегната от емисиите на тежки газове.



Фигура 3.4 — освобождаване от препятствия (ляво) и същото освобождаване при обструкция 3x3 (дясно). Графиката показва, че ако пречките срещат пречки, дисперсната област би могла значително да се промени.

3.5 Анализ на запалването

3.5.1 Общо

При запалване се приема, че има запалима концентрация на газ или в резултат на изпускане на газове, или като изпаряване на пари от течност, изложена на източник на запалване. За течности това означава, че те са при температура, която осигурява достатъчно изпаряване. Обикновено течностите с висока температура на запалване (над 60 °C) не се считат за запалими, без да бъдат загрети. Следва да се отбележи обаче, че изтичането на този вид течности чрез пулверизация може да се запали при температури под 60 °C. вж. глава 3.4.1.2 за обсъждане на течове от пръскането.

Вероятността от възпламеняване на изтичането е резултат от два фактора:

- Вероятността облакът от запалими газове да достигне до източник на запалване. В действителност пропускателната способност ще намалее с течение на времето и в комбинация с условия за вятър или вентилация, размерът на облаците и следователно вероятността от излагане на източници на запалване (т.е. запалима концентрация на газ на място, където има източник на запалване) също ще варира във времето, т.е. тя е преходна.
- Вероятността от запалване при контакт с източници на запалване, обикновено наричана интензивност на запалване.

Запалване може да настъпи непосредствено след вдигането, което води до пожар или може да настъпи след закъснение, което води до експлозия или пламна пожар, последвана от пожар, докато трае изтичането. Моделите на вероятност се характеризират с връзката между непосредственото и късното запалване по различни начини. Това се отразява на вероятността от забавяне на запалването в по-голяма степен, отколкото за незабавно запалване, което е от значение за риска от експлозия, но в по-малка степен спрямо честотата на запалване.

Съществуват и различни видове източници на запалване, които трябва да бъдат третираны по различен начин:

- Източници на запалване вътре в завода. Това е основният акцент на всички модели. Съществуват исторически бази данни, макар и ограничени, поради което тези източници на инициране са включени в системите за запалване (макар и с различни нива на детайлност). Вероятността запалването на източници на специално запалване, като например работещи с изгаряне на гориво, е много зависима от конструктивните детайли и поради това следва да се разглежда поотделно за всеки случай. В случай на самозапалване вероятността за запалване е определена на 1
- Източници на запалване извън растението:
 - За изчисляване на контурите на риска, които да бъдат използвани при планирането на площта, вероятността за възпламеняване е определена на 1, ако запалима концентрация на газ се простира извън границите на инсталацията. В противен случай вероятността за запалване зависи от нивото на активност, плътността на жилищата и т.н., което не е подходящо. В

действителност вероятността за запалване е вероятно да бъде голяма в градските райони, тъй като няма изискване за контрол на запалването извън границите на инсталацията. За да се предотврати незабавно запалване на системите за моделиране като запалване, когато се спуска веднага след границата на инсталацията (и по този начин ограничи потенциалния обхванат район), вероятността за запалване от 1 се прилага, когато облакът достигне в най-голяма степен. Това също така означава, че не трябва да се използва преходен вероятностен модел извън зоната на съоръжението.

- О За изчисляване на други рискови фактори, когато запалима концентрация на газ се простира извън границите на инсталацията, следва да се използва вероятност за запалване < 1 . Това обаче не е обхванато във всички модели. Като се има предвид голямото разнообразие на видове източници на запалване извън съоръженията, има ограничени данни за минали периоди, като в същото време няма контрол на запалването. Това води до висока интензивност на запалване. Поради това е необходимо да се направят специфични за всеки случай оценки на такива източници на запалване и е от съществено значение да се оцени вероятността за достигане на тези източници, тъй като интензитетът на запалване ще бъде висок.

Изпускане на течност при температура над температурата на samozапалване може да се samozапалва, когато влязат в контакт с въздуха. Това е от особено значение за рафинериите, където части от този процес имат високи температури.

Съществуват 3 основни модела за запалване, които се използват:

- RIVM
- OGP
- MISOF (преработена версия на модела OLF).

Тези модели се характеризират с експозиция на вероятността от запалване и интензивността на запалване по различни начини, изискват различна степен на информация и следователно включват различни степени на опростен или цялостен анализ. Поради това подборът на модела трябва да се основава на нивото на сложност на анализа на риска. За сценарии, включващи запалими газове, като например водород, вероятността за запалване следва да се вземе предвид по-специално.

Съществуват и други много основни модели, при които вероятността за възпламеняване се определя от областта на даден регион с източници на запалване, когато има запалима концентрация на газ, но се препоръчва използването на модела OGP за предпочитане спрямо тези модели, тъй като използването им е също толкова лесно, по-добре валидирани и дава по-подробна представа за вероятността за запалване.

3.5.2 RIVM запалване

RIVM model (ref./4/) на RIVM е много проста, но все пак отчита вероятността от излагане на източници на запалване и фактор, представляващ интензивност на запалването:

- Вероятността от излагане на източник на запалване е фактор, който ползвателят трябва да определи без никакви насоки как това да бъде направено
- Интензивността на запалването е фактор, който нараства обратно пропорционално на функция на времето от 0 до 1. Различните източници на запалване се характеризират с различни вероятности за запалване при продължителност на експозицията от 1 минути, които лесно могат да се превърнат в характерна константа във експоненциалната функция.

Интензивността на запалването вътре в предприятието се дава само за котли и фурни и следователно е невалидна за повечето инсталации. Моделът също така предоставя интензитети на запалване за източници на запалване от трета страна:

- Съседна инсталация
- Жилища и офиси (на човек)
- Високоволтови електропроводи
- Кораби

- Превозни средства и влакове.

Въпреки това при изчисляването на контурите на риска за целите на планирането на земеползването трябва да се определи вероятността от запалване, дадена извън границите на растението до 1.

3.5.3 GP модел на запалване

Моделът GP (ref./ 15/) се отнася до модела UKOOA (ref./16/), разработен от Института по енергетика в Обединеното кралство през 2006 г. въз основа на данни от HSE, от разположени на сушата и в открито море съоръжения, и следователно изрично обхваща както наземните, така и офшорните съоръжения. Вероятността е дадена като крива или корелационна зависимост като функция от нивата на течове за:

- Различни видове съоръжения и зони на разположените на сушата (и в морето) съоръжения
- Газ, нефт и втечен природен газ (LNG)
- Различни условия за вентилация в зоните
- До известна степен поради различна гъстота на оборудването.

Корелациите предоставят обща вероятност за запалване, т.е. сумата от непосредственото и забавеното запалване. Вероятността за непосредствено запалване се определя на 0.001 за всички емисии, така че всички корелации да започнат в 0.001 за теч 0,1 kg/s. вероятността за запалване намалява с времето, главно защото газът „в облак“ няма да достигне до източници на повече запалване, след като достигне максималния си размер.

Моделът OGP/UKOOA е прост, в смисъл че за него не се изисква моделиране на вероятността от възпламеняване, но има пряко пряка запалването.

Тъй като при модела OGP/UKOOA не са взети предвид преходните условия на изтичането, той е подходящ за използване при анализи, които не включват преходни модели в облак. Следователно, вероятността за възпламеняване на даден теч може да бъде определена, без да се изчислява какъвто и да е размер на облаците (въпреки че с цел изчисляване на последствията трябва да се изчисли размерът на облачността за всеки течащ сценарий).

Моделът OGP/UKOOA е бил тестван спрямо MISOF, като е направен анализ на избрани офшорни съоръжения и с двата модела. За относително отворени зони без специални източници на запалване, като газови турбини, дизелови двигатели и помпи/ротативно оборудване, моделът OGP/UKOOA по принцип дава малко по-високи общи вероятности за запалване от MISOF, което е разумно, като се има предвид, че това е опростен образец от MISOF. Ако в района има специални източници на запалване, по принцип се очаква OGP/UKOOA да даде малко по-ниска вероятност от MISOF.

3.5.4 Образец за техническа подкрепа (MISOF)

MISOF (Моделно (моделиране на източниците на горене на съоръженията за добив на нефт и газ в морски райони), ref./17/, е преразглеждане на предишния модел OLF. Различава се от другите модели, тъй като:

- Е най-всеобхватният модел
- Е единственият модел, който отчита преходния характер на даден газов облак
- Се основава на всеобхватна статистическа основа от Обединеното кралство и НКШ
- Съответства ли на PLOFAM, че анализът, комбиниращ PLOFAM и MISOF, възпроизвежда историческата честота на изтичане на течове от процеси в открито море
- Може да отчита специфични източници на запалване, като например брой на ротичното оборудване, въздухопроводни за подаване на въздух за газови турбини и дизелови двигатели, работа в горещо състояние и различни нива на последваща защита
- Може да отчита аварийното спиране и изолиране на източници на запалване.

MISOF се прилага за технологични области с типична гъстота на съоръженията за съоръжение в крайбрежни води, а не за широко разпространено съоръжение с относително празни региони между отделни процеси в процес, в които гъстотата на потенциалните източници на запалване е ниска.

За експозиция на неех оборудване в неклассифицирани зони, MISOF има проста зависимост между вероятността за запалване и обема на изложената област. Може да се използва във всички области, в които има сравнима плътност на електрическо оборудване като неклассифициран район в открито море.

MISF няма модел за източници на запалване извън зоната, само за стандартно технологично оборудване и гореща работа (с изключение на въздухопроводите за дизелови двигатели и турбините). Поради това тези източници на запалване трябва да се разглеждат поотделно.

Нивото на детайлност в MISF изисква цялостен анализ, при който се моделират облаци с преходни режими. Предимството е, че дава значително по-голяма вероятност за проектиране в сравнение с RIVM или OGP/UKOOA. Това предоставя значително по-голяма възможност за проучване на ефекта от различни мерки за намаляване на вероятността за запалване в предприятие.

3.5.5 Резюме

Обобщение на препоръките е дадено в таблица 3.2.

Таблица 3.2 — Препоръчителни модели на запалване на запалването

Местоположението	Модел на	коментар	за
В рамките на граница	Няма изчисление на вероятността от Без вероятност за запалване, зависещо от времето, алтернативно на зависимостта от времето, зависещо от постоянен размер	OGP	
	Изчисляване на вероятността за експозиция. Зависима от времето вероятност за експозиция. Режим на експлоатация като за голямо растение или за открито море	MISOF for process areas in the растение	
	Изрично разглеждане на специални източници (газови турбини, дизелови двигатели, помпи)	MISOF (изисква се изчисляване на вероятността)	
	Работещи с изгаряне на гориво	В частност за всяко устройство, RIVM за по-лесен анализ	
Извън завода	Вероятност на запалване = 1		

3.6 Анализ на експлозия

3.6.1 Общо

Следва да се вземат предвид всички събития, които могат да доведат до бързо натрупване на натиск. Както газът, така и течността (пулверизираните капчици) и прахът могат да допринесат за взривовете. Обикновено експлозията ще бъде дефлаграция, но с висока плътност на оборудването и дълги пътища на пламък, може да премине към детонация, която осигурява свръхналягане в диапазона 15—20 barg в целия облак. За детонации в среда, която не е с атмосферно налягане (например вътре в тръбите), детонацията ще доведе до нарастване на налягането приблизително 15—20 пъти по-високо от първоначалното свръхналягане.

Размерът на запалимия облак обикновено е значително по-малък от разстоянието до границата на инсталацията и поради това е основно разпространението на свръхналягане, което е извън запалимия облак, който определя контурите на риска за обществото. Свръхналягането извън облака се определя от налягането в облачността вътре в облака и от размера и формата на облачността. При все това свръхналягането намалява извън облака по такъв начин, че когато свръхналягането вътре в облака надвиши 0.5—1 barg (50—100 kPa), допълнителното увеличаване на свръхналягането има умерено въздействие върху свръхналягането извън облака (с изключение на доста близо до облачността). Това

означава, че за оценката на силни експлозии е важно да се контролира големината на изчисленията в облак по време на запалването, тъй като това определя колко бързо налягането на свръхналягане се намалява извън облаците.

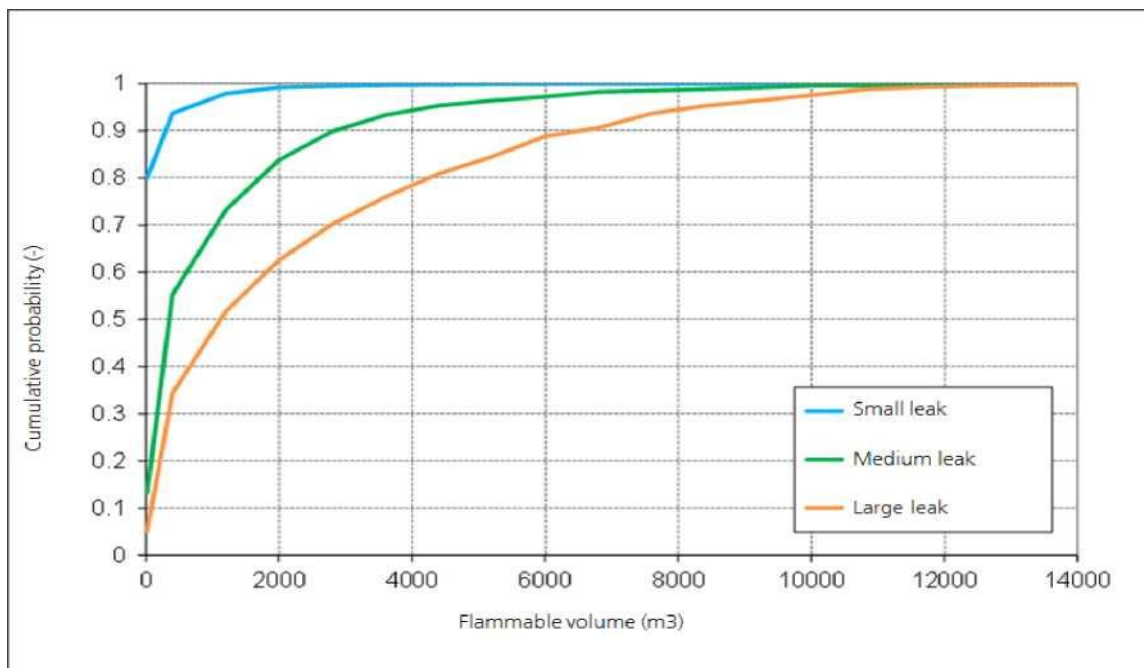
В случаите, когато разкъсването на оборудването поради експлозия може да доведе до значително ескалиране на инцидента, като изпускането на токсични вещества или големи количества въглеродороди, анализът на експлозията в централата трябва да бъде достатъчен, за да се оцени степента, до която оборудването може да се разруши. Необходимата степен и методология за този анализ зависят от отношението на очакваните натоварвания на експлозията към проектната якост на тръби и друго подходящо оборудване.

3.6.2 Влияние върху размера на облачността при експлозия

За да се даде възможно най-доброто количествено измерване на риска, е необходимо да се използва добър набор от течове. NORSOK Z- 013, приложение E, препоръчва да се използват поне 9 бр., които да се използват за анализ на производствените съоръжения в петролната промишленост. За всяка степен на изтичане трябва да се изчисли вероятностното разпределение на размерите на запалените облаци, което включва всичко от малки облаци, което ще има незначителни последици за най-големите облаци, които могат да се появят. Целта е да се изчислят честотите за различните видове енергия от експлозии. На фигура 4.1 е показан пример за това как може да се представи това.

В степента, в която много силни експлозии (детонations) могат да възникнат в рамките на даден завод, не само газовият облак в завода е в интерес, но също така големината и местоположението на запалимия облак отвъд най-запушената зона, тъй като детонация в тази част на облака също ще допринесе за енергията от вълната под налягане. Детонирането рядко се извършва и до голяма степен ще бъде от значение за най-тежките събития при по-големи инсталации.

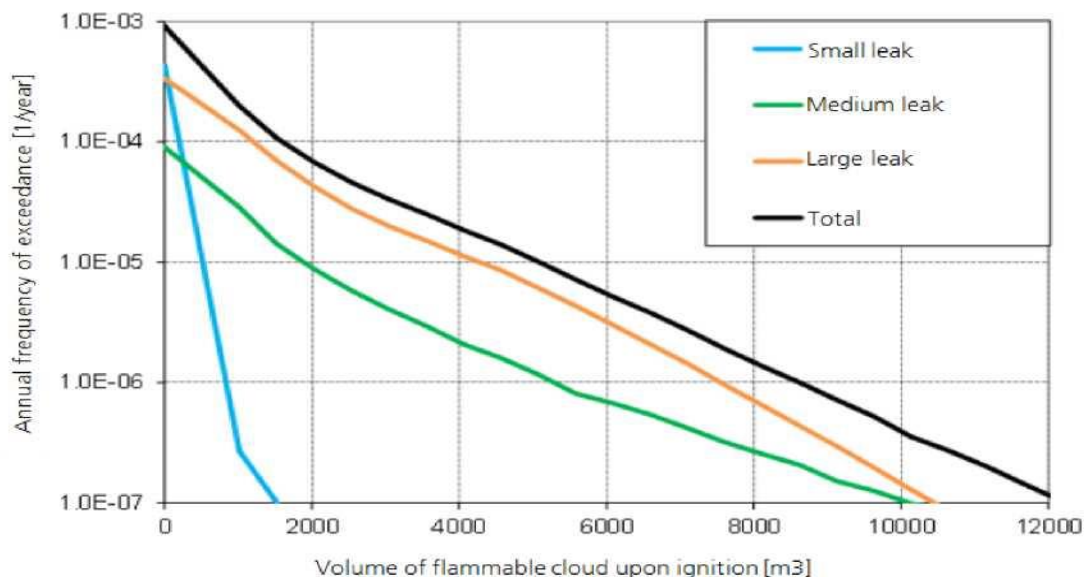
За мероприятия във вътрешността на сграда или технологично оборудване, размерът на облаците ще бъде ограничен от размера на сградата или оборудването. За такива сценарии ще се изисква значително по-малко освобождаване, за да се достигне до облаци/облаци прах от газови облаци, които могат да причинят значителни локализирани щети. Въпреки това енергията от вълни под налягане на полето ще бъде ограничена.



Фигура 3.5 — Пример за разпределение на агрегираното вероятностно разпределение на запалим облак с размер на изтичането.

В тази цифра има 78 % вероятност, че голямо изтичане ще доведе до размер на облачността от 4,000 m³ или по-малко (и 90 % вероятност с размер на облачността от 6,500 m³ или по-малко).

Като се комбинира информация за запалими размери на облаците и източници на запалване (вж. раздел 3.5), може да се установи връзка между броя на изчисленията в облак с искрово запалване и честотата на възникване, вж. фигура 3.6.



Фигура 3.6 — Диаграма на честотата на превишаване на стойностите на превишение в облак с принудително запалване, с размер на изтичането. В тази фигура общата честота на запалване на облачност, по-голяма или равна на 5,000 m³, е 1 E-5 годишно. Общата честота на пускане на запалванка е 1E-3 годишно.

Изборът на модел на експлозия трябва да бъде направен във връзка с избора на модел за вероятността за запалване, вж. глава 3.5. По-усъвършенствените модели на запалване (MISO) изискват преходен експлозивен модел, при който степента на изтичане и размерите на облачността са различни в зависимост от времето. Опростените модели на вероятност за запалване (RIVM и OGP) се отнасят до даден размер на облачността или степента на изтичане, който трябва да бъде определен.

3.6.3 Изчисляване на свръхналягането при експлозия в облак за запалими газове

При определяне на нивото на риска извън запалимия облак, свръхналягането в облака (при източника на надналягане при източника) може да се оцени чрез по-опростени модели, например според описанието на източника в ref. /20/. Това дава свръхналягане, независимо от размера и формата на облака, и се използва при т.нар. многоенергиен метод за разпространение на свръхналягане извън облака.

Алтернативно, свръхналягането при източника в рамките на запалимия облак може да се определи по-точно, като се вземат предвид възможните размери на облачността и свързаните с тях честоти. Препоръчителният стандарт за установяване на свръхчестота на разпространение на налягането в даден запалим облак е NORSOK Z-013 (ref./ 18/), това изисква използването на симулации на ДЗР както за газодиспергиране, така и за свръхналягане на газ. Тази методика осигурява приблизителна оценка на връзката между размера на облачността и свръхналягането при експлозии. Когато се използва ДЗР за въвеждане на многоенергичен метод, се препоръчва да се използва свръхналягане, което е представително за всеки сценарий на симулиран ДЗР, съответстващ на 50 % от най-високото ниво на свръхналягане, измерено в контролен обем за този сценарий.

Когато се използва ДЗР за изчисляване на свръхналягането в експлозията е много важно да има добро 3D описание на геометрията, ако степента за модела на геометрията на модела е твърде ниска, това няма да осигури твърде много ниско свръхналягане при експлозия. Освен това е важно да се направи оценка на различни варианти на сценарии (местоположение в облак и точки на запалване), за да се разшири адекватно пространството за изпълнение.

3.6.4 Изчисляване на свръхналягането при експлозия в полето

Когато са известни честотите на различните размери на запалените облаци и свързания свръхнатиск, свързаните с тях натоварвания от експлозия могат да бъдат установени в далечната зона, като се изчисли разпространението на свръхналягане извън облациите. Това може да бъде симулирано от ДЗР или да бъде изчислено с по-прости модели, като многоенергийния метод (вж. например ref. /25/, ref./20/ и реф. № 19/).

Многоенергийният метод изисква облакът да е полусферична. Ако условията показват, че облакът ще има значително по-различна форма (като например продълговати пури или „облаци от плосък екран“), действителното поле за натиск над полето може да се различава значително от тези, изчислени по многоенергийния метод. В такива ситуации се препоръчва да се използват симулации на ДЗР за далечен натиск на полето.

Ключов параметър в многоенергийния метод е коефициентът на ефективност („коефициент на ефективност“ в ref. /20/). Това показва количеството на енергията на изгаряне в облака, което на практика допринася за генерирането на идеална вълна под налягане и ефективно намалява размера на облачността. Следователно този фактор има значително въздействие върху това колко бързо налягането на свръхналягане се намалява извън запалимия облак. Насоки за избора на коефициент на ефективност могат да бъдат намерени в ref./20/based относно fre./ 21/. Коефициентът на ефективност по принцип ще се увеличи със свръхналягане и за детонации е коефициент 1.

Тъй като свръхналягането в далечната зона става по-малко зависимо от източника на свръхналягане в запалимия облак, ако той е над приблизително 1 barg, крайното свръхналягане в тези ситуации се определя само от размера и коефициента на полезно действие на облачността. Това означава, че може

да се направят консервативни оценки на експлозивните натоварвания в далечната зона без симулации на експлозивност, ако се приеме, че при източника на свръхналягане в облачността е $> 1 \text{ barg}$ и се използва висок коефициент на полезно действие.

Въпреки това в близост до облака има зона, разположена в близост до облаци, където свръхналягането все още може да остане високо или да се увеличи при свръхналягане при източника над 1 barg . Следователно, ако контурите на риска за обществото попадат в тази област, важно е свръхналягането да се изчислява с достатъчна точност.

Вж. глава 4 за експлозивни товари.

3.7 Анализ на пожара

По отношение на симулацията на пожарите изборът на сценарии ще окаже голямо въздействие върху размера на контурите на риска. Когато сценариите са дефинирани, енергията от изгарянето също ще бъде установена и резултатите от анализа на огъня са по-малко зависими от избора на симулационния инструмент, отколкото от дисперсионните модели, вж. глава 3.4.2. В резултат на това тази глава предоставя само описание на високо равнище на пожарите.

Пожарите могат да бъдат сортирани в три различни вида и всички видове трябва да се вземат предвид при анализа на риска, когато е уместно:

- Flash Fires. Ако запалим газ, възпламеними течни капки или запалим прах се смесват с въздуха и след това се запалват, големи количества запалим материал могат да бъдат изгорени за кратък период от време. Горенето при пламна пожар ще се извършва главно когато веществото присъства в запалимата концентрация, но в резултат на увеличаване на температурата по време на горенето, въздухът на пламъка се увеличава и може да тласка неизгорял запалим облак до приблизително двойно по-голям размер. Поради това последствията от светкавичния пожар могат да бъдат изпитани далеч извън първоначално запалимия облак. Ако запалимият облак е в район с висока плътност на оборудването, това ще ускори изгарянето и по този начин ще доведе до натрупване на налягане. След това светкавичният пожар може да се счита за експлозия (дефлаграция). Пламъците са кратки и следователно имат по-малка способност да прехвърлят големи количества топлинна енергия към структурите, но могат да причинят нараняване на персонала. Моделите за непредубеденост на внезапните пожари изискват най-добрите прогнозни модели на запалимия облак.
- Дифузни пожари. Ако течност за изтичане може да се изпари в една bund, където течността може да се изпари (чрез кипене или чрез изпаряване на парите), изпареният газ може да достигне до запалими концентрации, които могат да се запалят. В такива случаи пожарът ще се контролира от наличието на запалим газ и от зоната вътре в нея. Геометрични фактори, отнасящи се до bund, с изключение на зоната (която определя височината и обхвата на пламъка), обикновено са незначителни, но е необходимо да се прецени дали в завода има фактори, които могат да действат като екраниране на топлинния товар към заобикалящата околна среда. Неорганизираните пожари ще продължат да изгарят, докато има снабдяване със запалим газ и следователно може да продължи дълго време и да излъчва големи количества топлина в околната среда. Обикновено пожарите в тях ще доведат до много дим, който ще доведе до понижаване на пламъка и по този начин до значително намаляване на радиацията до околната среда. Силните ветрове обаче ще намалят количеството дим от вятъра и следователно радиацията в тази посока ще бъде по-висока.
- Реактивни пожари. Един газ под високо налягане или изпускане на течност ще генерира скорост на струя или струя с висока скорост и висока скорост на разреждане. Тази струя ще доведе до висока степен на смесване на газове или течни капки с въздух и следователно може да гори с много висока интензивност и да излъчва големи количества топлина в околната среда. Пожарите могат да продължат да изгарят, докато снабдяването със запалими материали продължи и следователно може да продължи дълго време. Обикновено няма много разлика в топлинните товари, генерирани от газови реактивни пожари и разпръскващи се пожари.

Обичайните топлинни товари за различните видове пожари са дадени в NORSOK (ref./ 22/) и FABIG (ref./ 23/). Въглеводородите имат по-висока горивна енергия от повечето други запалими вещества и поради

това обикновено представляват по-висок риск от пожар. За противопожарните свойства на вещества, различни от въглеводороди, се прави позоваване на реф. номер/ 24/.

В допълнение към топлинния товар трябва да се има предвид и дима от огъня, тъй като това може да се отрази на размера на рисковите контури. Това е особено важно, когато горенето генерира токсични газове. Например хлорираните въглеводородни пожари ще произвеждат солна киселина. Друг пример е пожарът, който води до образуване на азотни газове.

Следва да се отбележи, че изчисленията на пожара в по-малка степен в сравнение с изчисленията на експлозиите и изчисляването на дисперсията зависят от избора на инструменти за симулация (вж. глава 3.4.2), но ако характеристиките и последиците от пожар са значително засегнати от пречки, следва да се вземе предвид ДЗР (вж. насоките в глава 3.4.2). Това се отнася по-специално за оценката на ескалиращите бариери и излагането на риск на обществеността, непосредствено извън съоръжението.

3.8 Други събития BLEVE и други събития

3.8.1

BLEVE

BLEVE (Тънна течност, разширяваща се Vapor или експлозия) обикновено се получава, когато съд под налягане с флуид значително над температурата на кипене се разрушава. Това може да доведе до различни сценарии и да генерира значителни топлинни товари, летящи предмети и евентуално вълни от свръхналягане. Въпреки това, тъй като терминът „BLEVE“ често се използва за описване на широк спектър от инциденти, е важно да се прецени какво точно може да се случи, когато резервоарът се разрушава.

Разрушаването може да се случи, ако резервоарът е отслабен поради излагане на топлина (например външен огън) или поради неизправност на резервоара по други причини (без външен източник на топлина), като например сблъсък с влак и сблъсък. В много случаи „BLEVE“ е характеризирана като физическа, ако експлозията е с чисто механичен характер (разширяване на газа поради фазовия преход в резултат на спад на налягането) или като химикал, ако химична реакция (пожар или експлозия) допринася още повече за сериозността на последиците. Поради това различните съставки на сценария на разрушаване на резервоара трябва да се разглеждат поотделно, за да се получи пълна картина на последиците, вж. например ref.ref./ 25/ Глава 6.5.7 ref./26/ и/ 27.Формулите в ref./25/ се прилагат за ВНГ, за течности с други молекулни тегла, съответните формули им под номера/28/.

Вълните на налягане могат да бъдат създавани по няколко различни причини, които трябва да се разглеждат поотделно:

- В резервоар с газ под налягане разширяването на газа при разрушаване ще генерира вълни под налягане в околната среда. Тази вълна на първично налягане обикновено не се счита за част от явлението „BLEVE“, но може да генерира най-голям натиск, ако налягането при съхранение е високо, фазовият газ в съотношението на обема на течността е значителен, а разстоянието до населението е малко или има значителна степен на заграждение около резервоара.
- Ако температурата на кипене на течността е над точката на кипене при атмосферното налягане, но не и прегрята (т.е. температурата на течността в момента на разрушаване е по-висока от температурата на кипене на течността, но по-ниска от тази на прегрята температура, където T Суперзагрят $\sim 0.89 T$) течността се вари, когато резервоарът се разруши, но не достатъчно бързо, за да генерира силни вълни под налягане (т.нар. „cold“ BLEVE).Ако обаче течността е запалима снаряд, може да се образува гризу, но тя не може да изгори толкова високо, колкото при „горещ“ горещ въздух (BLEVE) и няма да предизвика вълни под налягане.
- Ако течността се прегрява в момента на разрушаване, т.е. T течност при спукване $> T$ Суперотоплени, спонтанна хомогенна точка на кипене, дължаща се на моментното разширение, ще създаде силен отдушник („hot“).
Освен пожарникар, ако течността е запалима и се запалва. Тази вълна на вторично налягане може често да се появи едновременно със или в скоро време след първата вълна на натиска от газовия цокъл. Този сценарий се свързва най-често с BLEVE и има стандартни формули за височина, диаметър и продължителност на огнеупорната топка, като например в ref. /25/.Ако налягането, генерирано в BLEVE, се изчислява, трябва да се вземат предвид налягането, температурата и обемът на течността в резервоара и размерът на евентуалната капачка на газа.

Трябва да се отбележи, че е температурата на течността да се разрушава, която определя дали ще се получи студен или горещ лигроин. Например, разрушаването на резервоар с пропан при температура на околната среда ще даде възможност за охлаждане на охлаждаща вода, но ако пожар около резервоара затопля пропана до повече от около 50 °C, той ще се нагрее и ще се появи гореща вода.

В допълнение към свръхналягането и топлинното излъчване от БЛВ, големи и малки отломки от корпуса на резервоара ще бъдат изключени като летящи предмети и биха могли да представляват значителен обществен рисков фактор, за данни вж. напр. № /27/.

Обикновено в BLEVE се допуска внезапно разрушаване на целия съд под налягане, но се наблюдава също така, че пукнатини или по-големи течове на съдове под налягане водят до пълно разрушаване с последици, сходни с тези на BLIVE (BLCBE — Boiling Liquidated bubble Explosion), въпреки че течността не се нагрева (ref./ 29/).Следва да се отбележи, че това не изисква външен огън, който отслабва черупката на резервоара.

За резервоари с течни смеси, които не разполагат с добре определена точка на кипене, трябва да се направи оценка на количеството течност, с което се атомизират капчици и да не се подават в случай на

разрушаване на резервоара. Това може да се изчисли, като се изчисли количеството на течността в течността. Умножението по това на налягането в резервоара дава коефициент на разширение „E. Analysis of the RELEASE“ — анализ на експериментите с различни течности, ref./30/, показва, че делът на течността, която се пулверизира в капчици, е приблизително пропорционален на E, като всички течности могат да се приемат като превърнати в течни капки в $E \sim 100$. Потенциалната вълна на налягането може да се

изчисли за спукване на резервоар въз основа на общия обем на газа = първоначалния обем на газа + обема на освободения газ, всички при налягане в резервоара.

3.8.2 Преобръщане и температура на кипене

В резервоари с нискотемпературни течности като ВПГ и амоняк може да се получи разделяне на слоя поради изпаряване или повторно напълване с течност с различна плътност. Ако се нагроява долният слой, се намалява плътността до смесването на слоевете. След това скоростта на изпаряване се увеличава много над нормалното и ако това не е подходящо взето предвид при оразмеряване на клапаните за безопасност на резервоара, резервоарът може да бъде под налягане.

Трудно е да се определи рискът от преобръщане, който обаче трябва да бъде проверен с оперативен контрол на факторите, които водят до стратификация в резервоарите; първичен състав, температура и плътност на натоварената течност, както и стареене (промяна на плътността чрез изпаряване). Съществуват няколко модела за мониторинг на състоянието на течността и за прогнозиране на преобръщане със съответна скорост на изпарение, вж. например ref./ 31/.

Трудно е да се определи честотата на револвиране, но в литературата се говори за известни събития от 20—30 г. в различна степен. Всички събития се отнасят за дългосрочно освобождаване на налягането и съответно разпръскване на облак от запалими газове. Освен това проблемът се дължи главно на атмосферното налягане или на контейнерите, намиращи се в близост до атмосферното налягане.

Voil-over е явление, което може да възникне в случай на пожар в резервоари с нефтени продукти, където има воден слой в долната част на резервоара. Ако пожарът затопли резервоара за продължителен период от време, водата в края на краищата ще започне да ври и да се разшири, а след това и на пулверизатора на маслото на капчици. Резултатът е огромно увеличение на интензивността на пожара, често под формата на пожарникар, с увеличаване на свързаните с тях опасности. Най-добрият контрол върху риска от изпаряване на изпаренията е свеждането до минимум или премахването във всеки един момент на водата в дъното на резервоарите за съхранение. Пълен преглед на явлението и на свързаните с него изчислителни модели за време с цел увеличаване на изпарението и остатъчния обем течност е представено при ref./ 32/. Подобни емисии могат да възникнат и в резервоарите за сепаратор под налягане (вода, нефт, газ), ако съдържанието се нагроява над точката на кипене на водата в атмосферата преди разрушаването на резервоара.

Вероятността от преобръщане и използване на изпарилата се обикновено се намалява чрез създаване на специални оперативни процедури. Поради това събитията трябва да бъдат разгледани в прегледа на HAZID.

3.8.3 Ескалация на събитията

Обикновено незначителни събития, като например малки пожари или експлозии, не оказват пряко въздействие върху контурите на риска в обществото. При все това е важно да се прецени дали малка проява може да ескалира до по-голяма, което може да засегне околната среда. Обикновено това може да е ограничен огън или експлозия, което причинява разкъсване на оборудване и отделяне на токсични вещества или повече запалими материали. Важни фактори, които трябва да се вземат под внимание, са степента, в която съществуват достатъчно препятствия, било чрез системи за защита, или чрез конструктивна сила, които могат да предотвратят такава ескалация.

3.9 Установяване на рискови профили

Следва да се изготви анализ на риска, така че контурите на риска да представляват добра оценка на „всички“ неща, които могат да се случат, заедно с тяхната вероятност (честота). Това означава, че независимо от това какво точно се случва в дадено съоръжение, анализът на риска следва да се разглежда като подобен сценарий.

В действителност има безкрайни различни сценарии (крайни събития), които могат да се случат в предприятие, а на практика един трябва да използва дискретно резултата от най-важните събития (вж. глава 3.2), за да оцени достатъчен брой варианти на тези водещи събития. Това трябва да се направи, като се избере ограничен брой точки за течове, курсове за течове, указания за изтичане, посока на вятъра и скорости на вятъра. Освен това трябва да се избере ограничен брой моменти на запалване и запалване, тъй като всички варианти ще имат различни последици. Това може да доведе до анализ на

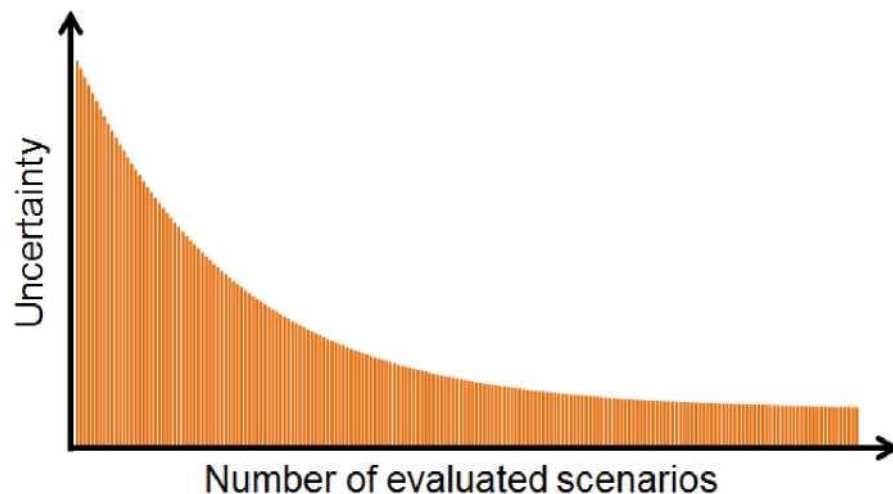
много различни сценарии. Като пример може да се посочи, че 100 точки за изтичане, 10 курса за течове, 6 посоки на изтичане, 12 посоки на вятъра, 10 скорости на вятъра, 10 времена на запалване и 5 точки на запалване, единият ще завърши с 36 милиона сценария и ще бъде необходимо да се направи разграничение между симулирани и оценени сценарии.

Чрез използването на съображения за симетрия и опростени физически модификации на сценарии, които вече са симулирани, може значително да се намали броят на сценариите, които трябва да се симулират в действителност. Поради това е възможно да се направи оценка на голям брой сценарии и да се намали значително броят на симулираните сценарии.

Ако се правят изчисления за симетричност, за да се намали броят на симулираните сценарии, е важно едновременно да се оцени точността на физиката на сценариите в съответствие с принципите, разгледани в глава 3.4.2. Поради това е възможно да се симулират някои от сценариите с емпирични инструменти и други с инструменти на ДЗР, в зависимост от това колко от физиката на сценариите е необходима за улавяне (като по този начин може да се изчисли представителният рисков профил).

Въпреки че разпределението на пропускателната честота може да се счита за представително за инсталацията (вж. точка 3.3.2) и при симулираните сценарии се използват правилните инструменти за симулиране във връзка с насоките в глава 3.4.2, все пак е от решаващо значение да се счита, че достатъчен брой събития са такива, че възможните резултати се моделират с достатъчна точност. Това е необходимо с цел контурите на риска да бъдат представителни за дадено съоръжение и неговите околности. Поради това при анализа на риска трябва да се обсъди дали броят на оценените сценарии е достатъчен и доколко това оказва влияние върху изчислените контурите на риска.

Контурът на риска (например 10^{-7} контур) ще има висока степен на несигурност, ако се основава на ограничен брой оценени сценарии. Не е известно дали това очертание на риска е консервативно или неконсервативно, освен ако се знае дали симулираните сценарии са повече или по-малко строги от тези около „действителния“ контур на риска. Разликата между изчисленото очертание на риска и „действителния“ контур на риска намалява с увеличаване на броя на оценяваните сценарии, вж. фигура 3.7. Следва да се отбележи, че дори ако се симулират няколко сценария по такъв начин, че на практика да се симулират широк спектър от събития, несигурността, свързана с честотата, не изчезва (вероятността от поява на сценарии, различни от оценяваните).



Фигура 3.7 — неопределеност като функция на броя на оценените сценарии — илюстрация

Броят на сценариите, които трябва да бъдат разгледани, за да се установят достатъчно точни очертания на риска, ще бъде различен за различните растения в зависимост от размера и сложността. По подобен начин броят на изчисленията за различните оценки на въздействието (пожари, дисперсия и експлозия) също се различават.

Например в случай на течен пожар в една bund няма да е необходимо да се променя броят на местата за освобождаване или да се използва голям брой нива на освобождаване; и с използването на емпиричен инструмент може да е достатъчно използването на няколко различни скорости на вятъра, които да се използват за симулиране на възможните крайни резултати. Въпреки това, с използването на ДЗР може да има нужда от повече симулации (например оценка на различни посоки на вятъра).

За оценките на взривоопасните газове при газов взрив обикновено е необходимо да се извършат по-голям брой изчисления; с различни скорости на освобождаване, посоки на освобождаване, скорости и посоки на вятъра и места и време на запалване. Тъй като е нереалистично да се разгледат подробно твърде много сценарии, може да е необходимо да се сведат до минимум усилията при сценариите и вариантите със сценарии, които имат слабо въздействие върху риска. Някои примери за опростявания:

- За нива на течове, които не образуват запалими размери на облаци, които могат да генерират значителен натиск за експлозия, не е необходимо да се оценява разнообразие от посоки на вятъра и скорости на вятъра. Всички тези сценарии могат да бъдат представени чрез изчисление на „спокойния вятър“
- Може да е необходимо да се опрости анализът чрез прекъсване на връзката между разпространението на дисперсията и експлозията, така че проучването на разпространението с последваща оценка на запалването с преходни режими за запалване да осигурява честотата на запалените облаци (еквивалентна стехиометрична методология за изчисленията в облак), а проучването на експлозията да осигурява експлозии в зависимост от количеството запалени облаци.
- Оставете някои посоки на вятър да представляват сценарии за посоки на вятъра, които може да се очаква да осигурят подобни полета за потока в зоната.

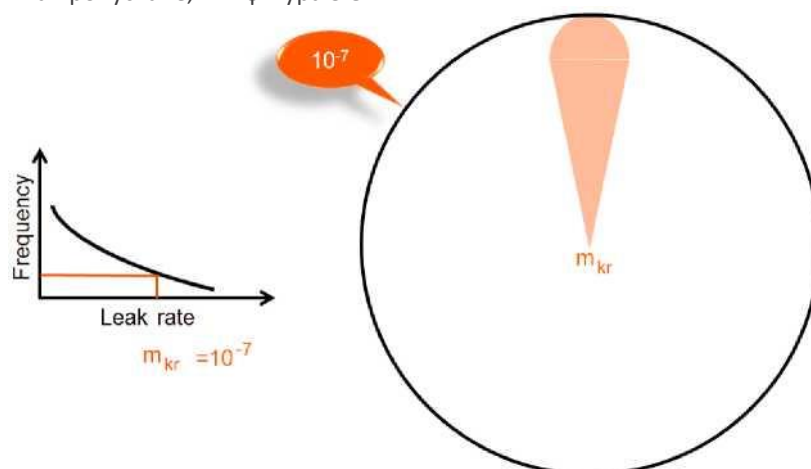
По този начин анализът с голям брой сценарии може да бъде съкратен до управляема сума чрез съсредоточаване на усилията върху нивата на течове, които имат най-голямо въздействие върху контурите на риска.

Анализът на риска трябва да анализира достатъчен брой възможни сценарии, за да бъдат резултатите адекватни. Това означава, че анализът на риска трябва да обхваща достатъчна част от съответната извадкова площ от резултатите за контурите на риска да бъдат представителни за анализираното предприятие. По-долу са посочени важни фактори, които засягат контурите на риска. Описани са също така методи за обработка на контурите на риска.

3.9.1 Последници от броя посоки

Броят на разгледаните посоки, както за посоката на изтичане, така и за посоката на вятъра за дадено местоположение на освобождаване, ще има значително въздействие върху формата и местоположението на рисковите контури. Това може да бъде илюстрирано чрез следния опростен пример за промяна на посоката на изтичане (приема се, че ветровете условия са спокойни):

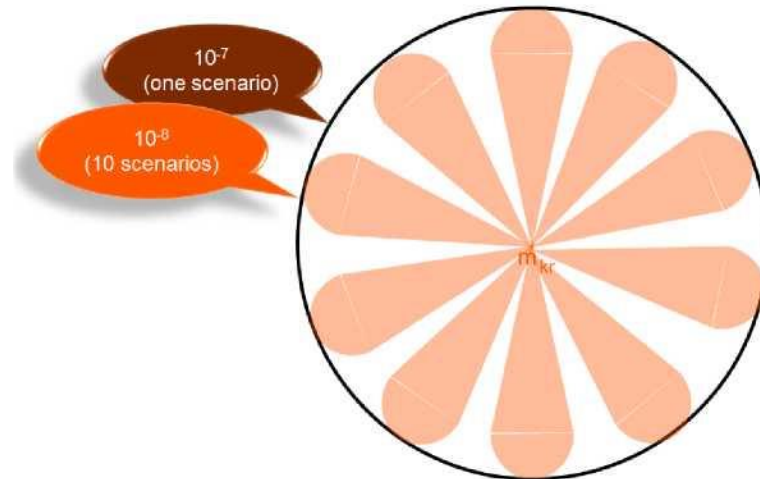
От графиката на превишаване на скоростта на изтичане, може да се определи скоростта на изтичане за дадена честота (например 10^{-7} годишно или по-малко). Ако се симулира този критичен размер на теч (m_{kr}), трябва да се получи дължина и широчина на запалим (или токсичен) район на концентрация за този процент на пропускане, вж. фигура 3.8.



Фигура 3.8 — Концентрация (контур на риска), генериран чрез завъртане на един единствен сценарий с критична скорост на пропускане (m_{kr}). Стойността показва, че всички точки в кръга имат една и съща честота на експозиция ($>10^{-7}$ годишно)

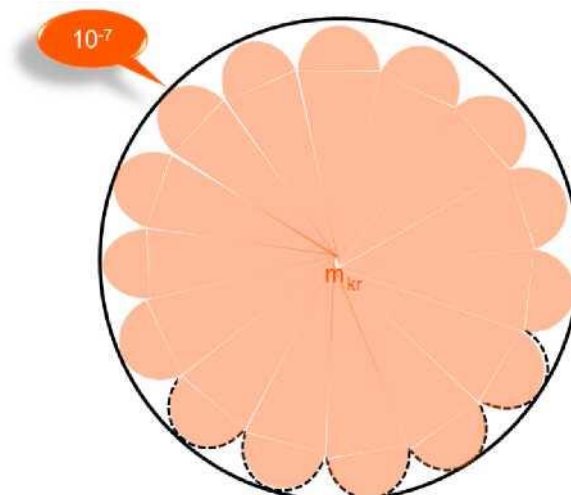
В действителност наличието на пропуски може да възникне във всяка посока и следователно честотата се разпределя между двете посоки. Ако примерният сценарий, например, е разделен на 10 по посока и

се приема, че честотата е равномерно разпределена между тези посоки, всяка от тях ще представлява $1/10$ от първоначалната честота, т.е. 10^{-8} годишно. Ако един от тях генерира очертание на риска, като начертае кръг около върховете на тези региони, резултатът ще бъде още един. Регионите имат еднаква дължина и широчина както преди, но имат честота, която е $1/10$ от единния сценарий (вж. фигура 3.8). Контурът на риска има същите размери като на фигура 3.8, но че контурът от фигура 3.8 представлява оценка от 10^{-7} годишно, еквивалентният контур на фигура 3.9 представлява честота от 10^{-8} годишно.



Фигура 3.9 — Граници на риска от разпределяне на един единствен критичен сценарий в 10 посоки. Стойността показва, че всички точки в кръга имат същата честота на излагане ($> 10^{-8}$ годишно)

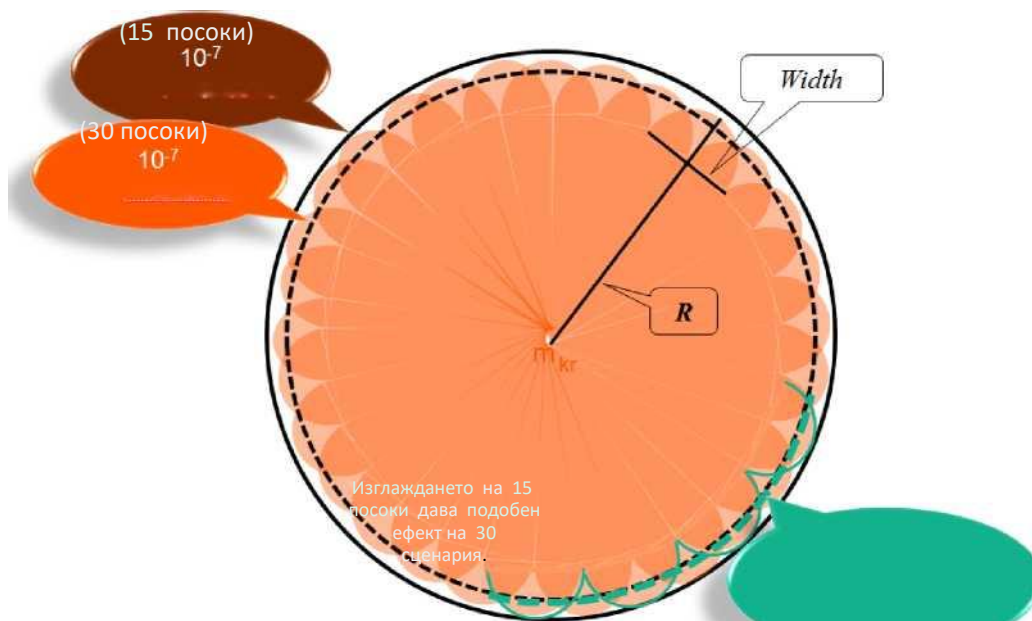
Ако при все по-голям брой направления продължава разделянето на един критичен сценарий, ще се получи дори още по-малка честота за всеки сценарий, но в крайна сметка сценариите ще започнат да се припокриват. След това то започва да се наблюдава сближаване на контурите на риска. Това може да бъде илюстрирано с пример, при който 15 посоки просто се припокриват, а един предполага, че всеки сценарий е с честота 10^{-7} годишно. Това означава, че в рамките на контура на риска едно ще има експозиция от 10^{-7} във всяка точка, а контурът на риска представлява 10^{-7} на година.



Фигура 3.10 — Крива на риска с честота 10^{-7} , които се оценяват общо за 15 различни посоки на изтичане. Следва да се отбележи, че контурът често се определя като гурта по протежение на сценариите (прекъснатата линия), но в този пример, илюстриращ ефекта от разглеждането на няколко посоки, контурът се определя като окръжност, която засяга крайностите на сценариите.

Ако броят на оценените посоки (т.е. 30 посоки) се удвои, честотата за всеки от сценариите ще бъде намалена наполовина, но тези региони ще започнат да се припокриват, така че повечето от тях ще продължат да имат обща честота от 10^{-7} годишно. В самия край на полето може да се види, че в припокриващите се региони има малко по-кратък радиус в сравнение с регионите, които не се

припокриват, вж. фигура 3.11, но разликата в честотата е значително по-малка от тази, която се вижда по-рано (фигура 3.9), където не е имало припокриващи се сценарии. Вече може да се види, че критичният сценарий е разделен на достатъчно насоки, за да може кривата да започне да се сближава.



Фигура 3.11 — Крива на риска с честота 10^{-7} годишно, оценен на общо 30 различни посоки на изтичане

Фигура 3.11 показва, че са били симулирани достатъчно сценарии, при които моделът на направленията е пропорционален на $Width / 2nR$.

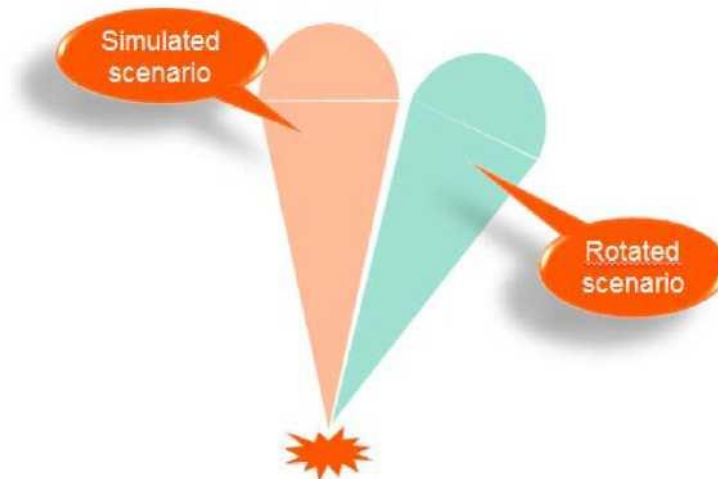
Контурът на риска, който се агрегира или изглажда, ще бъде по-представителен отколкото като се използват външните неравности (bumps) в определен контур.

При реален анализ на риска ще бъде възможно да се променят няколко фактора (посока на изтичане, посока на вятъра), така че да са гладки. В такива случаи в полето ще има гладкост, както и взаимодействие с доминиращи сгради или терени, което показва дали един от тях е в достатъчно добро състояние.

От горепосочените данни може да се заключи също така, че използването на няколко сценария би могло да доведе до по-голям риск, отколкото чрез използването на по-подробен анализ с множество сценарии.

3.9.2 Преобразувания на симулирани сценарии

Ако е симулиран необходимият брой сценарии, за да се получат физическите характеристики, които се считат за съществени за резултатите от най-високо събитие, може да се направи оценка на последиците от подобни сценарии, като се използва симетрия, ротация и определяне на мащаба. След това честотата трябва да бъде разпределена в рамките на общия брой оценени сценарии. Ротация може да се използва например, когато се очаква малка промяна във посоката на вятъра да даде същото разстояние на удара, но в малко различна посока. В такива случаи даден регион може да върти симулирания регион около точката на освобождаване, за да оцени почти идентичен сценарий, вж. фигура 3.12. Несигурността увеличава по-рядкото развитие на сценария, но някои видове сценарии могат да се редуват значително и все още да се считат за безпристрастни. Пример за сценарий, при който може да се върти една партида и все още се счита за непредубеден, е изпарителят, намиращ се на равна повърхност, без значителни препятствия. И обратно, сценарий с висока скорост на разпространение в област, в която както ветровете, така и реактивния импулс се влияят от обекти (на терен и т.н.), не може да се върти много преди физическите характеристики на освобождаването да станат много различни.



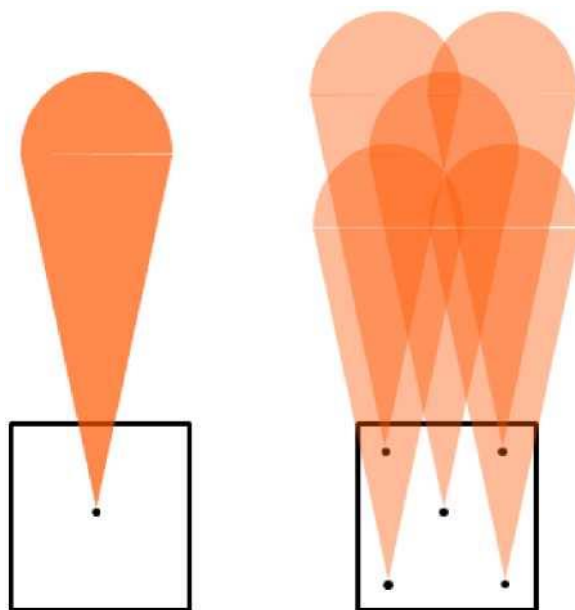
Фигура 3.12 — Определяне на симулиран сценарий за оценка на подобен сценарий

Определянето на мащаба е друг метод, който може да се използва за оценка на сценарии с малко по-различни степени на пропускане или скорости на вятъра, различни от симулираните. В скалата за определяне на типа „замразени услуги в облак“ може да се коригира концентрацията във всеки контролен обем, за да се оцени по какъв начин може да изглежда сценарий с малко по-различна степен на освобождаване. Например, ако концентрацията на газа във всички контролни обеми в полето за резултати е удвоена, това може да представлява симулиране на освобождаване, което е двойно по-голямо от масата на освобождаване на масата. Методологията е неточна и трябва да се използва предпазливо. Не се препоръчва използването на методиката за определяне на мащаба за ставки, които са повече от две или по-малко от половината от симулираната ставка.

Общата за всички видове преобразувания е тази, която не следва да се използва за оценка на сценарии, които са много различни от симулираните.

3.9.3 Брой течове

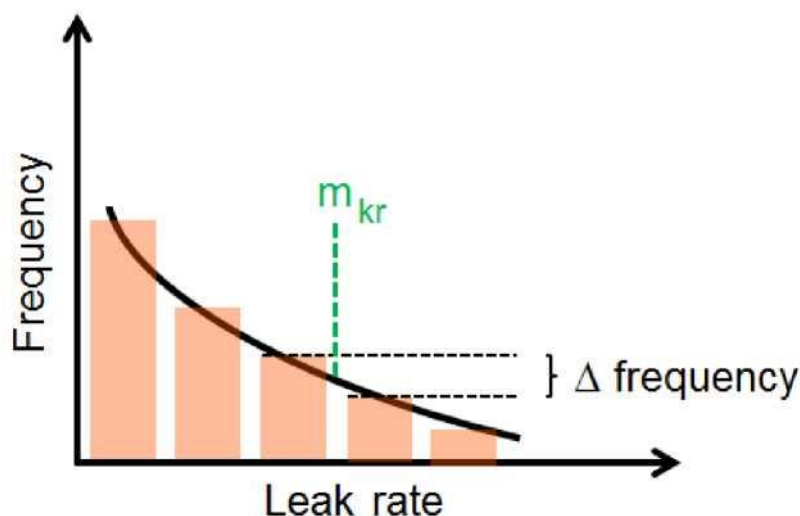
Пропуски могат по принцип да се появят на много места в преработвателно предприятие. При анализа на риска трябва да се избере ограничен брой сценарии, а оттам и ограничен брой точки за изтичане, за да се моделира „всичко“, което може да се случи в дадена област. Броят на течовете, които се избират, може да окаже въздействие върху контурите на риска. Въпреки това грешката, допусната при избора на твърде малък брой точки за пропускане, може да се оцени като по-голяма от порядъка на величина, равна на размера на областта на процеса, вж. фигура 3.13 (когато областта на процеса е маркирана с черен квадрат).



Фигура 3.13 — Ефектът от избора на точка на пропускане в сравнение с 5 точки на изтичане в дадена зона

3.9.4 Брой на симулираните течове

Ако подразделянето на симулираните ставки е твърде ниско, ставката, представляваща критичен модел за пропускане (напр. 10^{-7} честота), може да бъде или малко по-малка, или малко по-голяма от действителната критична скорост. По този начин контурите на риска ще имат съответната грешка в честотата на получените контури на риска. Тази грешка е ограничена от разликата в честотите на симулираните ставки над и под действителната критична ставка, вж. фигура 3.14.



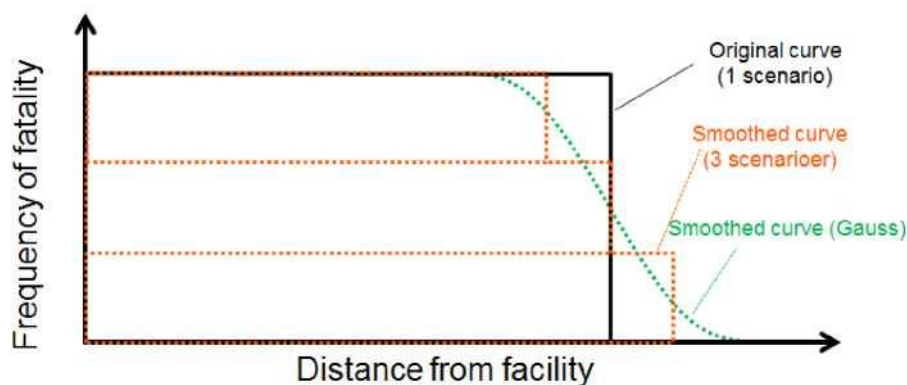
Фигура 3.14 — Очаквани грешки в честотите на пресяването са ограничени от разликата в честотите на симулираните ставки над и под критичната стойност (изисква преди оценяването на грешките да се знае критичен лихвен процент). Симулираните курсове са маркирани в оранжево

3.9.5 Изглаждане на контурите на риска

Ако изчисленият контур на риска е фрагментиран, без това да се обяснява със специфични условия, свързани с инсталацията, вероятно е, че контурите са базирани на твърде малко на брой симулирани сценарии. От фигура 3.11 може да се види, че трябва да се направи изглаждане на контурите, за да се отговори по-добре на очакванията и следователно се препоръчва изглаждане на контурите, които са назъбени, без това да е свързано с инсталацията.

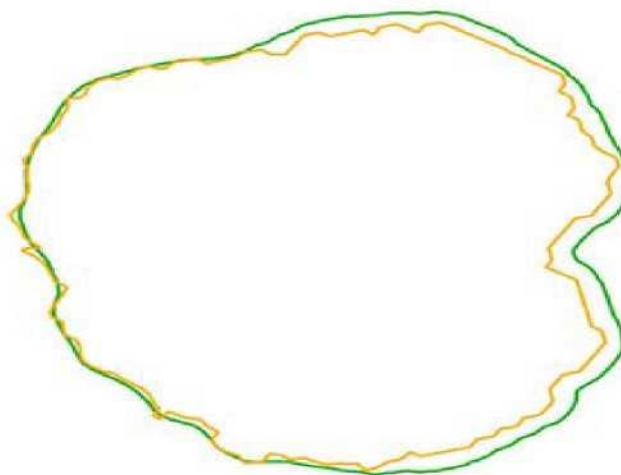
Изглаждането на назъбени контури има подобен ефект, както при няколко сценария с леко различаващи се входни параметри. Фигура 3.15 показва това чрез разпределяне на честотата на един

сценарий на повече от 3 различни сценария с малко по-различни пропуски. Това се сравнява с ефекта от изглаждането на единния сценарий при нормално разпределение на разпределението. Трябва да се отбележи, че формата на изгладената крива („зелена“ крива) се определя от избраното стандартно отклонение при нормалното разпределение на разпределението (Гаус). Формата на оранжевия контур се определя от размера на параметрите, които определят различните сценарии.

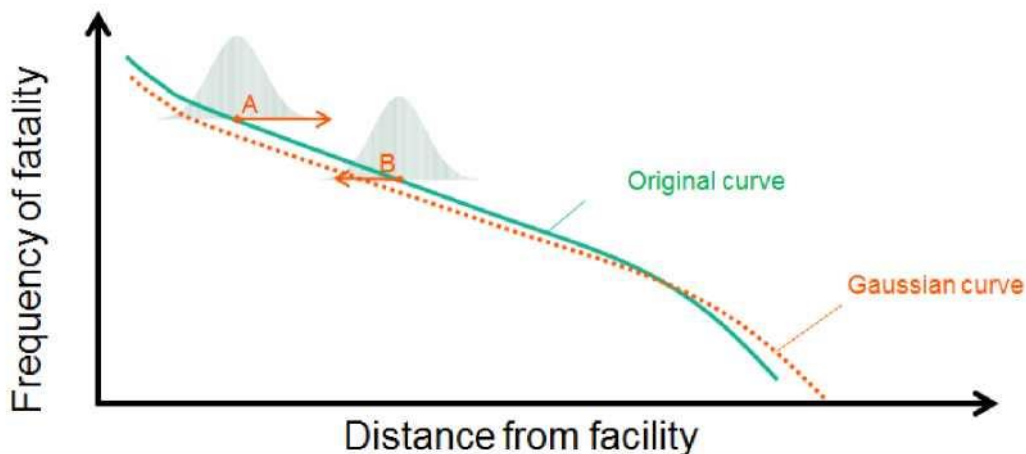


Фигура 3.15 — Илюстрация, от която е видно, че ако само един сценарий представлява само един сценарий, представляващ всяка честота на смъртни случаи (при който смъртността е определена въз основа на прагова стойност, вж. глава 4), честотният контур може да бъде изгладен или чрез използването на повече сценарии (в оранжево контурното очертание показва един и същи честота на въртене в рамките на 3 малко различни сценарии), или чрез използване на нормализирана функция за изглаждане (Гауджско изглаждане, вж. кривата на зелено)).

На фигура 3.16 е показан контур на риска, който се изглажда чрез използване на нормализирана функция за изглаждане на дистрибуция (Gauss дистрибуция със стандартно отклонение 1.0). Тази функция изглажда контура на честотата чрез коригиране на всяка точка от стойността на околните точки във всички посоки с претегляне според нормалното разпределение на базата на разстоянието до оценяваната точка. Стандартното отклонение се определя от коефициента на изглаждане за всяка точка в изглаждането като функция на изместване от точката, която се изглажда. Изгладеният контур („зелена“ крива) следва основните тенденции на първоначалния рисков контур, но изглажда малките нередности в контура. Следва да се отбележи, че, дори ако изглаждането на риска е съобразено в по-голяма степен с очакванията, в ситуации, в които малките нередности в контура не са свързани с анализирания обект, изглаждането ще доведе до разширяване на контура (на практика контурът ще се разширява леко навън от инсталацията във всички посоки), вж. фигура 3.17. Постигането на Гаус изглаждане със стандартно отклонение между 1.0 г. и 4.0 г. се счита за приемливо, за да се отстранят малките нередности в контурите.



Фигура 3.16 — Пример за изгладени на контурите на риска (оранжеви) чрез нормално разпределение (Гаус) със стандартно отклонение = 1.0 (крива на зелената крива)



Фигура 3.17 — Илюстрация, показваща, че задачата за изравняване ще измести кривите от по-високите честоти към по-ниски честоти. Използването на нормално разпределение води до повече сценарии за преминаване към по-ниски честоти (A), отколкото до по-високи честоти (B) — просто защото буква A се характеризира с по-голяма честота от точка B.

Също така следва да се отбележи, че в реални случаи вятърните генератори обикновено са динамични (постоянно променящи се). Това ще се отрази на това как се разпространяват спредовете и къде ще се появят запалими и токсични концентрации. Динамичните условия на вятъра обикновено не се използват при изчисляването на дисперсията, извършено при анализ на риска, въпреки че това отчасти се включва в калибрирането на симулационните инструменти, особено при калибрирането на емпиричните инструменти. Може да се каже също, че изглаждане на контурите на риска би могло да доведе до сходен ефект, както би се постигнало чрез използване на динамични условия на вятъра при симулациите.

3.9.6 Рафиниране на контурите на риска в критични области

Контурите на риска могат да бъдат по-подробни в някои области от особен интерес. Чрез прецизиране се цели контурите да съответстват в по-голяма степен на очакванията в дадена област, например област, в която се очакват конфликти на интереси.

Контурът на риска може да се усъвършенства в дадена област, без да се засягат други области, като се използват само допълнителни симулации, при които сценариите оказват въздействие върху зоната, която желае да рафинира (целева област).

За да се прецени дали в целевата област са проведени достатъчен брой допълнителни симулации, вижте принципите, разгледани в глава 3.9.

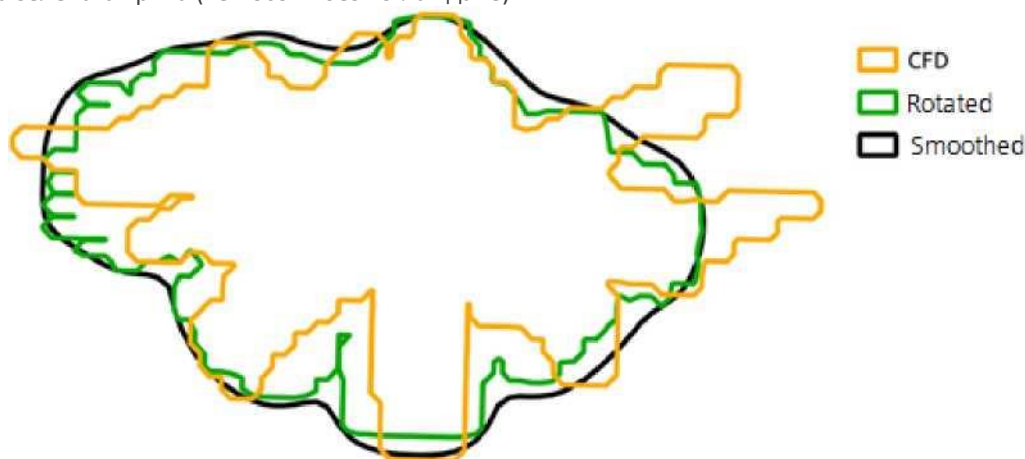
3.9.7 Резюме

С цел контурите на риска да съответстват на очакванията, анализът трябва да оцени достатъчен подбор от водещи събития. Следните три стъпки се препоръчват като надежден начин за постигане на рискови профили, които съответстват на очакванията:

- Първо, за да се отчетат основните характеристики за всички съответни сценарии, се провеждат достатъчно на брой симулации/изчисления. Това се постига чрез моделиране на поредица от отделни сценарии и използване на инструменти за моделиране, които точно отразяват съответната физика за сценариите, вж. глава 3.4.2.
- Ако контурите на риска ясно показват, че са били симулирани твърде малко сценарии (обикновено защото контурите са назъбени, със „буци“, свързани с симулации на отделни сценарии), сценариите могат да се използват като основа за оценка на допълнителни сценарии, при които допълнителните сценарии са достатъчно сходни с тези, които вече са симулирани. Тук обикновено се преобразуват (въртят или манипулират) симулационния продукт, за да се оценят допълнителните сценарии. Извършването на такива трансформации ще изгуби част от точността на физиката за симулираните сценарии (например, потокът около големи обекти няма да бъде

- правилно симулиран), но ефектът ще бъде равен на честотата на многобройните събития.
- Ако след трансформациите на риска контурите на риска все още имат малки нередности, полето за резултати може да доведе до допълнително изглаждане (например с Гаус изглаждане, както е показано на фигура 3.16). Това изравняване няма да отразява точно физиката, но ще доведе до изглаждане на контура на риска. По-леките нередности в контура на риска (които не са свързани с условията, свързани с инсталацията) ще направят профилите на риска по-близки до очакванията, вж. фигура 3.11.

Пример за горния процес е показан на фигура 3.18. Контурите на „оранжевия риск“ представляват дадена честота въз основа на сценариите по модела на симулациите на ДЗР само на запалим газ. От формата на оранжевия контур може да се види, че са взети предвид недостатъчен брой посоки на вятъра (12 „пръсти“ на контура, съответстващи на симулираната посока на вятъра от 12 г.). В зеления контур, всяка симулация на ДЗР се използва за оценка на 3 допълнителни сценария с посока към вятъра, близка до тази, използвана при симулацията, чрез завъртане на симулирания сценарий около мястото на освобождаване. Честотата на изтичане на симулирания сценарий е разделена поравно между 4-те сценария. По този начин контурът на зеления риск се основава на 48 посоки на вятъра, вместо на 12 (12 симулирани сценария и 36 сценария на трансформация). Екологичната крива е по-гладка и следователно отговаря в по-голяма степен на очакванията в сравнение с оранжевата крива. Черната крива се получава чрез изравняване на кривата на зелено (Gaussian изглаждане със стандартно отклонение 2.0). Трябва да се отбележи, че той не е екологосъобразният контур, който се заглажда пряко, но цялата 3D честота. Въпреки това, когато се изглажда цялостно поле с 3D честота, контурите на изовентите за дадена честота се движат по съответния начин. Изгладеният контур съответства в по-голяма степен на очакванията, отколкото на оранжевата крива (12 посоки на вятъра без изглаждане) и на зелената крива (48 посоки без изглаждане).



Фигура 3.18 — Пример за симулиран (CFD), оценен (ротационен) и изгладен риск контури

3.10 Описание на несигурностите

Всички оценки, които оказват значително въздействие върху контурите на риска, трябва да бъдат описани и обсъдени в анализа на риска. Като минимум трябва да бъдат описани и оценени следните фактори, във връзка с това дали те допринасят за контурите на риска (най-добрата приблизителна оценка):

- Оценка на честотата. Честотата на висшето събитие представлява анализираното съоръжение с всички съответни физически характеристики и бариери за намаляване на течовете, вж. глава 3.3. Трябва да се направи оценка дали избраният модел на честота е представителен за предприятието, което ще бъде анализирано, и как евентуалните отклонения се компенсират за
- Физическо моделиране. Физическите модели трябва адекватно да оценяват физиката, виж глава 1.2. Изборът на физически модели и изчислителни инструменти се обсъжда във връзка с това дали те адекватно са моделирали физиката на сценариите
- Моделиране на възможните резултати. В оценката се разглежда дали са оценени достатъчен брой сценарии и дали са симулирани параметрите на риска, които да се считат за най-добра прогнозна оценка, вж. глава 3.9. Ако не може да се счита, че не е налице достатъчен брой сценарии, така че

сближаването не може да бъде доказано, следва да се обсъди въздействието върху контурите на риска.

Следва да се използват анализи на чувствителността, за да се определят параметрите или допусканията, когато неопределеността оказва най-голямо въздействие върху контурите на риска, вж. глава 3 от доклада на ОУС „Sikkerhecten rundt anlegg“

Som handterer brannfarlige, reaksjonsfarlige, rykksatte og ekspljonsfarlige stoffer»(Ref. 1 M).

Изборът на чувствителности следва да се разглежда в светлината на необходимостта от точност в анализа. При вероятностни анализи се вземат предвид отклоненията в редица параметри и условия и поради това следва да се изберат чувствителностите и допусканията, които не са имали вече промени в анализа.

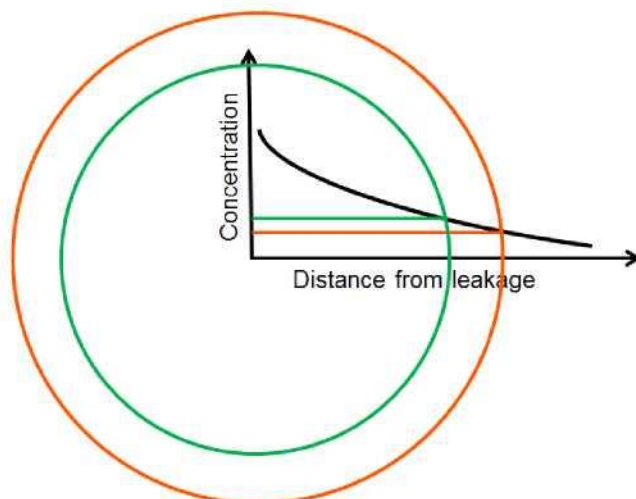
В допълнение към честотата, физическото моделиране и възможните резултати се обсъждат специални оценки, които се очаква да доведат до несигурност в контурите на риска. Пример за това е моделът на запалване, вж. глава 3.5. Ако това оказва значително въздействие върху контурите на риска, неопределеността, свързана с модела на запалване, също трябва да бъде обсъдена в анализа на риска. Не е необходимо обаче да се определят количествено неопределеностите, свързани с контурите на риска. Първоначално анализите на чувствителността и оценките на неопределеността следва да бъдат описани в качествено отношение. Въпреки това ще има полза от количественото определяне на анализите на чувствителността за алтернативни проекти на инсталации или от мерки за намаляване на риска в предприятието, като например системи за безопасност или физически бариери, ако те променят контурите на риска. Това би могло да предостави по-добра информация за определяне на зоните на разглеждане и може да се използва за прилагане на клаузи или разпореждания за изпълнение на мярката или плана.

4 Критерии за уязвимост

4.1 Значение на критериите за уязвимост за рисковите контури

Когато достатъчен брой сценарии се оценяват с избрани честоти на изтичане и физическо моделиране, по принцип един ще има модел, представящ „всички“ събития, които могат да възникнат, и свързаните нива на експозиция (концентрация на токсични вещества, запалимост, топлинен товар и експлозивен товар). Преди да може обаче да се установи контур на риска от смъртни случаи, трябва да има модел, който посочва нивото на експозиция, което се счита за фатално. Изборът на прагове за смъртни случаи ще се отрази на размера на рисковите контури. По-долу са дадени препоръки за избор на критерии за уязвимост.

На фигура 4.1 е показано как изборът на критерии за уязвимост (за токсичност) влияе на контурите на риска за едно и също събитие. Концентрацията на токсично вещество намалява с отстоянието от точката на изтичане, и ако се установи ниво на критерии за смъртни случаи при ниска концентрация (оранжева крива) или при малко по-висока концентрация („зелена“ крива), за един и същ сценарий се получават различни профили на риска.



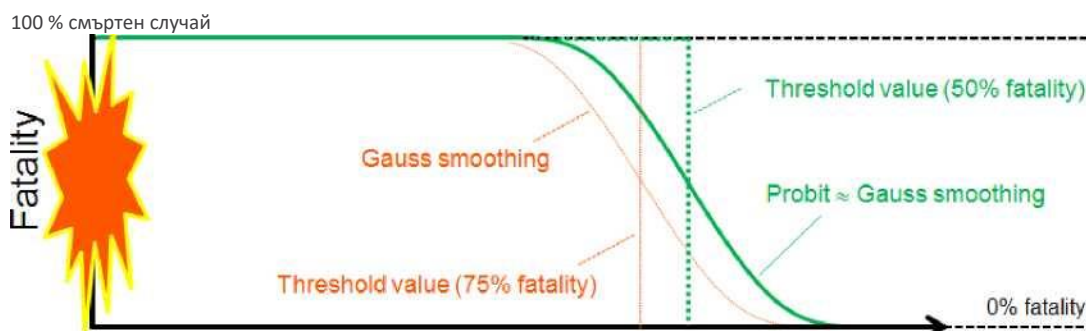
Фигура 4.1 — Илюстрация на начина, по който критерият за уязвимост за токсичност влияе върху контурите на риска

Съществуват два вида критерии за уязвимост, прагови стойности и пробит. Праговете са двоични (т.е. под праговата стойност няма смъртни случаи, а над праговата стойност се приема, че процентът на

смъртност е 100 %). При пробива се приема, че няма смъртни случаи при евентуална концентрация за концентрация I под ниска прагова стойност и смъртност при смъртни случаи, която се увеличава с концентрация на концентрация I нагоре до висок праг, над която се приема смъртност от 100 %.

Следователно предимството на използването на пробива е, че при един единствен сценарий ще има диапазон от смъртни случаи между 0 % и 100 %, което ще осигури по-плавни криви на риска при съчетаването на симулирани и оценени сценарии. Това създава профили на риска, които не са толкова чувствителни, колкото при избора на сценарии, при които се симулират сценарии. Поради това при изчисляването на контурите на рисковете се препоръчва, когато това е възможно.

Ако за изчисляване на последствията от симулираните сценарии се използват прагови стойности, за определяне на праговата стойност се използва 50 %-ният процент на смъртност. Това съответства на целта да се генерира най-добра прогнозна оценка на контурите на риска (за пробит-функция, която нормално се разпределя ^{50-и} процентил, е същата като средната стойност). Ако праговата стойност се основава на функция на вероятност, при която смъртността при смъртни случаи е по-голяма от 50 %, контурите на риска ще бъдат неконсервативни и обратно, ако праговата стойност се основава на функция на вероятност, при която скоростта на настъпване е по-малка от 50 %, тя ще доведе до



консервативни очертания на риска).

Ако при един сценарий се използва 50 % смъртност като праг за определяне на броя на смъртните случаи при един и същ сценарий, се констатира също така, че за изчисляване на

Фигура 4.2 — Илюстрация, според която използването на прагова стойност от 50 % на процента на смъртност при пътнотранспортни произшествия е сходна на тази на функцията, която изпълнява (вж. също фигура 3.15). Ако се използва прагова стойност със смъртност, различна от 50 %, кривата на наклона ще се измести по отношение на функцията, която използва (оранжева крива).

броя на смъртните случаи, ако се използва пробит-функция за изчисляване на смъртните случаи, това ще доведе до сходен случай на смъртност при смъртни случаи. Причината за това е, че обикновено се разпространяват както пробит-функции, така и Gaussian изглаждане. Съставянето на профил на използваните ресурси и емисиите в рамките на проучване на ООС може да се изпълни чрез двустъпкова процедура, както е показано на фигура 4.2.

A

Разстояние от събитието

4.2 Препоръчителни критерии за уязвимост

4.2.1 Общо

Препоръчителният източник за критерии за уязвимост е TNO, ref./ 33/. Това е важно, за да се гарантира, че при различните растения с подобни опасни вещества контурите на риска са съпоставими и възможно най-независими от анализа.

Препоръчва се да се използват, доколкото е възможно, пробит-функции, когато се изчисляват контурите на риска, вж. глава 4.1. Използването на функциите, които са пробит (пробит), включва максимално време за експозиция за различните смъртни случаи. Тъй като не се взема предвид колко време може да бъде дадено лице в района (т.е. те могат да избягат, вж. определението за контурите на риска в глава 1.5), времето на експозиция в функцията пробит-Д ще бъде ограничено от продължителността на сценария.

Ако за изчисляване на последствията за симулираните сценарии се използват прагови стойности, за определяне на праговата стойност се използва 50 %-ният процент на смъртност, вж. глава 4.1.

4.2.2 Токсичност

За токсичност TNO пробит следва да се използва за вещества, когато има такива. Преглед на съществуващите функции, които той изпълнява, и техният статут са достъпни на www.RIVM.nl. За

вещества, които не са налични в TNO/RIVM, се препоръчва да се използва AEGLE-3, ref./ 34/, за определяне на праговите стойности.

Инертни газове като N₂ не са токсични, но все пак могат да доведат до задушаване с летален изход, като доведат до изместване на O₂. Реф. / 35/ осигурява следните функции, които той изпълнява за ниско ниво на O₂ въз основа на данните в eref./ 36/:

$$PR = -65.7 + \ln (C^5 - 2 \cdot t)$$

където C е концентрацията в ppm и във времето в минути.

CO₂ също така пуска в експлоатация O₂ и освен това е токсично при по-високи концентрации и следователно може да бъде фатално, въпреки че нивото на O₂ не е. Въз основа на данни по ref./ 37/, ref./ 38/ дава следната функция, която изпълнява за CO₂ във въздуха:

$$PR = -90.8 + 1.01 \ln (C^8 \cdot t)$$

където C е концентрацията в ppm и във времето в минути.

4.2.3 Пожари

Облеклото осигурява степен на защита на топлинната радиация в зависимост от количеството и вида облекло. TNO осигурява и функция на пробит за смъртни случаи, дължащи се на запалване на облекло. Ще има обаче значителна несигурност, свързана с процента на населението, който ще бъде защитен по подходящ начин от облеклото. Освен това то значително ще усложни изчисленията на риска, ако пробит-тези функции или прагови стойности се изискват както за незащитени, така и за защитени членове на обществото, или за запалване на облекло. Контурите на риска също така ще зависят от наличието на степен на защита, която не е подходяща. Следователно трябва да се приеме, че обществеността не разполага с защита срещу топлинното излъчване.

За изчисляване на контурите на риска при пожари, предизвикани от запалване на даден газов облак, праговата стойност за броя на смъртните случаи се определя като по-ниска граница на взривяемост (LEL). При сценарии за спешни случаи може в някои случаи да е необходимо да се използва разстоянието до γ h LEL.

За топлинни лъчения, TNO, ref. /25/, Chapter 1, Eq.3.5 дава следната функция, която изпълнява при смърт поради експозиция с чиста кожа:

$$PR = -12.8 + 2.56 \ln (D)$$

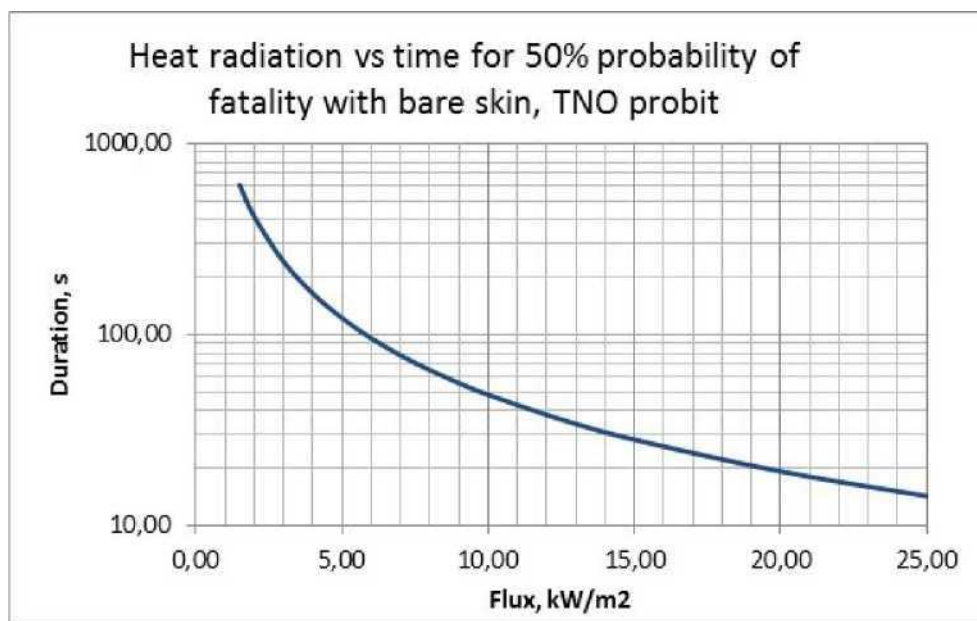
където получената доза е

$$D = t q^{1/3}, \quad q (kW/m^2)$$

Корелацията между топлинния поток и продължителността, съответстваща на 50 % смъртност при смърт (т.е. Pr = 5), е показана на фигура 4.3. Определена е долна граница от 1,5 kW/m², съответстваща на прага за неуправляема болка в TNO (реф. №/33/, глава 1, раздел 2.6).

Ако за оценка на последствията за симулираните сценарии се използват прагови стойности, трябва да се вземе предвид продължителността на пожара (t), която се свързва със сценариите на пожар и топлинния товар е равен на 50 % смъртност вследствие на пробит-функцията, използвана като прагова стойност. Праговете стойности за различна продължителност са посочени в таблица 4.1 (цифрите могат да бъдат прочетени и от фигура 4.3).

Трябва да се отбележи, че най-високият топлинен поток, посочен в таблица 4.1, е 15 kW/m² като съответното време на експозиция е 28 секунди. Въпреки това е препоръчително да се използва по-висока прагова стойност от 15 kW/m² и/или по-кратко време на експозиция от 30 секунди при определяне на праговата стойност на коефициента на смъртност при смъртност от 50 %.



Фигура 4.3 — Връзката между топлинния поток и свързания с него период при смъртност от 50 % при незащитена експозиция (чиста кожа)

Таблица 4.1 — Стойности на прага като функция на продължителността на пожара (TNO пробит за 50 % смъртност)

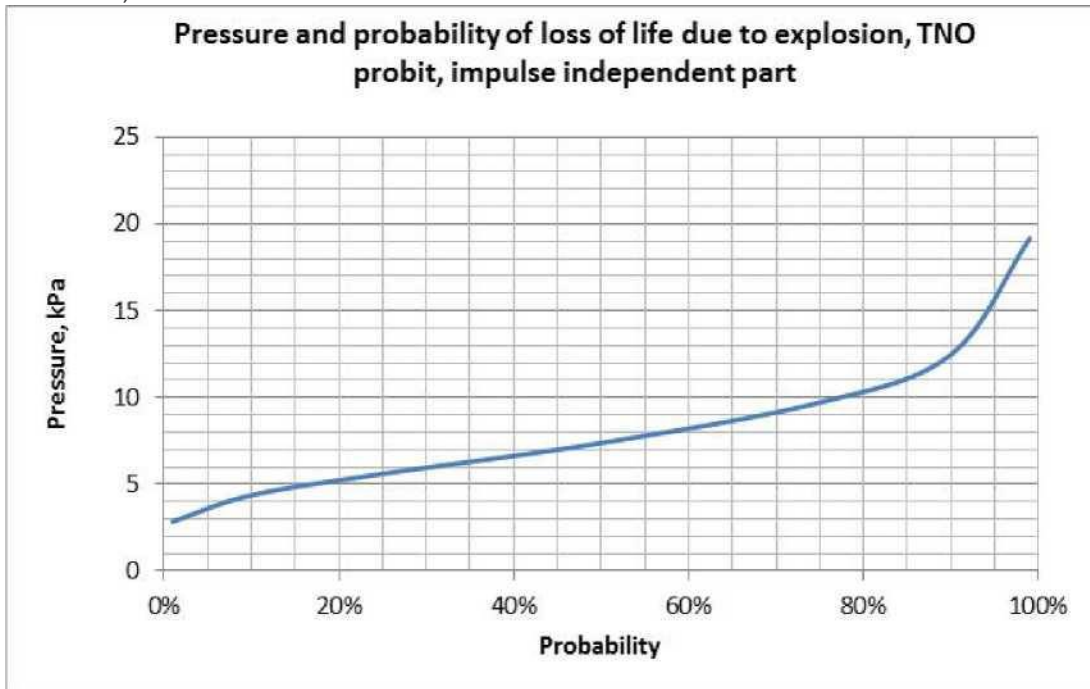
Продължителност на	Прагова стойност за смъртни случаи,
610 секунди	1,5 kW/m ²
415 секунди	2 kW/m ²
242 секунди	3 kW/m ²
165 секунди	4 kW/m ²
122 секунди	5 kW/m ²
49 секунди	10 kW/m ²
28 секунди	15 kW/m ²

4.2.4 Взривове

Процентът на смъртните случаи при взривовете зависи от много фактори в допълнение към преките последици за хората със свръхналягане, които не могат да бъдат лесно определени; удар на снаряди, срутване на сгради, хора, изхвърлени на твърда повърхност и т.н. Тези непреки ефекти от експлозията могат да доведат до смъртни случаи при много по-нисък натиск от въздействието, което пряко води до смъртни случаи. Местните условия по отношение на летящи предмети, срутване на сгради, твърди повърхности и т.н. се различават значително, което означава, че е изключително трудно да се установят всеобхватни функции за смъртност при произшествия със смъртен изход, които представляват тези непреки ефекти. За преки причини за смъртни случаи обаче, дължащи се на свръхналягане (например, наранявания на белите дробове), има добре установени функции, които те изпълняват. В TNO се определя по-ниска граница за смъртните случаи като пряк резултат от взривоопасност от 1 barg и 50 % смъртност при свръхналягане от 4 barg (за възрастен). Тези критерии за уязвимост обаче се считат за особено важни при оценката на смъртните случаи за райони около дадена инсталация. Вместо това следва да се използва функцията на TNO за оценка на въздействието на цялото тяло, ref. /33/, глава 3, Eq.19 Това предполага, че смъртните случаи се дължат на наранявания на главата, тъй като отстоянието от експлозията удари лицето на земята. Този пробит функция зависи както от свръхналягането, така и от импулсите. Въпреки това не е обичайна практика да се оценява импулсът, тъй като с него значително се увеличава сложността на анализа. Вместо това се препоръчва да се използва импулсната функция на импулса (коефициент на смъртност при високи нива на импулсите).

Ако се използват прагови стойности за оценка на въздействието на симулираните сценарии на

експлозия, следва да се използва прагова стойност от 7.4 kPa (еквивалентна на 50 % смъртност с летален изход) в съответствие с принципа за най-добра прогнозна оценка. Това може да изглежда ниско, но е сравнимо с минималните стойности, които DSB използва за оценка на предпазните зони от експлозии, които са посочени в глава 5.1.



Фигура 4.4 — Устройство за измерване на скоростта (TNO) за въздействието на цялото тяло, независима част на импулса (скорост на летален изход за високи нива на импулсите)

Таблица 4.1 — Праг стойност на летенето вследствие на експлозия (въз основа на TNO пробит за 50 % смъртност)

Продължителност на вълните от вълни, дължащи се на експлозивен товар, продължителност на вълните
--

Използва се за всички продължителности 7.4 kPa (74 милибарг)

5 Зони на разглеждане, до която се вземат под внимание

В някои случаи може да е подходящо да се определят зоните на разглеждане въз основа на оценка на последиците, а не на контурите на риска. Такъв обикновено е случаят с обикновените съоръжения, при които едно събитие определя обществения риск.

Пример за това може да бъде съхранението на взривни вещества, при което разстоянието на безопасност зависи от количеството и вида на съхраняваните експлозиви. Друг пример могат да бъдат стопанства с резервоари за съхранение на дизелово гориво или мазут, при които размерът на пожара се определя от размера и формата на зоната около резервоарите.

5.1 Разглеждане на зони на експлозия

За съхранение на взривни вещества разстоянията на безопасност трябва да се оценяват въз основа на количеството и вида на съхраняваните взривни вещества. Това е уредено в регламентите на DSB (количество — разстояние) и не се разглежда по-нататък в настоящия доклад (Регламент № 922 от 26 юни 2002 г. относно управлението на опасни вещества).

Зоните за разглеждане, основаващи се на последствия за други видове взривове, могат да бъдат оценени от праговите стойности, посочени в таблица 5.1.

Таблица 5.1 — Предоставени от натиск зони на вземане под внимание

Определяне на	прагови стойности на зони
Вътрешна зона	—
междинна зона	5 kPa
Външна зона	2 kPa

5.2 Разглеждане на зони на база на пожари

За инсталациите, в които картината на социалния риск е доминирана от един или много малък брой сценарии за пожар, зоните на разглеждане могат да бъдат определени, като се следват принципите, представени в темата на доклада (реф. /1/). Това означава, че зоните на разглеждане се определят въз основа на последиците от преобладаващия сценарий. В таблица 5.2 са показани препоръчителните нива на радиация, които да се използват за определяне на зоните на облъчване за тази ситуация.

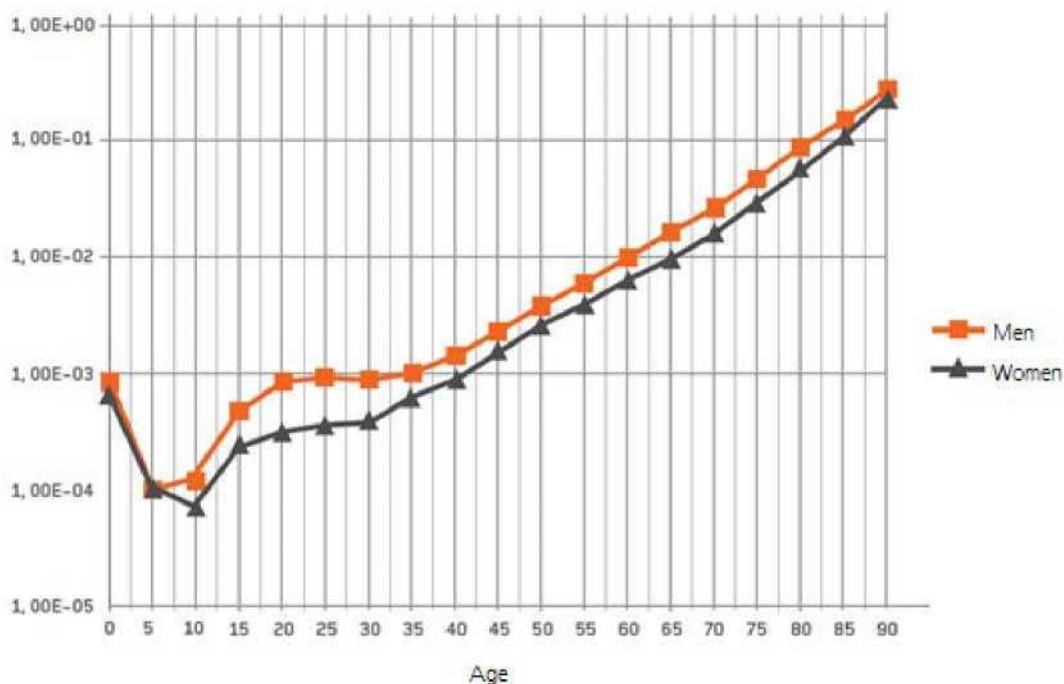
Таблица 5.2 — Обзависещи от половата принадлежност зони на възмездяване, определени от интензитета на радиация

Прагови стойности на	прагови стойности
Вътрешна зона	8 kW/m ²
Междинна зона 5	kW/m ²
Външна зона	1,5 kW/m ²

6 Представяне на резултатите

6.1 Съобщаване на малки стойности

Препоръчва се анализът на риска да се опита да даде на читателя възможност за тълкуване на резултатите относно риска и за сравнение на изчисленото ниво на риск на предприятието спрямо нивата на риск за ежедневни опасности в обществото. Един от начините да се направи това е да се сравнят индивидуалните рискови стойности в районите около едно съоръжение с общ брой на смъртните случаи в обществото, вж. фигура 6.1. Тази цифра показва, че при възрастовата група в Норвегия с най-нисък риск (5—10 години) средният процент на смъртност е $1.0E-4$ на година, което означава, че за всяка отделна година в тази група има средно един смъртен случай на всеки 10,000 души. Сравняването на този критерий с индивидуалния критерий за риск за външната референтна зона (когато вероятността за експозиция за смъртоносни товари е по-малък от $1.0E-6$ на година), това означава, че предприятието представлява допълнителен риск от по-малко от един процент от индивидуалния риск за членовете на обществото. За зони извън разглежданите зони (индивидуално изискване за риск от по-малко от $1.0E-7$ на година) предприятието представлява допълнителен отделен рисков фактор по-малък от един на милион.



Фигура 6.1 — зависещ от възрастта смъртност в Норвегия, 5-годишни групи (2006—2010 г.).Цифрата е взета от доклада на модела (реф./1/), въз основа на стойностите от „Статистиката на Норвегия“.

6.2 Първични резултати и междинни резултати

Освен първичните резултати се представят междинните резултати, които могат да допринесат за планирането на земеползването. Представят се също така всички резултати, които повишават проследимостта и способността за проверка и гарантиране на качеството на анализа.

Като минимум трябва да бъдат представени следните първични резултати и междинни резултати:

- Разпределението на честотата на водещите събития трябва да бъде представено като функция от размера на изтичането и като функция на област (не се изискват изоконтури, но минимално изискване е таблица, предоставяща областите, в които са разположени сценариите за освобождаване)
- Вероятности за запалване, както като функция от размера на теча, така и за зона
- Контузии на отделните рискове
- Примери за всички значими събития, които се считат за важни за външната аварийна готовност (глава 7).

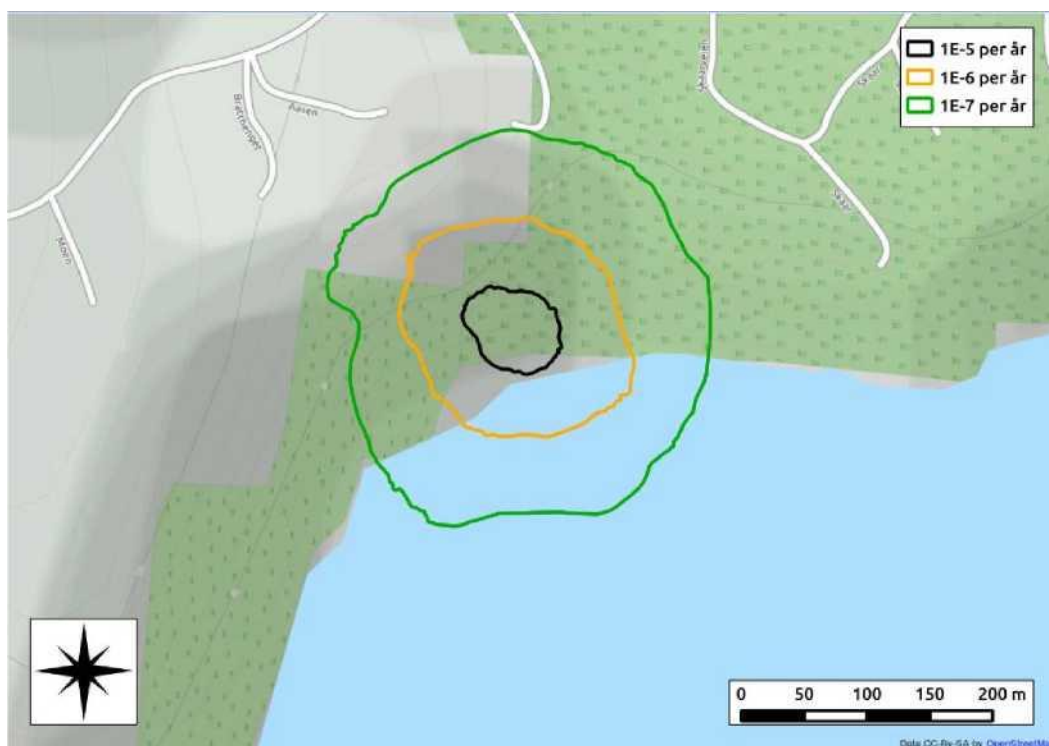
Освен това, следните междинни резултати се считат за полезни за съобщаване на рисковите фактори и за готовност за извънредни ситуации (например при планиране на аварийна готовност, може да е от полза да се представят смъртните зони поотделно за токсичност, топлинен товар и експлозия, както и общата смъртност при пътнотранспортни произшествия):

- Рискови контури за експозиция на запалими или токсични вещества
- Профили на риска от пожари
- Контури на риска по отношение на експлозивните товари

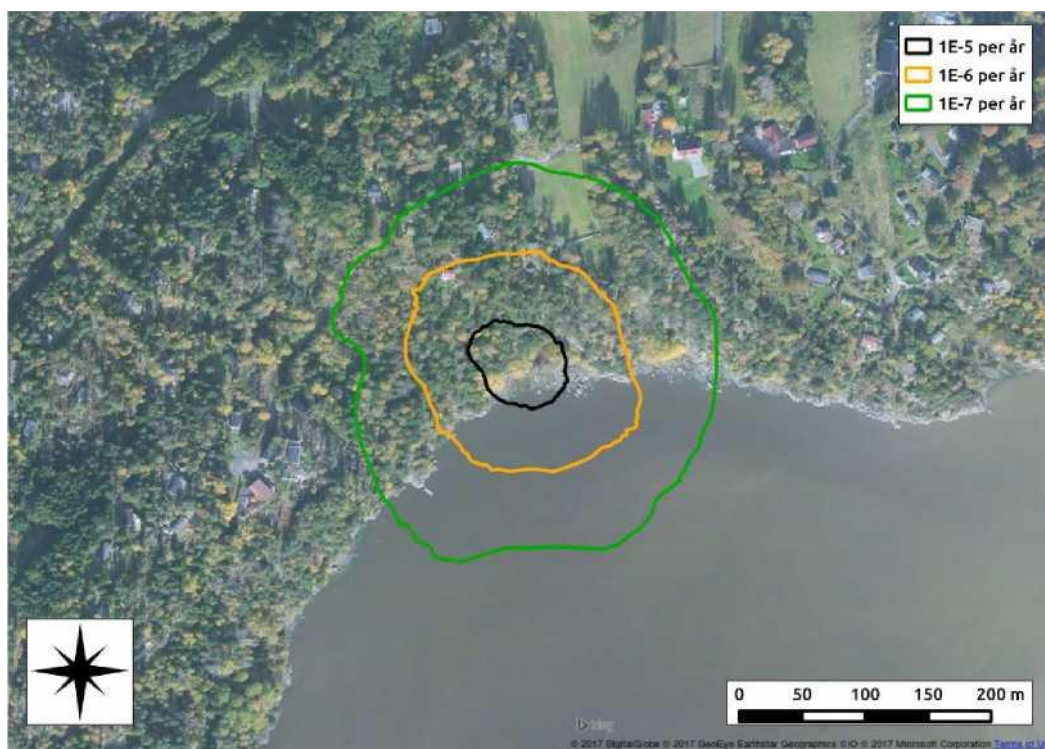
За яснота контурите на риска следва да бъдат графично изобразени на карта или снимка. На фигура 6.2 е показан пример за контурите на риска, изобразени на картата, а на фигура 6.3 е показан един и същ профил на риска, представен на снимка от въздуха. На фигура 6.4 са показани същите профили на риска на карта с формат 3D.Тези контури на риска се начертават, като се използва същата координатна система, използвана от картите, като се премахват потенциалните грешки, свързани с ръчно възпроизвеждане на контурите на дадена карта.

При анализа на бъдещите съоръжения, контурите на риска следва да бъдат начертани в настоящия план за местно развитие/устройствен план (или на карта на разрешението за планиране, ако зоната не

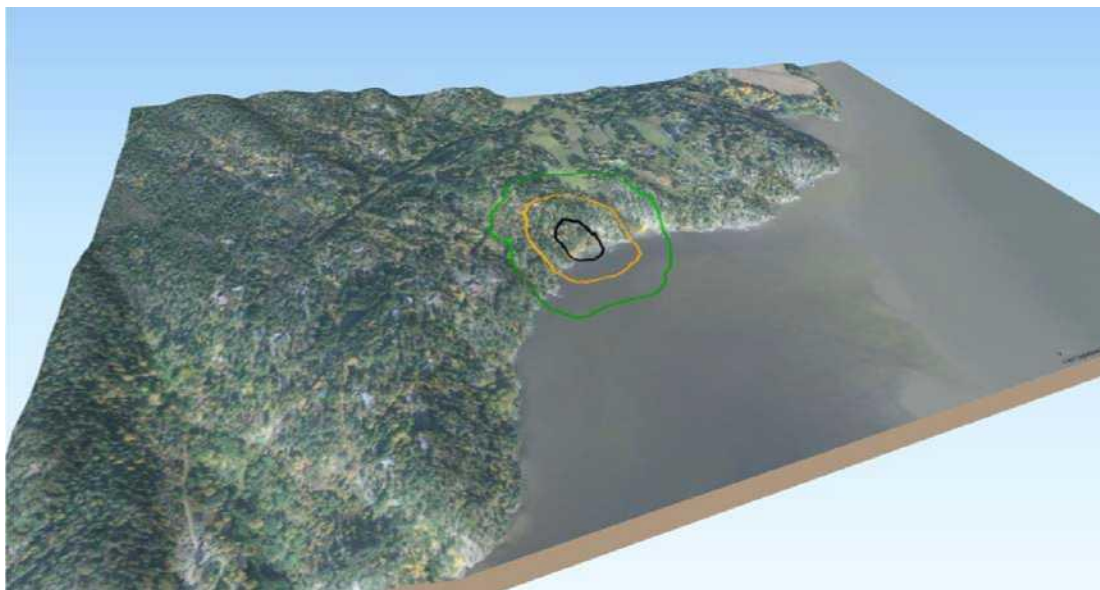
е регулирана). Това се отнася и за засегнатите планове за развитие в случай на удължаване или други значителни промени в съществуващите съоръжения.



Фигура 6.2 — Илюстрация на контурите на риска, начертани на карта (избрана на случаен принцип)

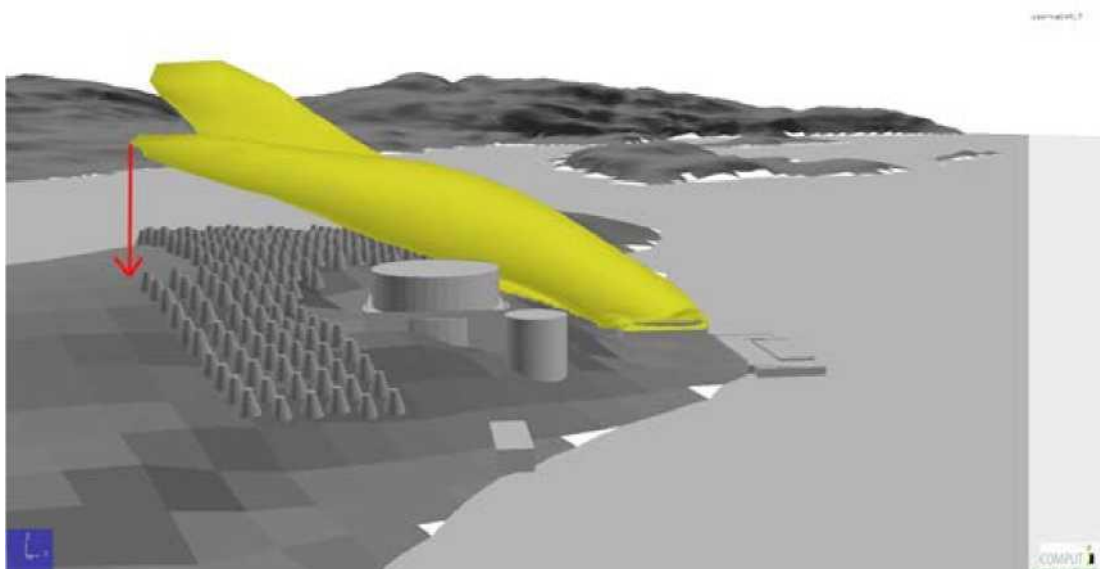


Фигура 6.3 — Илюстрация на контурите на риска, начертани на картина от въздуха (избрана на случаен принцип)



Фигура 6.4 — Илюстрация на контурите на риска, начертани на карта с размери 3D (местоположение на случаен принцип)

Контурите на риска могат да бъдат представени като максимална издатина или като контури, които се различават в зависимост от релефа. Максималният прогнозен контур се получава чрез вземане на най-лошата стойност за всяка височина (z стойности) за всяка позиция в хоризонталната (x, y) равнина. При прогнозно представяне промяната в нивото на риска с денивелация не е предоставена, но предимството на това е, че всички изантвания могат да бъдат представени на една диаграма (в най-голяма степен). Алтернативата на прогнозното представяне е да се очертаят контурите на риска за различните възвишения. В примера, показан на фигура 6.5, може да се види, че експозицията на запалим газ се различава в зависимост от надморската височина. Ако желае да възпроизведе този ефект при чертеж 2D, може да се създадат профили на риска на различни възвишения. Ако това не е необходимо, може да се проектира най-отдалечената точка в посоката Z към земята.



Фигура 6.5 — Пример, който показва, че експозицията на запалим газ се различава с височината

6.3 Разглеждане на зони и индивидуален риск

В темата на темата (реф. /1/) се определят зоните за разглеждане, които се използват при териториалното планиране, и поради това се подчертава, че нивото на риска в зоните на разглеждане е географско и не е свързано с отделни хора, които могат да бъдат в зоните на разглеждане. Това означава, че не може да се използва фактор на запълване, за да се намали нивото на риска.

Коефициент на заетост (продължителност на експозицията) обаче може да бъде взет под внимание, ако индивидуалният риск се изчислява за конкретна група хора. Това не се разглежда по-нататък в настоящия доклад.

7 Сценарии за аварийна готовност

Няма изисквания, че сценариите за аварийна готовност за извънредни ситуации следва да бъдат свързани с приемливи критерии за риск, вж. тематичен доклад на DSB, за който обаче анализът на риска позволява да се изберат сценарии за аварийна готовност, които допринасят за изчисляването на контурите на риска. Препоръчително е да се представят примери за сценарии, които да се използват при аварийна готовност, които допринасят за изложените по-долу рискови контури (следва да се представят всички съответни видове произшествия):

- Рамка на риска 1 E-5 годишно
- Рамка на риска 1 E-6 годишно
- Рамка на риска 1 E-7 годишно

Възможно е да бъдат показани и най-лошите надеждни сценарии, тъй като участъците за експонираните райони по време на най-неблагоприятното надеждно събитие/последствици.

8 Позовавания

- 111 „Sikkerhecten rundt anlegg som anlegg som handterer brannfarlige, reaksjonsfarlige, rykksatte og eksplisjive stoffer“, DSB 2013, ISBN: 978—82—7768—310—2.
- /2/„Veileder om sikkerhen rundt storulykkeksomheter“, DSB 2017, ISBN 978—82—7768—420—8.
- /3/Директива № 2012/18/ЕС на Европейския парламент и на Съвета от 4 юли 2012 г. относно контрола на опасностите от големи аварии, които включват опасни вещества (СОМАН)
- /4/„Reference Manual Bevi Risk Assessment „, National Institute of Public Health and the Environment (RIVM) в Нидерландия.
- /5/„Честота на отказите за големи аварии при кораби за съхранение на високо налягане в обектите на СОМАН: Сравнение на данните, използвани от HSE и Нидерландия „, Clive Nussey, декември 2006 г.
- /6/„Търсене на източника на вътрешна честота на изтичане“, DNV-GL O & G Safety Blog, John Spouge, 11.08.2015.
- /7/„Данни за процента на неизпълнение и данни за събития, предназначени за използване в рамките на оценките на риска за планирането на земеползването (HSE LUP, досието с данни HID C15“, 28.06.2012 г.).
- /8/„Честота и нива на отказите на обвързване и роля на човешка грешка“, M. Trainor, J. Gould and M. Anderson, доклад за анализ на здравето и безопасността HSL/2000/09.
- /9/„честотите на освобождаване на процесите“, OGP report 434—1,2010.
- /10/„Трансфер на процеси при извършване на оценка на честотата на офшорните инсталации“, Lloyds Register Consulting, Доклад № 105586, 2016 г.
- /11/„Разработка на пари в облак при свръхпълнене“, FABIG Technical Note TN 12.
- /12/„Източници на източници на ВПГ за анализи на риска“, лаборатории за здраве и безопасност, 2010 г.
- /13/J. L. Woodward и R. m. Pitbado: „Основан на риска и анализ на риска за ВПГ“, AIChE и John Wiley, 2010 г.
- /14/Scandpower: „Сравнително проучване на разпръскването на газ“, Доклад № 101368/R1, 24 януари 2012 г.
- /15/„Регистър на данните за оценка на риска на OGP“, Доклад № 434—6.1, март 2010 г.
- /16/УКООА/HSE: „Доклад за изследвания върху интелектуалната собственост. Преглед на вероятността за запалване, развитие на модела и връзки с цел развитие“, януари 2006 г.
- /17/Lloyds Регистъра за консултации: „Моделиране на източници на запалване на нефтени и газови съоръжения в морски райони“, Доклад № 106364, 2016 г.
- /18/„NORSOK Z-013, vedlegg F“.

- /19/Gary A. Fitzgerald, A Comparison of Simple sure Cloud Explosion Prevision
Методологии“, Втори годишен симпозиум, Mary Kay O’Connor Process Safety Centre, Тексас,
2001—31 октомври 30 г.
- /20/„Модел на експлозия в региона“, PHAST Theory, Rev. 2, 2015.
- /21/„окончателен доклад за окончателния доклад“, W.P.M. Merckx, A.C. van den Berg, D. van Leeuwen,
TNO, доклад PML, 1998-C53.
- /22/ „NORSOK S-001“.
- /23/„Ръководство за проектиране на въглеродородни източници, противопожарна и последна
информационна група (FABIG) техническа бележка 13“.
- /24/ „Handbook of Fire Protection Engineering“, СПОУР/NFPA.
- /25/TNO: „Методи за изчисляване на физични ефекти (TNO) „Жълта книга“, POP 14E.
- /26/TNO: „Насоки за количествени оценки на риска (TNO)“, CPR 18E.
- /27/ Frank P. Lees: „Предотвратяване на загуба в преработвателната промишленост“, 3-то издание,
Elsevier 2005.
- /28/ D.A. Lihou и J.K Moaud: „Топлинна радиационна форма Firebinalls“, I. Chem. ENG симпозиум
серия
№ 71, Institute of Chemical Engineers, 1982 г.
- /29/Xie Menmmeng: „Термодинамични и газови динамични аспекти на BLEVE“, Технологичен
университет в Делфт, Доклад 04—200708, 2007 г.
- /30/Johnson, D.W. и Woodward, J. L., „А модел с данни за прогнозиране на аерозоли, които се правят
при авария“, Център за безопасност на химичните процеси (CCPS), Ню Йорк (1999).
- /31/„преобръщане в резервоарите за съхранение на ВПГ“, Обобщен доклад на Международната група
на вносителите на ВПГ (GIIGNL), 2012—2015 г.
- /32/A. Buang: „Boilover in liquid hydrocardunit infrastructure“, Ph. D Thesis Loughborough University, 2014 г.
- /33/TNO: „Методи за определяне на потенциална вреда (TNO)“, CPR 16E.
- /34/<https://www.epa.gov/aegl>.
- /35/Lubos Kotek, Leistan Mukhametzinovaa, Michal Hubb, Petr Blhas: „Ниска концентрация на кислород
във външната околна среда — deling the Consequences of Accident „(„Натрий концентрация на
кислород във външната околна среда — deling the Consequences of Accident“), Chem. Инж.
Транс. Том 36, 2014 г.
- /36/„Опасности от инертни газове и изчерпване на кислорода: IGC Документ 44/09/E "European
industrial gases association, Brussels, Белгия, 2009 г.
- /37/Сравнение на рисковете от тръбопроводи за въглероден диоксид и природен газ, HSE research
report RR749, 2009.
- /38/„Анализ на готовността за справяне с рискове и действия при извънредни ситуации“, Statoil guideline
GL 0282, Ver.3, 20127.

Допълнение А

Контролен списък за определяне на дейността и примерни думи за определяне на опасностите

1	Таблицы за използване при първоначалното картографиране на дейност	1
2	Думи за употреба в преглед HAZID	3

1 таблици за първоначално картографиране на предприятието

1.0	Цел на анализа	Позовавания
	Записване на нова сграда, ново създаване	
	Регистриране на промени в съществуващ бизнес	
	Преглед на произшествия в бизнеса или в съседни предприятия	
	Актуализация на съществуващия анализ и/или доклад за безопасност, реф. регламенти за големи аварии („Storulykkeforskrift“), параграф 9	
	Промени в планирането на площта, самото предприятие или съседната стопанска дейност, общината	
	Специални изисквания на органите	
	Други	

2.0	Какви видове опасни вещества извършва търговската обработка.	Позовавания
	<i>Вещества под налягане</i>	
	Запалим газ	
	Оксидиращ газ	
	Токсичен газ	
	Запалим аерозолен контейнер	
	Водни пари или топла вода под налягане	
	<i>Запалими вещества</i>	
	Запалима течност	
	Дизелови и горивни нефтопродукти	
	Загрязана течност, нагрята до температура, равна или по-висока от температурата на запалване	
	Запалимо твърдо вещество	
	Вещество, което развива запалим газ в контакт с вода	
	Самозапалващо се течност	
	Твърди вещества в твърдо състояние	
	Самонагриващо вещество	
	Оксидиращо твърдо вещество	
	Оксидираща течност	
	Самоактивиращо се вещество	
	Вид органичен пероксид	
	<i>Реактивни вещества</i>	
	Вещество, което развива токсичен газ	
	Други	

3.0	Налична документация, дефлирана от точност	Позовавания
	Планове за участъка или карти на положението	
	Описание на процеса (блоксхема)	
	Подробни тръбопроводи и измервателна схема (P & ID), масов баланс	
	Анализ на риска	
	Отклонение, доклад от надзора, най-добрите практики, прехвърляне на опит от промишлеността и др.	
	Други	

4.0	Съхранявани количества опасни вещества	Позовавания
	Подлежащи на уведомяване в съответствие с регламентите за опасните вещества („Forskrift om farlig stoff“)	
	Регламент за големи аварии („Storulykkeforskrift“) § 6, § 9	
	Други	

5.0	Handling на опасни вещества	Позовавания
	Товарене/разтоварване посредством фиксирани тръби/маркучи/носачите	
	Товарене/разтоварване от/към цистерни/влак/кораб/автомобил	
	Съхранение в резервоари/резервоари за атмосферно налягане	
	Оформяне/обработване	
	Преработка/складиране/временно складиране	
	Вътрешен транспорт	
	Смесване/претакане/предаване	
	Емисии в почвата, водата, въздуха	
	Други	

6.0	Околна среда — къде се намира предприятието	Позовавания
	Населено място, град/село, с/без пристанище	
	Открит ландшафт, разпръснато селище с/без пристанище	
	Хълмисто, разпръснато селище с/без пристанище <i>Neighbours?</i>	
	Специални уязвими позиции: Училище, детска градина, болница, дом за здравни грижи, общински център, спортни съоръжения	
	Хотел, настаняване, предприятия, ресторанти	
	Външна аварийна готовност, аварийна служба	
	Нежелани/неконтролирани събития, които могат да възникнат в съседни предприятия (промишлени предприятия и др.), ще представляват ли риск за бизнеса (ефектът на доминото)? Налице ли са съседни цели за саботаж/тероризъм?	
	Други	

7.0	Инфраструктура в близост до предприятия	Позовавания
	Пътища, станали обект на трафик; частни пътища, общински пътища, Автобус, трамвай, трамвай, ферибот, въздушен самолет	
	Пешеходни пътеки, пешеходни пътеки и велосипедни алеи	
	Мощност	
	Други	

8.0	Природни условия в близост до предприятието	Позовавания
	Растителност; Forest, avenue, гъста гора, подрязани храсти	
	Има място на терена като стръмни скали, големи планински стени и др.	
	Изложени на наводнения, приливни, горски пожари	
	Налични ли са метеорологични данни?	
	Други	

9.0	Аварийна готовност	Позовавания
	Загубата на достъп до следните услуги причинява ли вреди на бизнеса? — електроенергия, далекосъобщителни услуги, водоснабдяване	
	Водоснабдяване? Разполага ли районът с недостатъчно водоснабдяване (количество и налягане)?	
	Достъп до външни пожарникари, час на реагиране и др. път за пристигане при пожарни коли?	
	Автоматична противопожарна защита в/извън системата, система делух, водни оръдия, система за гасене на пожари, водна завеса и др.	
	Пожароизвестителна система, газова аларма	
	Незаконно саботаж и терористични актове: сам по себе си целта ли е саботаж/терористична цел?	
	Безопасност на промишлеността — основни изисквания/подобнена	
	Други	

2 думи за употреба в прегледа на HAZID

Таблица 2.1 — Пример за ориентировъчни думи за употреба в HAZID

Категория	Гиидедума
Загуба на задържане — изтичане/разлив или кръстосано замърсяване. Отказ на технологичен съд. Изтичане или счупване на тръбите на топлообменника. Повреда в линията на процеса	<ul style="list-style-type: none"> • Опасни химикали (включително въглеводороди) • Други химични опасности • Експлозиви • Неочаквани реакции • Несъвместими материали • Неконтролирана термична безконтролна реакция (runway) • Вход за въздух • Корозия • Ерозия • Крехкост (химикали, ниска температура) • Външен удар • Умора • Ненормални вибрации • Механичен удар
Високо/ниско налягане Системи с висока/ниска температура	<ul style="list-style-type: none"> • Топъл процес/прегриване • Пара • Кондензат • Студени процеси/криогени • Топлинно горене • Предпазни клапани • Фенерчета
Сгради	<ul style="list-style-type: none"> • Ефекти от външните опасности
Ескалация	<ul style="list-style-type: none"> • BLEVE • Последствие от други събития • Детектори за пожар и газ, оборудване за гасене на пожари, водни завеси и др. • Маршрути за евакуация

Категория	Гиидедума
Превоз	<ul style="list-style-type: none"> • Събития с железопътен/железопътен транспорт • Док/военноморски събития • Събития, свързани с пътното движение • Камиони цистерни
Подвижно оборудване	<ul style="list-style-type: none"> • Тежки машини • Леки превозни средства
Оборудване за повдигане	<ul style="list-style-type: none"> • Падащо/свято натоварване • Срутване на подемно оборудване, кранове и др. • Спукване на стенд
Сигурност	<ul style="list-style-type: none"> • Тероризъм • Палез • Саботаж • Граждански безредици • Хакерски атаки • Обир
Експлоатация	<ul style="list-style-type: none"> • Едновременни операции • Промяна на персонала • Нает персонал/временно нает персонал • Пускане/спиране, поддръжка и контрол • Извънредни ситуации
Морски плавателен съд	<ul style="list-style-type: none"> • Сблъсък на кораб с док • Товарене/разтоварване • Емисии
Производство и монтаж	<ul style="list-style-type: none"> • Сложност • Модулизация • Транспорт • Отвъдморски производство
Специални механични или електрически	<ul style="list-style-type: none"> • Прекомерна вибрация • Въртящо се оборудване (напр. повреда на • Силни магнитни полета • Шум • Натрупана енергия • Електрически удар • Високо напрежение/ниско напрежение, • Статични електрически опасности • Йонизиращи лъчения • Ех зони/оборудване
Структурни грешки	<ul style="list-style-type: none"> • Земетресения • Основи (въвеждане, чистене) • Корозия • Умора

Категория	Гидедума
	<ul style="list-style-type: none"> • Регулиране на телесното тегло • Основна структура • Вторично строителство • Временни конструкции
Повреда в спомагателната система	<ul style="list-style-type: none"> • Охлаждаща вода • Пожар в охладителната кула • Хипотермия • Мощност • Пара • Въздух • Инертни газове • Отоплителни, вентилационни и климатични • Комуникационна система • Пожарогасителна система • Интернет • Отвеждане/пречистване на отпадъчните води • Вакуум • Ограничен насип
Природа и околна среда	<ul style="list-style-type: none"> • Сеизмична активност • <p>Метеорологични условия: О Силен вятър ро наводнения или топлина с висока или ниска влажност, мъгла / цунами или урагани /торнадо</p> <p>О Лръда</p> <ul style="list-style-type: none"> • Въздействие на морската среда върху • Ваканция/нестабилен терен/почви и сняг • Геоложки условия за структурна подкрепа
Организация	<ul style="list-style-type: none"> • Процедури • Отговорност и пълномощия • Култура и разбиране на поведението • Обучение, компетентност • Планиране • Съобщение • Аварийна готовност • Безопасност на промишлеността • Дежурен офицер