

**РЪКОВОДСТВО ЗА ИЗГОТВЯНЕ
НА КОЛИЧЕСТВЕНА ОЦЕНКА
НА РИСКА**

“Лилага книга”

CPR 18E

Sdu Unitgevers, Den Haag

Комитет за предотвратяване на аварии и катастрофи

Първо издание 1999

РЪКОВОДСТВО ЗА ИЗГОТВЯНЕ НА КОЛИЧЕСТВЕНА ОЦЕНКА НА РИСКА

“Лилага книга”

CPR 18E

Настоящият документ бе изготвен под контрола на Комитета за предотвратяване на аварии и катастрофи и публикуван с одобрението на

Генералния директор по социалните въпроси и работната заетост
Генералния директор по опазването на околната среда
Генералния директор по общественения ред и сигурност
Генералния директор по транспорта

Хага, 1999

Генерален директор по социалните въпроси и работната заетост

Комитет за предотвратяване на аварии и катастрофи

Първо издание, 1999

ВЪВЕДЕНИЕ

Документът CPR 18E “Указания за изготвяне на количествена оценка на риска” бе изготвен по настояване на Комитета за предотвратяване на **бедствия и аварии**, причинени от опасни химични вещества и препарати (CPR).

Предвидено е същият да се използва съвместно с трите публикувани до момента документа на комитета:

CPR 12E: “Методи за определяне и обработка на вероятностите”

CPR 14E: “Методи за изчисляване на физичните въздействия”

CPR 16E: “Методи за определяне на възможните поражения”

Документът “Ръководство за количествена оценка на риска” е представен в две обособени части, в които са описани методите за изчисляване, съответно, на рисковете, произтичащи от наличието на опасни вещества в стационарните инсталации и рисковете, произтичащи от превозите на опасни товари.

Част I бе съставена под контрола на комитет, включващ представители от подкомисията за оценка на риска към Комитета за предотвратяване на **бедствия и аварии** (CPR-RE).

Част II бе съставена под контрола на Министерството на транспорта, обществените строежи и управлението на водите.

Чрез публикуването на “Лилавата книга”, Комитетът за предотвратяване на **бедствия и аварии**, причинени от опасни материали възнамерява да насърчи по-широкото прилагане на стандартизирани изчислителни методи за целите на анализа на риска.

Хага, 22 юли 1999.

КОМИТЕТ ЗА ПРЕДОТВРАТЯВАНЕ НА **БЕДСТВИЯ И АВАРИИ**, ПРИЧИНЕНИ ОТ ОПАСНИ МАТЕРИАЛИ,

Д-р Х.Ц.М. Миделплаатс, председател

Преводът е организиран и извършен в рамките на Туининг проект на ЕС BG2001/IB/EN/01 “Прилагане на Директивата Севезо II” под научното ръководство на доц. д-р. инж. Жанета Българанова.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящият документ съдържа описания на методите за изчисляване на рисковете, причинени от опасни вещества, с помощта на разработени за целта модели и налични данни. Изчисляването на рисковете засяга, от една страна, стационарните инсталации, и от друга – превозите на опасни вещества и свързаните с това дейности.

Документът е съставен от две части. Част I, съдържаща описание на методите за изчисляване на рисковете при стационарните инсталации, бе съставена от Националния институт за общественото здравеопазване и околна среда (НИОЗОС) под контрола на комитет, съставен от представители от подкомисията за оценка на риска към Комитета за предотвратяване на аварии и катастрофи (CPR-RE). В част II, съставена под контрола на Министерството на транспорта, обществените строежи и управлението на водите, е описано изчисляването на рисковете, свързани с превозите на опасни товари, въз основа на подход, разработен в съответствие с указанията на Министерството на жилищното строителство, териториалното планиране и околната среда, който бе възприет от различни комисии през последните няколко години.

Независимо, че документът описва всички актуални изчислителни методи (на практика, това са най-добрите налични към момента методи), осъществяващият контролните функции комитет проведе дискусии по редица въпроси и стигна до заключението, че е налице необходимост от допълнителни анализи с оглед на гарантирането на качеството на изчислителните методи в бъдещето. Бяха посочени три теми за анализ:

А. Честотата на отказите при стационарните инсталации. Честотата на отказите е обвързана с т.нар. проучване COVO от 1981 година. В рамките на проведени през годините разнообразни проучвания за нуждите на холандското правителство бяха получени допълнителни данни за честотата на отказите. Наскоро бяха публикувани нови проучвания, в които се посочват различни стойности – в повечето случаи по-високи – за редица честоти на отказите. Предстои реализирането на по-подробно проучване за честотата на отказите, което ще съсредоточи вниманието върху източниците на първоначалните данни.

Б. Метеорологичният модел. Изчисленията за разсейването представляват неразделна част от анализа на риска и се извършват с помощта на общоприети метеорологични модели и съответните метеорологични данни. Наскоро, прилаганият в национален мащаб изчислителен модел по отношение на замърсяването на атмосферния въздух бе видоизменен с вземане под внимание на повече фактори. Към момента, статистиката за метеорологичните параметри е недостатъчна за адекватно прилагане на новия метеорологичен модел по отношение на анализа на риска. Целесъобразността на новия модел по отношение на анализа на риска трябва да бъде надеждно обоснована; освен това, трябва да се изучат последствията, които новият модел, включително

параметрите от обхвата на модела, биха имали за резултатите от изчисляването на рисковете. Проучването за тези последици ще започне съвсем скоро.

В. Различия при изчисляване на риска при превози и стационарни инсталации. Методът за изчисляване на риска при превози на опасни вещества е подобен на изчислителния метод, прилаган по отношение на стационарните инсталации. През последните няколко години бе проведено обсъждане и установяване на основните принципи на анализите на риска с участието на заинтересованите страни. Поради относителната независимост на развитието на методите за изчисляване на риска по отношение на превозите на опасни вещества от това на аналогичните методи по отношение на стационарните инсталации, са налице редица различия между основните принципи при изчисляването на рисковете в двата посочени случая. Тези различия се отнасят, наред с други аспекти, до честотата на имащите катастрофални последици откази при вагон-цистерните, от една страна, и стационарните резервоари, от друга страна, както и до някои сценарии на “загуба на херметичност”.

Комитетът за предотвратяване на аварии и катастрофи съзнава важното значение на прилагането на надеждни методи за изчисляване на риска по отношение на стационарни инсталации и превози на опасни вещества; доколкото това е възможно, въпросните методи трябва да почиват върху сходни основни принципи. Препоръчително е, следователно, да се анализират основните принципи на изчислителните методи и изучат последициите от премахването на различията между изчислителните методи. След всичко това, двете гореупоменати министерства ще се произнесат върху действителната необходимост от намаляване на цитираните различия.

Проведените дискусии показват, че е налице процес на доработка на методите за анализ на риска. Комитетът за предотвратяване на бедствия и аварии приветства възможността за по-нататъшно усъвършенстване на инструментите за анализ на риска чрез публикуването на настоящия документ. Комитетът изказва благодарност на правителствените експерти, научно-изследователските институти и индустрията за техния принос при оформянето на документа. Комитетът за предотвратяване на бедствия и аварии е убеден във високата стойност на този документ за всички, които работят в сферата на анализа и управлението на риска.

**РЪКОВОДСТВО
ЗА КОЛИЧЕСТВЕНА ОЦЕНКА
НА РИСКА**

ЧАСТ I: ПРЕДПРИЯТИЯ

Национален институт за обществено здравеопазване и околна среда (НИОЗОС)

Antonie van Leeuwenhoeklaan 9
P.O. Box 1
3720 BA Bilthoven
The Netherlands
Tel. +31 30 2749111
Fax +31 30 2742971

**Автори: Д-р П.А.М.Уийт де Хааг
Д-р Б.Ж.М. Але**

СЪДЪРЖАНИЕ

1. ВЪВЕДЕНИЕ	10
2. ПОДБОР НА ИНСТАЛАЦИИТЕ ЗА КОЛИЧЕСТВЕНА ОЦЕНКА НА РИСКА (КОР)	
2.1. Въведение.....	13
2.2. Изключване на конкретни вещества.....	14
2.3. Метод за подбор.....	15
2.3.1. Дефиниране на инсталациите в предприятието.....	16
2.3.2. Изчисляване на индикаторно число, A.....	17
2.3.2.1. Налично количество от веществото, Q.....	17
2.3.2.2. Коефициенти за условията на процеса, Q _i	18
2.3.2.3. Гранична стойност, G.....	21
2.3.2.4. Гранични стойности за запалими вещества.....	23
2.3.2.5. Гранични стойности за взривни вещества.....	23
2.3.2.6. Изчисляване на индикаторно число.....	23
2.3.3. Изчисляване на число на подбор, S.....	24
2.3.4. Подбор на инсталациите.....	25
2.3.5. Специфични проблеми.....	25
2.3.5.1. Тръбопроводи между технологичните звена.....	25
2.3.5.2. Товаро-разтоварни дейности.....	27
Приложение 2.А. Процедура за оценка на необходимостта от изготвяне на Доклад за безопасност.....	29
Приложение 2.Б. Примерно изчисляване	37
Приложение 2.В. Коментар.....	43
3. СЪБИТИЯ СЪС “ЗАГУБА НА ХЕРМЕТИЧНОСТ”	
3.1. Въведение.....	45
3.2. Събития със “загуба на съдържание” в предприятията.....	45
3.2.1. Стационарни резервоари и съдове под налягане.....	46
3.2.2. Стационарни резервоари и съдове при атмосферно налягане..	49
3.2.3. Тръбопроводи.....	52
3.2.4. Помпи.....	54
3.2.5. Теплообменници.....	55
3.2.6. Предпазни устройства за налягане.....	57
3.2.7. СЗС при съхраняване в складове.....	57
3.2.8. Съхраняване на взривоопасни вещества.....	58
3.2.9. Транспортни средства в предприятието.....	59
Приложение 3.А. Коментар.....	63
4. МОДЕЛИРАНЕ НА ЕМИСИЯТА И РАЗСЕЙВАНЕТО	
4.1. Въведение.....	71
4.2. Свойства на веществата.....	72
4.3. Модели на изтичането.....	72
4.4. Фактори на подтискане.....	76
4.4.1. Системи за блокиране.....	76
4.4.2. Други системи за подтискане.....	77
4.5. Изпарение от локва.....	78
4.6. Разсейване на парния облак.....	79

4.6.1. Връзка между изтичането и разсейването на парния облак.....	80
4.6.2. Моделиране на разсейването на парния облак.....	83
4.6.3. Изпускане във вътрешността на сграда.....	85
4.6.4. Пожари и образуване на издигащ се факел.....	87
4.7. Възпламеняване.....	87
4.7.1. Директно възпламеняване.....	87
4.7.2. Забавено възпламеняване.....	89
4.7.3. Вещества, които са едновременно токсични и запалими.....	90
4.8. Въздействия при възпламеняване на парен облак.....	91
4.9. Разрушаване на съдове.....	92
4.10. Метеорологични данни.....	92

Приложение 4.А. Модел за изчисляване на вероятността за забавено възпламеняване.....	94
Приложение 4.Б. Метеорологични данни.....	96
Приложение 4.В. Коментар.....	116

5. МОДЕЛИРАНЕ НА ЕКСПОЗИЦИЯТА И ПОРАЖЕНИЯТА

5.1. Въведение.....	127
5.2. Моделиране на пораженията.....	127
5.2.1. Пробит-функции.....	127
5.2.2. Експозиция на токсични вещества.....	129
5.2.3. Пожар.....	131
5.2.4. Ударни ефекти при експлозия на парен облак.....	133
5.3. Население.....	134
5.3.1. Проучване за населението в заобикалящия район.....	134
5.3.2. Относителни дялове на хората “на закрито” и хората “на открито”.....	136

Приложение 5.А. Коментар.....	137
-------------------------------	-----

6. ИЗЧИСЛЯВАНЕ И ПРЕДСТАВЯНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

6.1. Въведение.....	144
6.2. Изчисляване на индивидуалния риск и риска за обществеността.....	144
6.2.1. Дефиниране на мрежата.....	145
6.2.2. Изчисляване на индивидуалния риск.....	145
6.2.3. Изчисляване на риска за обществеността.....	148
6.2.4. Дефиниране на “съпроводени с възпламеняване” събития при запалими вещества.....	150
6.2.5. Вероятност от смърт P_d и относителен дял на смъртните случаи F_d при изпускане на токсични вещества.....	154
6.2.6. Вероятност от смърт P_d и относителен дял на смъртните случаи F_d при изпускане на запалими вещества.....	157
6.3. Представяне на резултатите.....	160

Приложение 6.А. Вероятност за покриване на точка от мрежата от облака, P_{ci}	162
Приложение 6.Б. Пример за изчисляване на индивидуалния риск в точка от мрежата.....	165
Приложение 6.В. Коментар.....	168

7. КОЛИЧЕСТВЕН АНАЛИЗ НА РИСКА ЗА ОКОЛНАТА СРЕДА...	169
-----------------------------------------------------	-----

8. ПРИЛАГАНЕ НА НОВИ МОДЕЛИ ПРИ КОР.....	171
9. НЕТОЧНОСТ ПРИ КОР	
9.1. Въведение.....	173
9.2. Източници на несигурност.....	173
9.2.1. Изходни точки.....	173
9.2.2. Подбор на модели.....	174
9.2.3. Стойности на параметрите.....	175
9.2.4. Приложение на моделите.....	175
9.3. Количествено представяне на неточностите.....	176
10, ЛИТЕРАТУРА.....	177
ТЕРМИНОЛОГИЧЕН РЕЧНИК.....	181
ИЗПОЛЗВАНИ СИМВОЛИ.....	190

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Количествената оценка на риска (КОР) е ценно средство за определяне на риска при употребата, обработката, транспорта и съхранението на опасните химични вещества. КОР се използва за онагледяване на риска, причинен от която и да е от посочените дейности и за предоставяне на компетентните органи на подходяща информация, даваща възможност за вземане на решения относно приемливостта на риска, свързан с усъвършенстване на предприятието или заобикалящия предприятието район или транспортните пътища.

В случаите, когато резултатите от КОР ще подпомогнат процеса на взимане на решения, същите трябва да бъдат проверими, възпроизводими и сравними. Тези изисквания поставят необходимостта от възприемане на аналогични изходни точки, модели и изходни данни при извършването на КОР. В най-добрия случай, различията между резултатите от КОР се дължат единствено на различия между отнасящите се до процесите и обектите информационни данни. През последните години бяха публикувани различни документи, посветени на проблема за постигането на сравнимост в рамките на изчисленията от обхвата на КОР. Комитетът за предотвратяване на бедствия и аварии (КПБА) публикува три документа, съдържащи описания на методите, които трябва да бъдат използвани при изчисленията от КОР, по-специално т.нар. Червена, Жълта и Зелена книга. Предназначението на Червената книга, съдържаща описание на методите за определяне и обработка на вероятностите, е да подпомага процеса на разработването на сценарии, имащи за резултат настъпването на събития със “загуба на херметичност” [CPR12E]. В Жълтата книга са описани модели за охарактеризиране на изтичането и разсейването на опасните вещества в околната среда [CPR14, CPR14E] а заключителната Зелена книга е посветена на ефектите при излагането на хора на въздействието на отровни вещества, топлинно излъчване и свръхналягане [CPR16].

Трите книги осигуряват информация от научно естество за целите на КОР, базирана на съвременното състояние на познанието във въпросната област. Въпреки това, въпросната информация не е достатъчна за извършването на пълни изчисления в рамките на КОР. Налице е необходимост от допълнителна информация, например, информация, отнасяща се до програмните решения, или данни, които на този етап научното познание (все още) не третира в адекватна степен. Обикновено, по отношение на този тип данни се възприемат чрез консенсус стандартни стойности в резултат на дискусии между представителите на индустрията, компетентните органи и централната власт. Резултатите от подобни дискусии бяха публикувани в поредица от документи [КО 9, КО 12, КО 20-2, КО 24-2, IPO]. Обемистата съвкупност от публикувани през годините документи, обаче, и наличието на често припокриващи се един с друг документи, обуслови необходимостта от тяхното обединяване в един документ, който да обобщава натрупания при провеждането на анализите за КОР опит. Крайният резултат от това усилие се олицетворява от настоящия документ, озаглавен “Ръководство за количествена оценка на риска”, в който са поместени всички необходими изходни параметри и данни за извършване на изчисленията от КОР. Настоящият документ е организиран по начин, наподобяващ последователността при извършване на изчисленията от КОР, т.е. започвайки с подбора на инсталациите и дефиниране на събитията със “загуба на съдържание” и

преминавайки към изчисляване на разсейването и въздействията до заключителното представяне на резултатите.

Подборът на инсталациите е описан в Раздел 2. Предвид на това, че общият брой на инсталациите на територията на дадено предприятие може да бъде твърде голям и не всички инсталации допринасят съществено за формирането на риска, не е целесъобразно включването на всички инсталации в КОР. В тази връзка е описан метод за подбор, чрез който се определя кои от инсталациите имат най-съществен принос за риска в съответното предприятие.

Събитията със “загуба на съдържание” са описани в Раздел 3. Дефинирани са типови(общи) събития със “загуба на съдържание” и честотите на отказите за известен брой стандартни инсталации, такива като резервоари за съхранение, транспортни средства, тръбопроводи и товарачни съоръжения. Обикновено, при изчисленията, свързани с обхвата на КОР се използват типови стойности. Независимо от това, възможно е да се прибегне до използване на информация за модифициране, която има конкретно отношение към съответния обект и е в съответствие с данните за събитията и честотите на отказите.

Независимо, че моделите за изчисляване на изтичането и разсейването на опасни вещества са описани изчерпателно в Жълтата книга [CPR14E], остават някои неразгледани въпроси, например тези за влиянието на системите за подтискане на емисиите върху изтичането и разсейването на опасните вещества, променливите във времето изпускания и възпламеняването на запалимите облаци. Налице е и потребност от избор на стандартни стойности за местонахождението и направлението на изпускането и метеорологичните параметри. Тези и други аспекти на моделите са предмет на разглеждане в Раздел 4.

Въздействието на токсичните вещества, пожарите и експлозиите върху човека са описани в Раздел 5. Информацията в този раздел е до голяма степен взаимствана от Зелената книга [CPR16]. Независимо от това, в Раздел 5 е посочено и по какъв начин при изчисленията за КОР трябва да бъде взета под внимание защитата на онази част от населението, която по време на инцидентите се намира “на закрито”. Освен това, поместени са и някои указания относно наблюдението на населението, което се намира в близост с местата, в които протичат дейности с участието на опасни вещества.

Раздел 6 съдържа изчислителен метод, който илюстрира изчисленията за определяне, както на индивидуалния риск, така и на риска за обществеността. Този раздел има за цел да онагледи принципите на изчисленията при КОР. Същият не предоставя пълно описание на установен обхват от изчислителни правила. Поместени са и указания относно представянето на индивидуалния риск и риска за обществеността.

Заключителните Раздели 7-9 отразяват няколко аспекта, свързани с проучването за КОР. Раздел 7 е посветен на анализа на риска за околната среда и съдържа обща информация за прилагането на модела PROTEUS. Раздел 8 разглежда въпроса за използването на нови модели, а Раздел 9 третира някои от аспектите на несигурността на изчисленията при КОР.

Представените в настоящия документ числени данни са определени чрез консенсус след дискусии между представителите на промишлеността, компетентните органи и централната власт. В много от случаите, числените данни се основават на предходни решения, формирани при възможно най-добро оползотворяване на съществуващата към момента на тяхното вземане информация. Някои от разделите са придружени с приложения, отпечатани под заглавието “Коментар”, в които са обосновани причините за възприемането на едни или други данни. Коментарната част третира мотивите зад някои от взетите решения и базата на конкретните данни и тяхната валидност.

В заключение трябва да отбележим, че информацията от настоящия документ трябва да се използва единствено като ориентир във връзка с извършването на изчисленията за КОР. Извършващите КОР могат да се отклоняват от поместените в документа препоръки, ако особеностите на местно ниво диктуват такава необходимост. Въпросните отклонения трябва да се съгласуват и одобряват от компетентните органи, а докладът от КОР трябва да отразява мотивите за подобни отклонения.

2. ПОДБОР НА ИНСТАЛАЦИИТЕ ЗА КОЛИЧЕСТВЕНА ОЦЕНКА НА РИСКА (КОР)

2.1. Въведение

Количествената оценка на риска (КОР) е ценно средство за определяне на риска от употребата, обработката, транспорта и съхранението на опасни вещества. КОР се извършва в случаите, когато се счита, че на дадено място има наличие на опасни вещества (например промишлени обекти и транспортни маршрути) в количества, които могат да представляват опасност за заобикалящата среда. КОР представлява неразделна част от Доклада за безопасност, която има за цел да онагледи риска, причинен от съответното предприятие и да предостави на компетентния орган подходяща информация за оценяване на нарастването на риска и вземането на решение относно приемливостта на риска от дейността, извършвана на територията на предприятието или в заобикалящия го район. Доклад за безопасност се изготвя в случаите, когато количеството на опасните вещества, които могат да съществуват в дадено предприятие, надхвърля предписаната гранична стойност [EU96]. Процедурата, чрез която се определя дали съществува категорична необходимост от изготвяне на Доклад за безопасност, е описана в Директива на Съвета 96/82/ЕО от 9 декември 1996 за контрол на рисковете от големи аварии поради опасни вещества [EU96]^a. Процедурата е описана в Приложение 2.А.

Общият брой на инсталациите от дадено предприятие, за които трябва да се изготви Доклад за безопасност, може да бъде твърде голям. Предвид на това, че не всички инсталации допринасят съществено за формирането на риска, не е целесъобразно включването на всички инсталации в КОР. В тази връзка е разработен метод за подбор (чието описание следва по-долу), чрез който се определя кои от инсталациите имат най-съществен принос за риска в съответното предприятие. Това са инсталациите, които трябва да бъдат взети под внимание при КОР.

Методът за подбор на предназначените за включване в КОР инсталации има обобщен характер и, следователно, трябва да се разглежда единствено като ориентир [NR]. Като следствие от това, някои инсталации могат да бъдат неоснователно пропуснати. Показателни примери в това отношение са съоръженията за товарене и разтоварване, свързващите тръбопроводи между технологичните инсталации, страничните продукти от процесите, продуктите, образували се в резултат на изгаряне по време на пожарите, продуктите от изгарянето и продуктите от неконтролируемите химични реакции.

Инсталациите за включване в КОР трябва да се подбират след консултации между операторите на предприятията и компетентните органи. Операторите на предприятията извършват изчисленията, необходими за целите на подбора на инсталациите. Въпреки това, подборът на инсталациите е изключително задължение на компетентните органи. Компетентните органи са тези, които решават дали да включат в КОР инсталации, които не са били избрани с помощта на тук описания метод.

Методът за подбор се отнася единствено до инсталациите, за които трябва да се изготви Доклад за безопасност. В случаите, когато се извършва КОР за транспортни маршрути или други обекти, в КОР трябва да бъдат включени абсолютно всички инсталации. Независимо от това, и в тези случаи компетентният

^a Тази препратка трябва да се замени с обозначението на съответния документ от холандското законодателство в момента на неговото появяване.

орган може да прецени по целесъобразност необходимостта от прилагане на конкретния метод за подбор.

Методът за подбор е разгледан в настоящия раздел. Приложение 2.Б съдържа примерни изчисления.

2.2. Изключване на конкретни вещества

Съгласно член 9, алинея 6 от Директива на Съвета 96/82/ЕО за контрол на рисковете от големи аварии, включващи опасни вещества [EU96], някои вещества, намиращи се в състояние, в което не биха създали опасност от предизвикване на големи аварии, могат да бъдат изключени от Доклада за безопасност и, следователно, от изчисленията при КОР. Отговорност за подобно решение носи компетентният орган. Критериите за решението, съгласно което веществата се намират в състояние, в което не биха създали опасност от предизвикване на големи аварии, се съдържат в Решението на Комисията относно хармонизираните критерии за изключване съгласно член 9 от Директива на Съвета 96/82/ЕО за контрол на рисковете от големи аварии поради опасни вещества [EU98]. Дадено особено опасно вещество може да бъде изключено от разглеждане при условие, че е доволен поне един от следните обобщени критерии:

1. Агрегатно състояние на веществото

Вещества в твърдо агрегатно състояние, за които, както при нормални, така и при несъответстващи на нормалните условия, каквито могат да бъдат разумно предвидени, не е възможно изпускане на вещество или отделяне на енергия, които могат да създадат риск от голяма авария.

2. Съхранение и количества

Вещества, опаковани или съхранявани по такъв начин и в такива количества, при които в случай на максимално изпускане при всякакви обстоятелства, не могат да създадат риск от голяма авария.

3. Разположение и количества

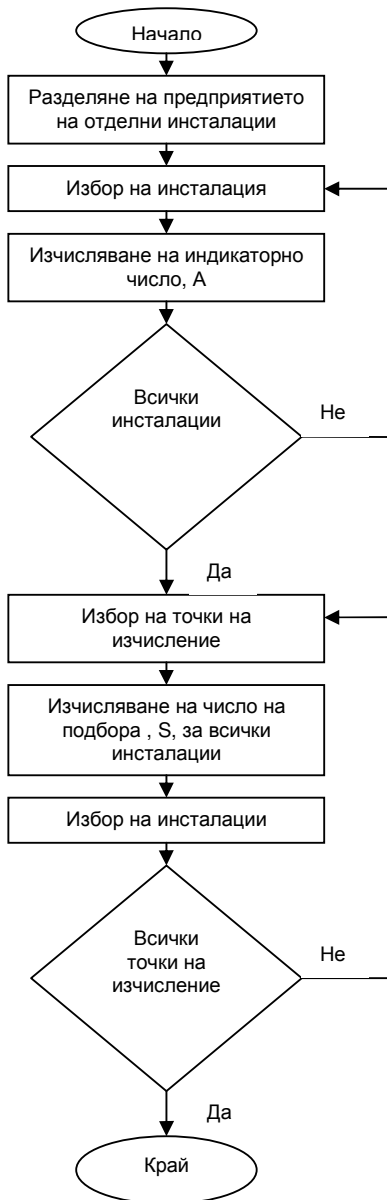
Вещества, налични в такива количества и намиращи се на такива разстояния от други опасни вещества (в предприятието или другаде), при които същите не могат нито да създадат риск от голяма авария сами по себе си, нито да инициират голяма авария с участието на други опасни вещества.

4. Класификация

Вещества, които са дефинирани като опасни вещества по силата на типовата класификация в Приложение 1, Част 2 от Директива на Съвета 96/82/ЕО, но не могат да създадат риск от голяма авария и чиято типова класификация, следователно е неподходяща за целта.

2.3. Метод за подбор

В случаите, когато в Доклада за безопасност трябва да се включи Количествена оценка на риска, не е необходимо да се извършва оценка на риска за всичките инсталации от дадено предприятие. Важно е, въпреки това, да се вземат под внимание всички инсталации, имащи съществен принос към риска, причинен от предприятието като цяло. В тази връзка бе разработен метод за подбор, вземащ под внимание количеството от веществото, налично в дадена инсталация и условията на процеса и чрез този метод се определя кои инсталации ще бъдат включени в КОР. На Фигура 2.1 е илюстриран метода за подбор, който включва следните елементарни стъпки:



Фиг.2.1 Схематично представяне на метода за подбор

1. Предприятието е подразделено на определен брой независими инсталации в съответствие с процедурата от Раздел 2.3.1.

2. За всички инсталации се определя свойствената им опасност, дължаща се на наличното количество от опасно вещество, условията на процеса и опасните свойства на веществото. Размерът на тази опасност се измерва с индикаторното число А. То се изчислява в съответствие с процедурата от Раздел 2.3.2.

3. Опасността от дадена инсталация се изчислява за известен брой точки в заобикалящия предприятието район. Опасността за дадена точка се получава въз основа на индикаторното число и разстоянието между точката и инсталацията. Размерът на опасността в дадена точка се обозначава с числото на подбора S, който се изчислява в съответствие с процедурата от Раздел 2.3.3.

4. Инсталациите за целите на анализа при КОР се подбират въз основа на относителната големина на числото на подбора в съответствие с процедурата от Раздел 2.3.4.

2.3.1. Дефиниране на инсталациите в предприятието

Първата стъпка от метода за подбор се състои в разделяне на предприятието на определен брой независими инсталации. Това е сложен процес, който може да бъде тълкуван нееднозначно. Настоящият раздел предоставя някои насоки.

Един от най-важните критерии за дефиниране на “обособена (отделна) инсталация” е, че “загубата на херметичност” на една инсталация не води до изпускане на значителни количества от вещества от други инсталации. В тази връзка, две инсталации се разглеждат като “обособени”, ако същите могат да бъдат изолирани една от друга максимално бързо след възникването на авария.

Прави се разграничение между два различни типа инсталации, т.е. инсталациите, в които протичат технологични процеси, и инсталациите, където се извършва за съхранение. Инсталациите от първия тип могат да се състоят от няколко резервоара, тръбопроводи или друго подобно оборудване. Предвидената за съхранение инсталация, например резервоар за съхранение, винаги се разглежда като “обособен(отделен)” обект. В много случаи инсталацията за съхранение е оборудвана с устройства от рода на рециркулационни системи и топлообменници, които осигуряват съхраняване на веществата при предписаните условия на съхранение. Въпреки това, дадена инсталация се разглежда като инсталация за съхранение дори когато същата не разполага с изброените устройства. Класифицирането на транспортните средства в дадено предприятие е описано в Раздел 2.3.5.

Поради факта, че подразделянето на обособени (отделни) инсталации е сложен процес, за целесъобразно се счита провеждането на консултации между оператора на предприятието и компетентния орган.

2.3.2. Изчисляване на индикаторното число А

Характерната за дадена инсталация опасност зависи от наличното количество на опасното вещество, физичните и токсикологичните свойства на веществото и конкретните условия на процеса. Индикаторното число **A** се изчислява като мярка за присъщата на инсталацията опасност.

Индикаторното число **A** за дадена инсталация е безразмерна величина, която се дефинира като:

$$A = Q \times O_1 \times O_2 \times O_3 / G$$

където:

Q е наличното количество от веществото в инсталацията (kg), както е описано в Раздел 2.3.2.1.

O_i са коефициенти, отнасящи се до условията на процеса (-), както е описано в Раздел 2.3.2.2.

G е граничната стойност (kg), както е описано в Раздел 2.3.2.3.

2.3.2.1. Налично количество от веществото, Q

Наличното количество от дадено вещество в инсталацията представлява сумарното количество от веществото, намиращо се в границите на съответната инсталация, при което трябва да се вземе в предвид желаното или нежеланото получаване на вещества по време на технологичния процес, включително при възможна загуба на контрол върху процеса. В сила са следните правила:

- Смесите и препаратите могат да бъдат подразделени в две различни групи, т.е. (1) опасно вещество в неопасен разтворител и (2) смес от опасни вещества.
 - (1) Ако опасно вещество е разтворено в неопасно вещество, трябва да се вземе под внимание само количеството на опасното вещество. Като примери за това могат да се посочат разтворите на амоняк във вода и на хлороводород във вода. Смесите и препаратите от токсични вещества трябва да се вземат под внимание в процеса на подбора само, ако съответната смес или препарат е класифицирана / класифициран като (силно) токсична / токсичен.
 - (2) В случаите, когато дадена смес от различни опасни вещества притежава собствени физични, химични и токсикологични свойства, сместта трябва да бъде разглеждана по същия начин, както чистите вещества.
- В случаите, когато опасните вещества се съхраняват в малки опаковъчни единици на едно място и е вероятно да се получи загуба на съдържанието на голям брой опаковъчни единици едновременно, трябва да се вземе под внимание сумарното количество на съхраняваното на това място вещество. Като примери може да посочим съхраняването на експлозивни или пиротехнически материали и освобождаването на токсични продукти от изгаряне в случай на пожар.
- По отношение на токсичните вещества в твърдо агрегатно състояние, под внимание трябва да се вземе само количеството на праха, който може да бъде вдишан. Трябва да се отчете и възможността от възникване на пожари.

Евентуален пожар би довел до отделянето на продукти на изгарянето и отделяне на известно количество неизгорял прах във въздуха.

- Резервоарите за съхранение могат да бъдат използвани за съхраняване на различни вещества по различно време. Ако голям брой различни вещества се прехвърлят (транспортират) от предприятието е полезно веществата да се класифицират и да се работи с вещества-образци по отношение на всяка от категориите при КОР. [VVoW95] съдържа описание на примерен метод за класифициране на веществата. Трябва да отбележим, че ако дадено вещество представлява значителна част от общото количество на веществата на територията на предприятието, съответното вещество трябва да бъде разгледано поединично.

2.3.2.2. Коефициенти за условията на процеса, Q_i

За отчитане на влиянието на условията на процеса се използват три различни коефициенти:

Q_1 е коефициент за отчитане на типа на инсталациите, т.е. инсталации, в които протичат технологични процеси и инсталации, в които се съхраняват опасни вещества;

Q_2 е коефициент, отчитащ влиянието на разположението на инсталациите;

Q_3 е коефициент, отчитащ количеството на веществото в газова фаза в периода след изпускането, въз основа на температурата на процеса, точката на кипене при атмосферно налягане, фазата на веществото и температурата на околната среда.

Коефициентите за отчитане на условията на процеса се отнасят само за токсични и запалими вещества.

За експлозивни вещества $Q_1 = Q_2 = Q_3 = 1$.

2.3.2.2.1. Коефициент Q_1

Коефициент Q_1 (виж Таблица 2.1) отчита вида на инсталацията, т.е. дали е инсталация, в която протича технологичен процес (инсталация за преработка), или е такава, в която се съхраняват опасни вещества и препарати.

Таблица 2.1: Коефициент Q_1 , отчитащ типа на инсталацията

Тип	Q_1
Инсталация за преработка	1
Инсталация за съхранение	0,1

2.3.2.2.2. Коефициент Q_2

Коефициент Q_2 (виж Таблица 2.2) отчита разположението на инсталацията на територията на предприятието и наличието на предпазни мерки за предотвратяването на разпространяването на веществата в околната среда.

Таблица 2.2: Коефициент Q_2 , отчитащ разположението на инсталацията

Тип	Q_2
Открита инсталация	1,0
Капсулована инсталация	0,1
Инсталация, разположена в обваловка и температурата на процеса , T_p , в която е по-ниска от точката на кипене при атмосферно налягане T_{bp} плюс $5^\circ C$, т.е. $T_p \leq T_{bp} + 5^\circ C$	0,1
Инсталация, разположена в обваловка и температурата на процеса , T_p , по-висока от точката на кипене при атмосферно налягане T_{bp} плюс $5^\circ C$, т.е. $T_p > T_{bp} + 5^\circ C$	1,0

Забележки:

1. При съхранението, температурата на процеса трябва да се разглежда като температура на съхранението.
2. Капсуловането на инсталацията предотвратява изпускането на вещества в околната среда. Това означава, че (а) капсулованата конструкция трябва да остава незасегната под въздействието на физичното напрежение, получено в резултат на внезапно изпускане на съдържанието на инсталацията и (б) капсулованата конструкция трябва да намалява в значителна степен емисиите към атмосферата.
Практически съвет: ако капсулованата конструкция намалява замърсяването на атмосферата от източника повече от 5 пъти, или ако същата пренасочва емисията към безопасен изход, инсталацията се разглежда като капсулован тип инсталация (в противен случай инсталацията се счита за открита).
3. Обваловката предотвратява разпространяването на веществото в околната среда.
4. Всеки втори обем, предназначен да задържа течността и да понася всички възможни натоварвания, се възприема като обваловка, $Q_2 = 0,1$. Коефициентът 0,1 се прилага при двустенните резервоари за съхранение при атмосферно налягане, херметически затворени резервоари за съхранение при атмосферно налягане, подземните и полуподземните резервоари за съхранение при атмосферно налягане.

Таблица 2.2: Коефициент Q_2 , отчитащ разположението на инсталацията

Тип	Q_2
Открита инсталация	1,0
Капсулована инсталация	0,1
Инсталация, разположена в обваловка и температурата на процеса, T_p , в която е по-ниска от точката на кипене при атмосферно налягане T_{bp} плюс 5°C , т.е. $T_p \leq T_{bp} + 5^\circ\text{C}$	0,1
Инсталация, разположена в обваловка и температурата на процеса, T_p , по-висока от точката на кипене при атмосферно налягане T_{bp} плюс 5°C , т.е. $T_p > T_{bp} + 5^\circ\text{C}$	1,0

2.3.2.2.3. Коефициент Q_3

Коефициент Q_3 (виж Таблица 2.3) отчита условията на процеса и представлява мярка за количеството вещество, което се намира в газова фаза в периода след неговото изпускане.

Таблица 2.3: Коефициент Q_3 , отчитащи условията на процеса

Фаза	Q_3
Вещество в газова фаза	10
Вещество в течна фаза	
- Налягане на наситените пари (при температурата на процеса) 3 bar или по-високо	10
- Налягане на наситените пари (при температурата на процеса) между 1 и 3 bar	$X + \Delta$
- Налягане на наситените пари (при температурата на процеса) по-ниско от 1 bar	$P_i + \Delta$
Вещество в твърда фаза	0,1

Забележки:

1. При съхранение, температурата на процеса трябва да се разглежда като температура на съхранението.
2. Наляганията са абсолютни.
3. Коефициентът X нараства линейно от 1 до 10 с нарастване от 1 до 3 bar на налягането на наситените пари (при температурата на процеса), P_{sat} . В уравнението, където P_{sat} е дадено в bar:

$$X = 4.5 \times P_{sat} - 3,5$$

4. P_i е равно на парциалното налягане на парите (в bar) на веществото (при температура на процеса).

5. Ако изпуснатото вещество е в течна фаза, се добавя коригираща стойност Δ , отчитаща допълнителното изпарение в резултат на топлинния поток от околната среда към образувалата се локва. Стойността на Δ (виж Таблица 2.4) зависи единствено от точката на кипене при атмосферно налягане, T_{bp} .

Таблица 2.4. Коригираща стойност Δ , отчитаща изпарението от образувалата се локва

	Δ
$-25^{\circ} \text{C} \leq T_{bp}$	0
$-75^{\circ} \text{C} \leq T_{bp} < -25^{\circ} \text{C}$	1
$-125^{\circ} \text{C} \leq T_{bp} < -75^{\circ} \text{C}$	2
$T_{bp} < -125^{\circ} \text{C}$	3

При смеси от опасни вещества се работи с т. нар. 10%-тна точка на кипене, т.е. температурата, при която са се отдестилирани 10% от сместа.

6. За опасни вещества, разтворени в неопасни разтворители, като налягане на наситените пари при температурата на процеса се взема парциалното налягане на парите на опасното вещество (при температура на процеса). Коефициентът X нараства линейно от 1 до 10, ако парциалното налягане на парите на опасното вещество (при температура на процеса) нараства от 1 до 3 bar.

7. Коефициент Q_3 е ограничен до минимална стойност 0,1 и максимална стойност 10.

2.3.2.3. Гранична стойност, G

Граничната стойност G е мярка за опасните свойства на веществото, основаваща се, както на физичните му свойства, така и на токсичността/ експлозивността/ запалимостта на веществото.

2.3.2.3.1. Гранична стойност за токсични вещества

Граничната стойност за токсичните вещества (виж Таблица 2.5) се определя чрез средната летална концентрация LC_{50} (плъхове, вдишване, 1 час) и вида на фазата при 25°C .

Забележки:

1. Фазата на веществото (газ, течност и твърдо вещество) се взема при температура 25°C . Освен това, при течностите е в сила следното подразделяне:

- Течности (L), точка на кипене при атмосферно налягане T_{bp} между 25 и 50°C
- Течности (M), точка на кипене при атмосферно налягане T_{bp} между 50 и 100°C

- Течности (Н), точка на кипене при атмосферно налягане T_{bp} над $100^{\circ}C$

2. LC_{50} (плъхове, вдишване, 1 час) е стойността на LC_{50} за плъхове, определена по метода чрез вдишване при експозиция в продължение на един час. Тази стойност за различни токсични вещества е посочена в базата от данни [IVM99].

3. Граничната стойност се взема от Таблица 2.5. За установяване на съответствие с Доклада за безопасност на труда граничните стойности за различни вещества се съдържат в [SZW97] и [RIVM99]. За някои канцерогенни вещества и в случаите, когато се използват нови данни за токсичността, тези стойности могат да се различават от показаните в Таблица 2.5

Таблица 2.5: Гранични стойности G за токсичните вещества

LC_{50} (плъхове, вдишване, 1 час) ($mg\ m^{-3}$)	Фаза при $25^{\circ}C$	Гранична стойност (kg)
$LC_{50} \leq 100$	газ	3
	течност (L)	10
	течност (M)	30
	течност (H)	100
	твърдо вещество	300
$100 < LC_{50} \leq 500$	газ	30
	течност (L)	100
	течност (M)	300
	течност (H)	1000
	твърдо вещество	3000
$500 < LC_{50} \leq 2000$	газ	300
	течност (L)	1000
	течност (M)	3000
	течност (H)	10000
	твърдо вещество	∞
$2000 < LC_{50} \leq 20000$	газ	3000
	течност (L)	10000
	течност (M)	∞
	течност (H)	∞
	твърдо вещество	∞
$LC_{50} > 20000$	всички фази	∞

2.3.2.4. Гранична стойност за запалими вещества

Граничната стойност за запалими вещества е 10 000 kg.

Забележка:

1. От гледна точка на системата за подбор, запалимите вещества се класифицират като вещества с температура на процеса равна на или по-висока от температурата на запалване (точка на запалване). Температурата на запалване се определя с помощта на апарата на Абел-Пенски, който дава възможност за определяне на температури на пламъка до 65°C включително, и апарата на Пенски-Мартенс, чрез който се определят температурите на пламъка над 65° C.

2.3.2.5. Гранична стойност за експлозивни вещества

Граничната стойност за експлозивни вещества е количеството от веществото (kg), което отделя количество енергия равно на 1000 kg TNT (тринитротолуол) (енергия на експлозията 4600 kJ/kg).

2.3.2.6. Изчисляване на индикаторното число

Индикаторното число A_i за веществото i на дадена инсталация се изчислява като:

$$A_i = Q_i \times O_1 \times O_2 \times O_3 / G_i$$

където:

Q_i е наличното количество от веществото i в инсталацията (kg)

O_1 е коефициент, отчитащ типа на инсталацията, т.е. за технологичен процес или за съхранение (-)

O_2 е коефициент, отчитащ разположението на инсталацията, т.е. капсулована, с обваловка или открита (-)

O_3 е коефициент, отчитащ условията на процеса (-)

G_i е граничната стойност за веществото i (kg)

При експлозивните вещества $O_1 = O_2 = O_3 = 1$ и следователно $A = Q / G$.

В рамките на дадена инсталация може да има различни вещества и условия на процеса. В такива случаи, за всяко от веществата i и за всяко от условията на процеса p се изчислява по едно индикаторното число $A_{i,p}$. Индикаторното число за цялата инсталация се изчислява като сума от всичките индивидуални индикаторни числа ($\sum_{i,p} A_{i,p}$). Тази сума се изчислява за три различни групи вещества поотделно, по-конкретно, за запалими (A^F), токсични (A^T) и експлозивни (A^E) вещества.

$A^T = \sum_{i,p} A_{i,p}$ (сума по отношение на всички токсични вещества и условия на процеса)

$A^F = \sum_{i,p} A_{i,p}$ (сума по отношение на всички запалими вещества и условия на процеса)

$A^E = \sum_{i,p} A_{i,p}$ (сума по отношение на всички експлозивни вещества и условия на процеса)

Дадена инсталация може да има най-много три различни индикаторни числа.

Забележка:

1. Ако дадено вещество принадлежи към повече от една група, индикаторното число се изчислява за всяка група поотделно. Например, ако дадено вещество е едновременно и токсично и запалимо, се изчисляват две индикаторни числа $A_{i,p}$:

- $A^T_{i,p}$ за токсично веществото, с използване на общото количество Q_i и граничната стойност G^T_i , съответстваща на токсичните свойства на веществото.
- $A^F_{i,p}$ за запалимо веществото, с използване на общото количество Q_i и граничната стойност, съответстваща на запалимите свойства, $G^F_i = 10\,000\text{ kg}$.

2.3.3. Изчисляване на числото на подбора S

Числото на подбора **S** е мярка за опасността от инсталацията, разположена в конкретен участък и се изчислява чрез умножаване на индикаторното число за дадена инсталация **A**, по коефициента $(100/L)^2$ за токсични вещества, и по коефициента $(100/L)^3$ за запалими или експлозивни вещества. И тук, за дадена инсталация може да съществуват три различни числа на подбора:

$S^T = (100/L)^2 A^T$ за токсични вещества

$S^F = (100/L)^3 A^F$ за запалими вещества

$S^E = (100/L)^3 A^E$ за експлозивни вещества

L е разстоянието от инсталацията до конкретния участък в метри, минимумът за което е 100 метра.

Числото на подбора трябва да се изчисли за всяка инсталация за минимум осем участъка на границата на предприятието. Разстоянието между два съседни участъка не трябва да бъде по-голямо от 50 метра. Числото на подбора трябва да се изчисли за цялата граница на предприятието, дори ако предприятието граничи с друго подобно предприятие. Ако предприятието граничи с повърхностни водни обекти, числото на подбора трябва да се изчисли за брега, разположен на срещуположната страна на предприятието.

Освен изчисленията за границата на предприятието, за всяка инсталация трябва да се определи числото на подбора **S** по отношение на участък от реално съществуващ или планиран населен район, разположен възможно най-близо до инсталацията.

2.3.4. Подбор на инсталации

Дадена инсталация се избира за целите на анализа за КОР, ако:

- Числото на подбора на инсталацията е по-голямо от единица в участък, разположен по границата на предприятието (или по срещуположния на инсталацията бряг) и по-голям от 50 % от максималното число на подбора за съответния участък.

или

- Числото на подбора на инсталацията е по-голямо от единица в участък от реално съществуващ или планиран населен район, разположен възможно най-близо до инсталацията.

Забележка:

1. Въздействията при изпускане на токсични вещества могат да са по-големи, отколкото въздействията при изпускането на запалими вещества. Ако са подбрани само инсталации със запалими вещества и ако числото на подбора за инсталация с токсично вещество е от същия порядък и големина, както максималното число на подбора на инсталациите със запалими вещества, в анализа трябва да се включи и инсталацията с токсични вещества.

2.3.5. Специфични проблеми

2.3.5.1. Тръбопроводи между технологичните звена

Големите свързващи тръбопроводи между технологичните звена в едно предприятие могат да допринесат значително за риска, предизвикан от него.

Например:

- Тръбопроводите между технологичните звена могат да бъдат разположени в близост до границата на предприятието;
- Тръбопроводите между технологичните звена могат да отделят големи количества вещества поради тяхната собствена вместимост или вследствие на захванването им от съдове, разположени над тях спрямо посоката на потока;
- Тръбопроводите между технологичните звена могат да се характеризират с високи честоти на отказа.

За целите на “метода на подбора” наличното количество се изчислява както следва:

- За тръбопроводи, съдържащи течности или чисти газове, наличното количество се възприема като равно на количеството в тръбопровода с дължина, която се получава при умножение на скоростта на течността или газа в тръбопровода по време равно на 600 s;
- За тръбопроводи, съдържащи втечнени газове под налягане, наличното количество е функция на диаметъра на тръбопровода и на веществото.

Наличното количество е равно на количеството, съдържащо се в тръбопровод с дължина, която се изпразва след 600 s. За редица еталонни вещества дължината на изпразнения тръбопровод е представена на Фигура 2.2. За всички други вещества, дължината може да се изчисли въз основа на физичните свойства на веществото, особено на налягането на парите при 10° С и избор на една от кривите на Фигура 2.2.

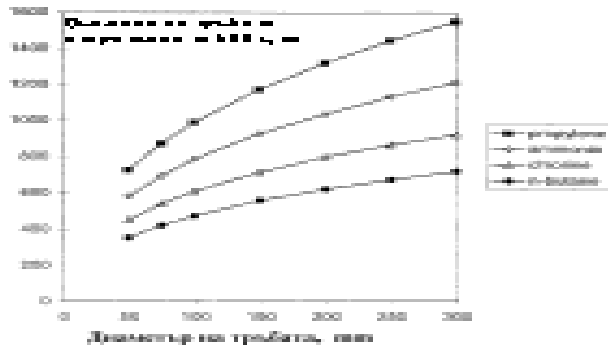
Ако изчислената дължина на тръбопровода надхвърля неговата действителна дължина, наличното количество е равно на количеството между два бързозатварящи се спирателни вентила, чрез които съответният тръбопровод бива изолиран в случай на авария. Счита се, че времето, необходимо за затваряне на двата спирателни вентила, трябва да е толкова кратко, че изпуснатото количество за времето, през което двата спирателни вентила са отворени, да е малко в сравнение с количеството, съдържащо се в пространството между спирателните вентили. Ако това не е изпълнено, количеството между двата спирателни вентила трябва да бъде коригирано с масата, изпусната за времето, когато двата спирателни вентила са отворени. Независимо от това, наличното количество не трябва да превишава количеството в дължината от тръбопровода, съответстващо на 600 s, умножено по скоростта на течността или газа, или дължината на тръбопровода, изпразвана след 600 s (втечени газове под налягане).

В сила са коефициентите, отнасящи се до условията на процеса $O_1 - O_3$. Даден тръбопровод между технологични звена трябва да се възприема като технологична инсталация с коефициент $O_1 = 1$. Стойностите на факторите O_2 и O_3 са дадени в Таблица 2.2 и Таблица 2.3. Подземно разположените тръбопроводи се разглеждат като капсуловани инсталации ($O_2 = 0,1$).

За изчисляване на числото на подбора трябва да се вземат под внимание различни точки от тръбопровода, за които се счита, че в тях се съдържа общото налично количество. Разстоянието между две съседни точки трябва да бъде приблизително равно на 50 метра.

За да се подберат тръбопроводи за анализ при КОР се прави разграничение между тръбопроводите, включени в разрешителното на предприятието, и тези, които не са включени във въпросното разрешително. Ако даден технологичен тръбопровод е включен в разрешителното, същият трябва да се третира така, както всички останали инсталации. Ако обаче, даден технологичен тръбопровод не е включен в разрешителното, първо се избират инсталациите без такива технологични тръбопроводи. Така се формира "списък от инсталации в предприятието". След това се извършва нов подбор за включване на технологичните тръбопроводи, които не са обект на разрешителното. Така се формира втори списък на технологични тръбопроводи, които трябва да бъдат взети под внимание при КОР.

Ако даден тръбопровод е бил избран въз основа на числото на подбора за едно или повече места, където има изпускане на емисии, общият свързващ технологичен тръбопровод трябва да се включи в КОР.



Фигура 2.2: Дължина от тръбопровода, изпразваща се след 600 s, при 10° C и двуфазно изтичане за някои еталонни вещества.

2.3.5.2. Товаро-разтоварни дейности

По време на товаро-разтоварни дейности, резервоарите за транспортиране са разположени на транспортното средство на територията на предприятието. За целите на процедурата по подбора трябва да бъдат взети под внимание три инсталации, по-конкретно: резервоарът за съхранение в транспортното средство, товарното съоръжение и свързващата инсталация на територията на предприятието. В сила са следните правила:

- Резервоарът за съхранение в транспортното средство се разглежда като “технологична инсталация”, ако времето, през което транспортното средство е свързано с технологична инсталация е по-малко от едно денонощие. Във всички останали случаи, резервоарът за съхранение в транспортното средство се възприема като “инсталация за съхранение”;
- Товарното съоръжение е технологична инсталация и трябва да бъде включено в КОР, ако е избрана или доставящата или приемната инсталация;
- Резервоарите за съхранение на корабите трябва да бъдат включени, ако присъствието на кораба е свързано с предприятието. За целите на подбора трябва да бъдат взети под внимание единствено веществата, участващи в дейностите по товаренето и разтоварването. Ако трябва да се вземе под внимание даден резервоар за съхранение на кораб, първо се избират инсталациите без резервоар за съхранение на кораба. Така се оформя “списък

от инсталации в предприятието”. След това се извършва нов подбор на инсталации като се включва и резервоара за съхранение на корабите. Така се оформя допълнителен списък от инсталации, които трябва да се вземе под внимание при КОР;

- Транспортните средства са налице само за част от времето. Макар, че това е от значение за КОР, същото не се взема под внимание при процедурата по подбора.

2.A.1. Общо описание на процедурата

Представената по-долу процедура, чрез която се определя съществува ли категорична необходимост от изготвяне на Доклад за безопасност, е предмет на разглеждане в Директива на Съвета 96/82/ЕО от 9 декември 1996 за контрол на рисковете от големи аварии, включващи опасни вещества [EU96]. Трябва да се отбележи, че тук съдържащото се общо описание е равностойно на едно съвсем кратко очертаване на рамките на въпросната процедура и не трябва да се схваща като процедурата в нейната цялост. Правилата и бележките в Приложение I към Директива на Съвета 96/82/ЕО от 9 декември 1996, които са предмет на разглеждане в 2.A.2, имат окончателен характер и, като такива, трябва да бъдат проучени съвсем внимателно.

Процедурата:

1. Определят се наличните вещества в предприятието. Под “наличие” на вещества се има предвид действителното или очакваното наличие на съответните вещества в предприятието, или наличие на онези вещества, за които се счита, че е възможно да се образуват при протичането на излезли от контрол химични процеси.

Забележки:

- Ако за дадено вещество има издадено разрешително, се счита, че веществото е в наличност
 - “Наличие” на вещество означава присъствие на съответното вещество на територията на предприятието в продължение на най-малко пет последователни дни или при честота, по-голяма от 10 пъти на година.
2. За всяко вещество x се определя , максималното налично или потенциално налично количество в даден момент от време, q_x .

Забележка:

- При наличие на разрешително за определено количество от веществото, същото се счита за налично.
3. Извършва се търсене на веществото x в таблицата от Част 1 от Приложение I.
 - Ако веществото x е поименно изброено в таблицата от Част 1, в колона 3 се определя съответното пределно количество Q_x (член 9).
 - Ако веществото x не е поименно изброено в таблицата от Част 1, се определя към коя категория от таблицата принадлежи съответното вещество. В колона 3 се отбелязва съответното пределно количество Q_x (член 9).
 4. За всяко вещество x се определя стойността q_x / Q_x . Ако $q_x / Q_x > 1$ за едно или няколко вещества, е необходимо да се изготви Доклад за безопасност.

5. Ако $q_x / Q_x < 1$ за всички вещества x , трябва да се изчисли сумата $q_1 / Q_1 + q_2 / Q_2 + q_3 / Q_3 + ..$ за две групи вещества поотделно, по-конкретно, за всички вещества, класифицирани в категориите 1, 2 и 9, и за всички вещества, класифицирани в категориите 3, 4, 5, 6, 7a, 7b и 8. Ако едната от двете суми е по-голяма от 1, е необходимо да се изготви Доклад за безопасност. Посочените вещества трябва да се класифицират и добавят в съответствие с категориите в таблицата от Част 2 с помощта на пределното количество Q_x от таблицата от Част 1.

Съществуват бази от данни, които предоставят класификацията на известен брой опасни вещества, например базата данни за веществата от RIVM [RIVM99].

2.A.2. Приложение I към Директива на Съвета 96/82/ЕО от 9 декември 1996

ПРИЛАГАНЕ НА ДИРЕКТИВАТА

ВЪВЕДЕНИЕ

1. Настоящото Приложение се прилага за наличието на опасни вещества в предприятията по смисъла на член 3 от настоящата директива и определя прилагането на имащите отношение към този въпрос членове от директивата.
2. Смесите и препаратите трябва да се третират по същия начин, както чистите вещества при условие, че попадат в граничните концентрации, установени съобразно техните свойства в съответствие с директивите, посочени в Част 2, Бележка 1, или техните най-нови адаптирани версии в съответствие с техническия прогрес, ако няма изрично упоменаване на друг процентен състав или друго описание.
3. Посочените по-долу пределни количества се отнасят до всички предприятия.
4. Количествените стойности, които трябва да бъдат взети под внимание във връзка с прилагането на съответните членове, представляват максималните налични или потенциални количества във всеки един момент от време. Наличните опасни вещества в дадено предприятие, съдържащи се в количества равни или по-малки от 2 % от съответното пределно количество, могат да не бъдат взети под внимание при изчисляването на общото налично количество, ако тяхното местонахождение в предприятието е такова, че не може да доведе до възникване на голяма производствена авария на друго място на територията на обекта.
5. Правилата, съдържащи се в Част 2, Забележка 4, относно добавянето на нови опасни вещества или категории опасни вещества, се прилагат по целесъобразност.

ЧАСТ 1

Поименно изброени вещества

В случаите, когато дадено вещество или група вещества, описани в Част 1, попадат и в някоя от категориите от Част 2, трябва да се използват пределните количества, посочени в Част 1.

Опасни вещества	Пределно количество (тонове) за целите на прилагането на	
	Членове 6 и 7	Член 9
	Колона 1	Колона 2
Амониев нитрат	350	2500
Амониев нитрат	1250	5000
Арсенов пентоксид, арсенова (V) киселина и/или нейните соли	1	2
Арсенов триоксид, арсениста (III) киселина и/или нейните соли		0,1
Бром	20	100
Хлор	10	25
Никелови съединения в подлежаща на вдишване прахообразна форма (никелов оксид, никелов диоксид, никелов сулфит, триникелов дисулфид, диникелов триоксид)		1
Етиленимин	10	20
Флуор	10	20
Формалдехид (концентрация $\geq 90\%$)	5	50
Водород	5	50
Хлороводород (втечен газ)	25	250
Оловни алкили	5	50
Втечени изключително запалими газове (включително втечени нефтени газове - ВНГ) и природен газ	50	200
Ацетилен	5	50
Етиленов оксид	5	50
Пропиленов оксид	5	50
Метанол	500	5000
4, 4 – метиленбис (2-хлоранилин) и/или солите, в прахообразна форма		0,01
Метилизоцианат		0,15
Кислород	200	2000
Толуен диизоцианат	10	100
Карбонил дихлорид (фосген)	0,3	0,75
Арсенов трихидрид (арсин)	0,2	1
Фосфорен трихидрид (фосфин)	0,2	1
Серен дихлорид	1	1
Серен триоксид	15	75
Полихлордибензофурани и полихлордибензодиоксини (включително TCDD), изчислени като TCDD еквивалент		0,001
Следните КАНЦЕРОГЕНИ: 4 – аминоксифенил и/или неговите соли, Бензидин и/или солите, Бис (хлорметилов) етер Хлорметил метилов етер, Диметилкарбамоил хлорид, Диметилнитрозомин, Хексаметилфосфорен триамид,	0,001	0,001

2- нафтиламин и/или солите, и 1,3 пропанесултон 4-нитродифенил Автомобилен бензин и други петролни етери	5000	50 000
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------	--------

ЗАБЕЛЕЖКИ

1. Амониев нитрат (350/2500)

Отнася се до амониев нитрат и амониево-нитратни съединения, в които азотното съдържание като резултат на амониевия нитрат е по-голямо от 28 % масови (съединения, различни от тези, посочени в Забележка 2), и до водните разтвори на амониевия нитрат, в които концентрацията на амониевия нитрат е по-голяма от 90 % масови.

2. Амониев нитрат (1250/5000)

Отнася се до еднокомпонентни торове на основата на амониевия нитрат, които удовлетворяват изискванията на Директива 80/876/ЕИО, и до смесени торове, в които азотното съдържание в резултат на амониевия нитрат е по-голямо от 28 % масови (смесените торове съдържат амониев нитрат и фосфат и/или поташ).

3. Полихлордibenзофуран и полихлордibenзодииоксини

Количествата полихлордibenзофуран и полихлордibenзодииоксини се изчисляват с помощта на следните коефициенти:

Международни коефициенти за токсичен еквивалент (ITEF) за представители на един род (NATO/CCMS)			
2,3,7,8-ТХДД	1	2,3,7,8-ТХДФ	0,1
1,2,3,7,8-ПХДД	0,5	2,3,4,7,8-ПХДФ	0,5
		1,2,3,7,8-ПХДФ	0,05
1,2,3,4,7,8-ХсХДД	0,1		
1,2,3,6,7,8- ХсХДД	0,1	1,2,3,4,7,8-ХсХДФ	0,1
1,2,3,7,8,9- ХсХДД	0,1	1,2,3,7,8,9- ХсХДФ	0,1
		1,2,3,6,7,8- ХсХДФ	0,1
1,2,3,4,6,7,8-ХпХДД	0,01	2,3,4,6,7,8- ХсХДФ	0,1
ОХДД	0,001	1,2,3,4,6,7,8-ХпХДФ	0,1
			0,01
		1,2,3,4,7,8,9-ХпХДФ	0,01
		ОХДФ	

(Т = тетра, Р = пента, Нх = хекса, Нр = хепта, О = окта)

ЧАСТ 2

Категории вещества и препарати, неупоменати конкретно в Част 1

Колона 1	Колона 2	Колона 3
Категории опасни вещества	Пределно количество (тонове) на опасните вещества съгласно член 3 (4), за целите на прилагането на	
	Членове 6 и 7	Член 9
1. СИЛНО ТОКСИЧНИ	5	20
2. ТОКСИЧНИ	50	200
3. ОКСИДИРАЩИ	50	200
4. ЕКСПЛОЗИВНИ (в случаите, когато веществото или препаратът отговарят на определението, дадено в Забележка 2 (а))	50	200
5. ЕКСПЛОЗИВНИ (в случаите, когато веществото или препаратът отговарят на определението, дадено в Забележка 2 (b))	10	50
6. ЗАПАЛИМИ (в случаите, когато веществото или препаратът отговарят на определението, дадено в Забележка 3 (а))	5000	50 000
7а. СИЛНО ЗАПАЛИМИ (в случаите, когато веществото или препаратът отговарят на определението, дадено в Забележка 3 (b)(1))	50	200
7б. СИЛНО ЗАПАЛИМИ течности (в случаите, когато веществото или препаратът отговарят на определението, дадено в Забележка 3 (b)(2))	5000	50 000
8. ИЗКЛЮЧИТЕЛНО ЗАПАЛИМИ (в случаите, когато веществото или препаратът отговаря на определението, дадено в Забележка 3 (c))	10	50
9. ОПАСНИ ЗА ОКОЛНАТА СРЕДА в комбинация с рискови фрази:		
(i) R50: Силно токсично за водни организми	200	500
(ii) R51: Токсично за водни организми, и R53: Може да причини трайни отрицателни изменения във водната околна среда	500	2000
10. Всички други вещества, свързани със следните рискови фрази:		
(i) R14: Реагира бурно с вода (включително R14/15)	100	500
(ii) R29: при контакт с вода отделя токсичен газ.	50	200

ЗАБЕЛЕЖКИ

1. Веществата и препаратите са класифицирани в съответствие със следните директиви (с последните изменения и допълнения) и техните адаптирани в съответствие с техническия прогрес версии:

- Директива на Съвета 67/548/ЕИО от 27 юни 1967 за сближаване на законите, подзаконовите актове и административните разпоредби относно класифицирането, опаковането и етикетирането на опасни вещества ^(b),

- Директива на Съвета 88/379/ЕИО от 7 юни 1988 за сближаване на законите, подзаконовите актове и административните разпоредби на държавите-членки относно класифицирането, опаковането и етикетирането на опасни препарати^(c),

- Директива на Съвета 78/631/ЕИО от 26 юни 1978 за сближаване на законите на държавите-членки относно класифицирането, опаковането и етикетирането на опасни препарати (пестициди)^(d).

В случаите, когато веществата и препаратите, не се класифицирани като опасни в съответствие с която и да било от горепосочените директиви, но въпреки това са налични или могат да бъдат налични на територията на дадено предприятие, и притежават или биха притежавали, при определени условия, характерни за него еквивалентни свойства от гледна точка на потенциала им да предизвикат големи аварии, трябва да се изпълняват процедурите за временно класифициране съгласно съответните членове от тези директиви.

В случаите на вещества и препарати, притежаващи свойства, които обуславят повече от една класификация, за целите на настоящата директива се вземат под внимание най-ниските пределни стойности.

За целите на настоящата директива трябва да се изготви списък, осигуряващ информация за веществата и препаратите, който да се актуализира и одобрява своевременно чрез процедурата, предвидена в член 22.

2. "Експлозивно" означава:

(a) (i) вещество или препарат, което/който създава риск от експлозия вследствие на удар, триене, пожар или други механизми за възпламеняване (рискова фраза R2),

(ii) пиротехническо вещество е вещество (или смес от вещества), предназначено да генерира топлина, светлина, звук, газ или дим, или комбинации от тези ефекти, посредством недетониращи, самоподдържащи се екзотермични химични реакции, или

(iii) експлозивно или пиротехническо вещество или препарат, съдържащ се в предмети;

^b ОВ No 196, 16.8.1967, стр. 1, Директива, последно изменение и допълнение, Директива 93/105/ЕО (ОВ No L 294, 30.11.1993, стр. 21).

^c ОВ No L 187, 16.7.1988, стр. 14.

^d ОВ No L 206, 29.7.1978, стр. 13, Директива, последно изменение и допълнение, Директива 92/32/ЕИО (ОВ No L 154, 5.6.1992, стр. 1).

(b) вещество или препарат, което/който създава изключителни рискове от експлозия вследствие на удар, триене, пожар или други механизми за възпламеняване (рискова фраза R3).

3. “Запалимо”, “силно запалимо” и “изключително запалимо” в категории 6, 7 и 8 означават:

(a) запалими течности:

вещества и препарати с температура на запалване равна или по-висока от 21° C и равна или по-ниска от 55° C (рискова фраза R10), поддържащи горенето;

(b) силно запалими течности:

1. – вещества и препарати, които могат да се нагорещят и да се запалят при контакт с въздуха при температурата на околната среда, без внасяне на допълнителна енергия (рискова фраза R 17),

- вещества, чиято температура на запалване е по-ниска от 55° C, и които остават в течно състояние под налягане, при което някои конкретни условия на обработка, такива като високо налягане или висока температура, могат да създадат опасности от големи аварии

2. вещества и препарати с температура на запалване по-ниска от 21° C, и които не са изключително запалими (рискова фраза R 11, втори абзац);

(c) изключително запалими газове и течности:

1. течни вещества и препарати с температура на възпламеняване по-ниска от 0° C, чиято температура на кипене (или в случай на температурни граници на кипене, начална температура на кипене), която при нормално налягане е по-ниска или равна на 35° C (рискова фраза R 12, първи абзац), и

2. газообразни вещества и препарати, които са запалими при контакт с въздуха при температура и налягане на околната среда (рискова фраза R 12, втори абзац), независимо дали се държат или не в газообразно или течно състояние под налягане, с изключение на втечените изключително запалими газове (включително ВНГ) и природния газ, упоменати в Част 1, и

3. течни вещества и препарати, намиращи се при температура по-висока от тяхната температура на кипене.

4. Сумирането на количествата на опасните вещества за определяне на наличното количество в дадено предприятие трябва да се извършва в съответствие със следното правило:

ако сумата

$$q_1/Q + q_2/Q + q_3/Q + q_4/Q + q_5/Q + \dots > 1,$$

където q_x = количеството от опасното вещество x (или категорията опасни вещества) съгласно Част 1 или 2 от настоящото Приложение.

Q = съответното пределно количество, съгласно Част 1 или 2, тогава предприятието е в съответствие с изискванията от настоящата директива.

Това правило остава в сила при следните обстоятелства:

(a) за вещества и препарати, фигуриращи в Част 1, в количества по-малки от техните индивидуални пределни количества, присъстващи заедно с вещества със същата класификация от Част 2, и прибавяне на вещества и препарати със същата класификация от Част 2.

(b) за прибавяне на категории 1, 2 и 9, присъстващи в предприятието заедно.

(c) за прибавяне на категории 3, 4, 5, 6, 7a, 7b и 8, присъстващи в предприятието заедно.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.Б. ПРИМЕРНО ИЗЧИСЛЯВАНЕ

2.Б.1. Описание на предприятието и инсталациите

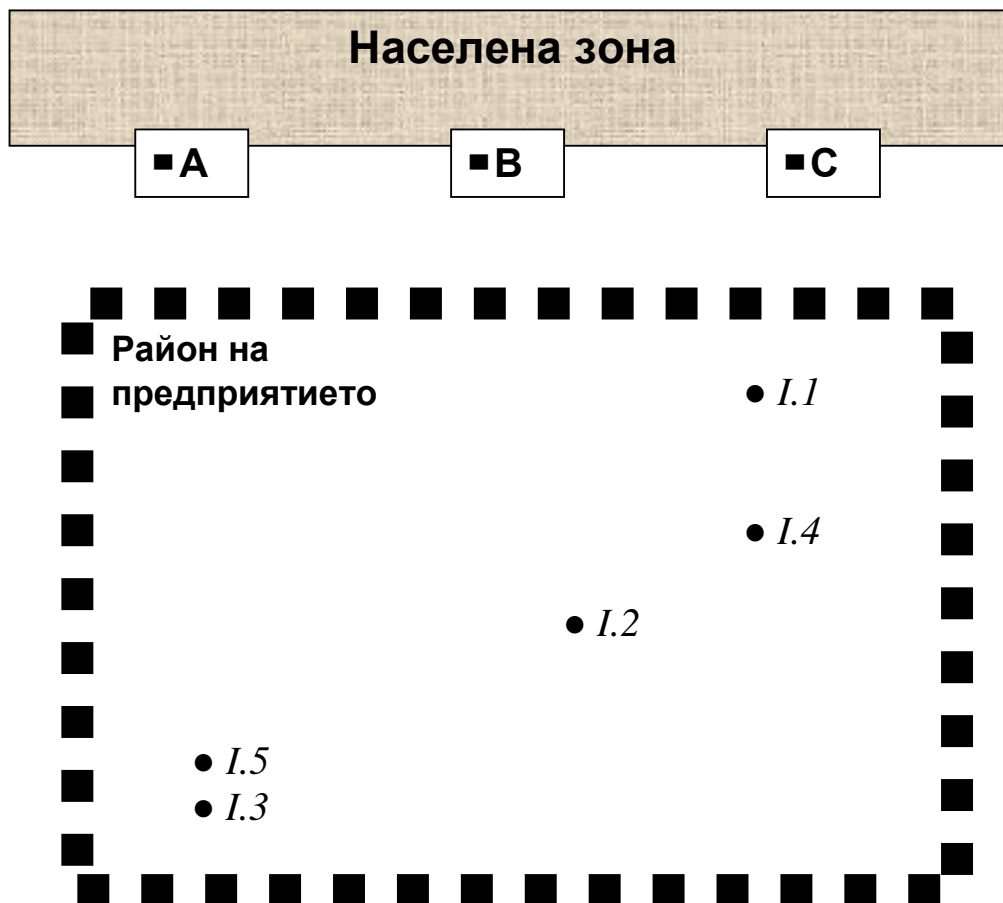
Едно предприятие включва пет обособени инсталации. Районът на предприятието има правоъгълна форма и е разположен между долната лява точка (- 400 m, - 200 m) и горната дясна точка (+ 300 m, + 300 m). На север от предприятието, на 400 m от неговия център, има населена зона.

Инсталациите, I_i , са описани в Таблица 2.Б.1.

Таблица 2.Б.1 Инсталации I_i на територията на предприятието

Но	Местонахождение	Процес
I_1	(200, 200)	Производствена инсталация, разположена във вътрешността на сграда, в която има наличие на чист хлор, в количество 2100 kg и при технологична температура 35° C (налягане на парите при посочената технологична температура: 10 bar)
I_2	(0, 0)	Разположена на открито производствена инсталация. В инсталацията има наличие от различни запалими вещества, които се намират при различни условия: Етилен: количество 200 000 kg, течност при - 30° C (налягане на парите 20 bar) Етан: количество 100 000 kg, газ при 80° C Бутан: количество 10 000 kg, газ при 30° C Пропилен: количество 10 000 kg, течност при - 35° C (налягане на парите 1,75 bar) Пропан: количество 50 000 кг, течност при 80° C (налягане на парите 31 bar)
I_3	(-300, -150)	Инсталация за съхранение на 30 %-тен разтвор на солна киселина във вода. Резервоарът за съхранение е разположен на открито и побира 1 500 000 kg разтвор при температура 25° C (парциално налягане на парите $P_i = 0,02$ bar)
I_4	(200, 100)	Резервоарът за съхранение е свързан с технологична инсталация, разположена във вътрешността на сграда, където протича обработката на 300 000 kg 30 %-тен разтвор на солна киселина във вода при температура 100° C (течност, парциално налягане на парите $P_i = 1,1$ bar)
I_5	(-300, -125)	Разположена на открито технологична инсталация, в която има наличие на чист амоняк (газ, 12 000 kg), 60 %-тен разтвор на амоняк във вода (9 000 kg разтвор при 43° C, парциално налягане на парите $P_i = 9.4$ bar). В инсталацията се използва бензин (1000 kg) при температура 150° C.

Схемата на разположение на инсталацията и населената зона е показана на Фигура 2.Б.1.



Фигура 2.Б.1. Схема на разположението на инсталацията и населена зона, показваща най-близко разположените до инсталацията точки (А-С). Посочени са местонахожденията (плътните окръжности) на инсталациите (I.1 – I.5) и местата (плътните квадратчета), за които се изчисляват числата на подбора. Позиции 1, 2, 3 ... и А-С съответстват на точките от Таблица 2.Б.5.

2.Б.2. Изчисляване на индикаторното число

2.Б.2.1. Инсталация I₁

Инсталация I₁ е технологична инсталация ($O_1=1$), разположена в сграда ($O_2=0,1$). Има наличие на едно вещество, хлор, в количество $Q=2100$ kg. Предвид на факта, че налягането на парите на хлора е по-високо от 3 bar, тогава $O_3=10$, Хлорът е токсично вещество, съществуващо в газова фаза при 25° C; LC₅₀ (плъхове, вдишване, 1 час) = 293 ppm [SZW97]. Граничната стойност G е равна на 300 kg. Следователно, $A^T_1 = 7$.

2.Б.2.2. Инсталация I₂

Инсталация I₂ е технологична инсталация (O₁=1), разположена на открито (O₂=1). Както може да се види от Таблица 2.Б.2, налице са пет различни комбинации от вещества и условия на процеса.

Таблица 2.Б.2 Комбинации от вещества и условия на процеса за инсталация I₂

Вещество	Q, (kg)	O ₃	G, (kg)	A ^F	Забележка
Етилен	200 000	10	10 000	200	1
Етан	100 000	10	10 000	100	2
Бутан	10 000	10	10 000	10	3
Пропилен	10 000	5,4	10 000	5,4	4
Пропан	50 000	10	10 000	50	5

Забележки:

1. Етиленът е запалимо вещество с налягане на парите по-високо от 3 bar при условията на процеса.
2. Етанът е запалимо вещество в газова фаза при условията на процеса.
3. Бутанът е запалимо вещество в газова фаза при условията на процеса.
4. Пропиленът е запалимо вещество. Налягането на парите на пропилен, P_i, е равно на 1,75 bar при температура на процеса T_p = - 35° C. От това следва, че X = 4,5 x 1,75 – 3,5 = 4,4. Температурата на кипене, T_{бр}, е равна на - 48° C. От това следва, че Δ = 1 и O₃ = 5,4.
5. Пропанът е запалимо вещество с налягане на парите по-голямо от 3 bar при условията на процеса.

2.Б.2.3. Инсталация I₃

Инсталация I₃ е за съхранение (O₁=0,1) и е разположена на открито (O₂=1). Количеството на наличния хлороводород е 1 500 000 kg 30 %-тен разтвор; Q=450 000 kg. Веществото, 30 %-тен разтвор на солна киселина във вода, е течност. Парциалното налягане на парите от опасното вещество, хлороводорода, е P_i = 0,02 bar; следователно X=0,02. Температурата на кипене на веществото, 30 %-тния разтвор на солна киселина във вода, е 57° C, от което следва, че Δ=0, Предвид на факта, че резултантната O₃ е по-малка от минималната стойност, 0,1 O₃=0,1. Хлороводородът е токсично вещество, което съществува в газова фаза при 25° C; LC₅₀ (плъхове, вдишване, 1 час) = 3124 ppm [SZW97]. Граничната стойност G е равна на 3000 kg. От това следва, че A^T₃=1,5.

2.Б.2.4. Инсталация I₄

Инсталация I_4 е технологична инсталация ($O_1=1$), разположена във вътрешността на сграда ($O_2=0,1$). Количеството на наличния хлороводород е 300 000 kg 30 %-тен разтвор; $Q=90\ 000$ kg. Парциалното налягане на парите на солната киселина е $P_i = 1,1$ bar при $T_p=100^\circ$ C. Коефициентът $X = 4,5 \times 1,1 - 3,5 = 1,5$. Температурата на кипене на веществото, 30 %-тния разтвор на солна киселина във вода, е 57° C, от което следва, че $\Delta=0$ и $O_3=1,5$. Граничната стойност G е равна на 300 kg, следователно $A^T_4=4,5$.

2.В.2.5. Инсталация I_5

Инсталация I_5 е технологична инсталация ($O_1=1$), разположена на открито ($O_2=1$). Налице са три комбинации от вещества и условия на процеса. Освен това, амонякът е токсичен и лесно запалим; и двете опасности трябва да се вземат под внимание. Комбинациите от вещества и условия на процеса са представени в Таблица 2.Б.3.

Таблица 2.Б.3 Комбинации от вещества и условия на процеса за инсталация I_5

Вещество	Q, (kg)	O_3	G, (kg)	A^F	A^T	Забележка
Амоняк, чист	12 000	10	3 000		40	1
Амоняк, чист	12 000	10	10 000	12		1
Амоняк, разтвор	5 400	10	3 000		18	2
Амоняк, чист	5 400	10	10 000	5,4		2
Бензин	1 000	10	10 000	1		3

Забележки:

1. При условията на процеса амонякът е газ. Граничната стойност за токсичното вещество амоняк е равна на 3000 kg, тъй като амонякът е газ при 25° C, а LC_{50} (плъхове, вдишване, 1 час) = 11 590 mg m⁻³ [SZW97]. Граничната стойност за запалимото вещество амоняк е равна на 10 000 kg.

2. Количеството на наличния в 9 000 kg разтвор амоняк е 60 % mass, $Q=5400$ kg. Предвид на факта, че парциалното налягане на парите е по-голямо от 3 bar, $O_3=10$, Граничната стойност за токсичното вещество амоняк е равна на 3000 kg, тъй като амонякът е газ при 25° C, а LC_{50} (плъхове, вдишване, 1 час) = 11 590 mg m⁻³ [SZW97]. Граничната стойност за запалимото вещество амоняк е равна на 10 000 kg.

3. Бензинът е запалимо вещество. Температурата на процеса е по-висока от 10 %-тната точка. Налягането на парите при 150° C подлежи на определяне. За целите на настоящия пример допускаме, че същото е по-високо от 3 bar. От това следва, че $O_3=10$.

2.Б.2.6. Обобщение

Резултатите от изчисляването на индикаторните числа са отразени в Таблица 2.Б.4.

Индикаторните числа са както следва:

Инсталация I₁: A^T=7

Инсталация I₂: A^F=365

Инсталация I₃: A^T=1,5

Инсталация I₄: A^T=4,5

Инсталация I₅: A^T=58, A^F=18,4

Таблица 2.Б.4 Индикаторни числа на инсталациите

Инсталация	Вещество	Тип	O ₁	O ₂	O ₃	Q, (kg)	G, (kg)	A _i
I ₁	хлор	T	1	0,1	10	2 100	300	7,0
I ₂	етилен	F	1	1	10	200 000	10 000	200,0
	етан	F	1	1	10	100 000	10 000	100,0
	бутан	F	1	1	10	10 000	10 000	10,0
	пропилен	F	1	1	5,4	10 000	10 000	5,4
	пропан	F	1	1	10	50 000	10 000	0,0
I ₃	30 % HCl	T	0,1	0,1	0,1	450 000	3 000	1,5
I ₄	30 % HCl	T	1	1	1,5	90 000	3 000	4,5
I ₅	амоняк (г)	T	1	1	10	12 000	3 000	40,0
	амоняк (р)	T	1	1	10	5 400	3 000	18,0
	амоняк (г)	F	1	1	10	12 000	10 000	12,0
	амоняк (р)	F	1	1	10	5 400	10 000	5,4
	бензин	F	1		10	1 000	10 000	1,0

2.Б.3. Изчисляване на числото на подбора

Числото на подбора трябва да се изчисли за точки от границата на обекта и от населената зона. Върху границата са подбрани 48 точки през интервали от по 50 метра (виж Фигурата). Освен това, за всяка инсталация се избира точката в района на комплекса, която се намира най-близо до инсталацията. Числото на подбора се определя от разстоянието на всяка точка до инсталацията (най-малко 100 метра). Резултатите са представени в Таблица 2.Б.5. За КОР бяха подбрани инсталации 1, 2 и 5.

Таблица 2.Б.5 Число на подбора за избраните позиции

№	x	y	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅ ^T	S ₅ ^F	Число на подбора
---	---	---	----------------	----------------	----------------	----------------	-----------------------------	-----------------------------	------------------

1	25	300	1,7	13,	0,0	0,6	2,0	0,1	2
2	75	300	2,7	12,3	0,0	0,8	1,8	0,1	2
3	§25	300	4,5	10,6	0,0	1,0	1,6	0,1	2
4	175	300	6,6	8,7	0,0	1,1	1,4	0,1	1,2
5	225	300	6,6	6,9	0,0	1,1	1,3	0,1	1,2
6	275	300	4,5	5,4	0,0	1,0	1,1	0,0	1,2
7	300	275	4,5	5,4	0,0	1,1	1,1	0,0	1,2
8	300	225	6,6	6,9	0,0	1,8	1,2	0,1	1,2
9	300	175	6,6	8,7	0,0	2,9	1,3	0,1	1,2
10	300	125	4,5	10,6	0,0	4,2	1,4	0,1	2
11	300	75	2,7	12,3	0,0	4,2	1,5	0,1	2
12	300	25	1,7	13,4	0,0	2,9	1,5	0,1	2
13	300	-25	1,2	13,4	0,0	1,8	1,6	0,1	2
14	300	-75	0,8	12,3	0,0	1,1	1,6	0,1	2
15	300	-125	0,6	10,6	0,0	0,7	1,6	0,1	2
16	300	-175	0,5	8,7	0,0	0,5	1,6	0,1	2
17	275	-200	0,4	9,3	0,0	0,5	1,7	0,1	2
18	225	-200	0,4	13,4	0,1	0,5	2,1	0,1	2
19	175	-200	0,4	19,4	0,1	0,5	2,5	0,2	2
20	125	-200	0,4	27,8	0,1	0,5	3,1	0,2	2
21	75	-200	0,4	37,5	0,1	0,4	4,0	0,3	2
22	25	-200	0,4	44,6	0,1	0,4	5,2	0,5	2
23	-25	-200	0,3	44,6	0,2	0,3	7,1	0,8	2
24	-75	-200	0,3	37,5	0,3	0,3	10,3	1,3	2
25	-125	-200	0,3	27,8	0,5	0,2	16,0	2,6	2,5
26	-175	-200	0,4	19,4	0,8	0,2	27,3	5,8	2,5
27	-225	-200	0,4	13,4	1,5	0,2	51,6	15,1	5
28	-275	-200	0,4	9,3	1,5	0,1	58,0	18,0	5
29	-325	-200	0,4	6,6	1,5	0,1	58,0	18,0	5
30	-375	-200	0,1	4,8	1,5	0,1	51,6	15,1	5
31	-400	-175	0,1	4,4	1,4	0,1	46,4	12,9	5
32	-400	-125	0,2	5,0	1,4	0,1	58,0	18,0	5
33	-400	-75	0,2	5,4	1,0	0,1	46,4	12,9	5
34	-400	-25	0,2	5,7	0,6	0,1	29,0	6,4	5
35	-400	25	0,2	5,7	0,4	0,1	17,8	3,1	5
36	-400	75	0,2	5,4	0,2	0,1	11,6	1,6	5
37	-400	125	0,2	5,0	0,2	0,1	8,0	0,9	2,5
38	-400	175	0,2	4,4	0,1	0,1	5,8	0,6	2,5
39	-400	225	0,2	3,8	0,1	0,1	4,4	0,4	2,5
40	-400	275	0,2	3,2	0,1	0,1	3,4	0,3	2,5
41	-375	300	0,2	3,3	0,1	0,1	3,1	0,2	2,5
42	-325	300	0,2	4,2	0,1	0,1	3,2	0,2	2,5
43	-275	300	0,3	5,4	0,1	0,2	3,2	0,2	2,5
44	-225	300	0,4	6,9	0,1	0,2	3,1	0,2	2
45	-175	300	0,5	8,7	0,1	0,2	3,0	0,2	2
46	-125	300	0,6	10,6	0,1	0,3	2,7	0,2	2
47	-75	300	0,8	12,3	0,1	0,4	2,5	0,2	2
48	-25	300	1,2	13,4	0,1	0,5	2,3	0,1	21
C	200	400	1,8						2
B	0	400		5,7					
A	-300	400			0,0				
C	200	400				0,5			
A	-300	400					2,1	0,12	5

Приложение 2.В. Коментар

Процедурата по подбор на инсталации за КОР е съобразена предимно с литературните източници [IPO], [КО 9], [КО 12], [КО 19-2] и [NR].

Успоредно с това, са извършени следните промени:

- В Раздел 2.2 са описани критериите за изключване на конкретни вещества от изчисленията при КОР. В член 9, алинея 6 от Директива на Съвета 96/82/ЕО е посочено, че някои вещества, намиращи се в състояние, в което същите не биха създали опасност от големи аварии, могат да се изключат от разглеждане в Доклада за безопасност [EU96]. Критериите, които трябва да бъдат прилагани, са описани в Решение на Комисията за хармонизираните критерии за изключване от разглеждане съгласно член 9 от Директива на Съвета 96/82/ЕО от 9 декември 1996 за контрол на опасностите от големи аварии, включващи опасни вещества [EU98]. В съответствие с това, въз основа на същите критерии бе взето решение за изключване на тези вещества от изчисленията при КОР.
- Раздел 2.3.2.1 третира правилото за определяне на потребността от вземане под внимание на смесите и препаратите, които съдържат токсични вещества. В това правило бяха внесени изменения. Съгласно старото правило, опасните вещества, съдържащи се в концентрации по-малки от 5 % можеха да не бъдат вземани под внимание. На мястото на това правило към момента се работи с граничните стойности от съответните директиви на ЕС [EU88].

В раздел 2.3.2.1 е изяснено друго нововъведение: възможността за използване на вещества-образци (еталонни вещества), което улеснява изчисленията при КОР в случаите на

- съхраняване на голям брой различни вещества в различни периоди от време.
- Коефициентът Q отчита условията на процеса и е мярка за количеството вещество в газова фаза след изпускането (виж Раздел 2.3.2.2.3). При изчисляването на O_3 се работи с величината Δ , която отчита допълнителното изпарение, настъпило поради топлинния поток от околната среда към образувалата се течна локва. Употребата на величината Δ се отклонява от извършваните по стария начин изчисления [P 172, IPO]. Съгласно [P 172, IPO] величината Δ се добавя само, ако температурата на процеса е по-ниска от температурата на околната среда. В текущия вариант това условие е изпуснато по две причини:
 - с добавянето на величината Δ се отчита допълнителното изпаряване, причинено от топлинния поток от околната среда към течната локва. Следователно, по-разумно е да се направи така, че стойността на Δ да не зависи от температурата на процеса, а само от разликата между температурата на кипене при атмосферно налягане и (неизменящата се) температура на околната среда.
 - на практика, това условие вероятно няма да бъде проверявано. Налягането на наситените пари, при температурата на процеса, за повечето вещества е по-високо от 3 bar, ако температурата на процеса е равна или по-висока от 25° C и температурата на кипене при атмосферно налягане е по-ниска от -25° C. При

по-високо от 3 bar налягане на наситените пари при температурата на процеса, **X** добива максимална стойност равна на 10,

- За вещества в течна фаза, коефициентът **X** се използва за изчисляване на коефициента **O₃** (виж Раздел 2.3.2.2.3). До неотдавна, използването на интерполация за коефициента **X** между 1 и 10 не бе регламентирана достатъчно ясно по отношение на разтворите на опасни вещества в неопасни разтворители. Тук се въвежда интерполацията, което създава възможност за по-голямо съответствие с чистите вещества.
- Начинът за изчисляване на граничната стойност **G** е взиман от [SZW97] (виж Раздел 2.3.2.3). Внесено е едно изменение: [SZW97] присвоява гранична стойност 1 kg на изключително токсичните вещества. По такъв начин, някои канцерогенни вещества имат гранична стойност 1 kg, макар че за същите не са характерни въздействия като остра токсичност. Тъй като КОР е ориентирана към краткосрочните летални въздействия, от разглеждане е изключена категорията на изключително токсичните вещества.
- Методът на подбор по отношение на големите тръбопроводи, използвани за връзка между технологичните звена, представлява нова процедура, която не е била описвана досега. Двухазната емисия се изчислява с помощта на PHAST V5.2 [DNV98]. Изтичането се изчислява за тръбопровод, свързан с голям технологичен съд със сферична форма, разположен на височина един метър. Масата на намиращия се под налягане втечен газ в съда е равна на 500 тона при степен на запълване 0,9 и температура $T = 282$ K. Дължината от тръбопровода, изпразнена за време 600 s, се определя итеративно. Като начало се приема дължината на тръбопровода. След това се изчислява масата на веществото, изпуснато в продължение на 600 s след разрушаването на тръбопровода. Накрая се извършва изчисляване на обема, съответстващ на масата на изпуснатото вещество и на дължината от тръбопровода, съответстваща на този обем. С помощта на новата дължина от тръбопровода, процедурата се повтаря до постигане на сходство на резултатите.
- В Приложение 2.A е описана процедурата за оценка на необходимостта от изготвяне на Доклад за безопасност. Процедурата е взимана от [EU96]. Забележката, визираща наличието на вещество в стъпка 1, не съществува в [EU96], но е взимана от [КО 12].

3. СЪБИТИЯ СЪС “ЗАГУБА НА СЪДЪРЖАНИЕ”

3.1. Въведение

В този раздел са описани събитията със “загуба на съдържание” (СЗС), които трябва да бъдат включени в КОР за стационарните обекти (предприятията). Пълната система от СЗС се състои от общи СЗС, СЗС при външно въздействие, СЗС при товарене и разтоварване и специфични СЗС.

Общи СЗС

Общите СЗС обхващат всички неизискващи обяснение причини за откази, например, корозия, конструктивни грешки, заваръчни дефекти или задръстване на отдушници на резервоари.

СЗС при външно въздействие

СЗС при външно въздействие се разглеждат изключително по отношение на транспортните средства. Приема се, че СЗС при външно въздействие с приложимост към стационарните инсталации и тръбопроводите са или вече включени в общите СЗС, или трябва да бъдат включени чрез добавяне на допълнителна честота на отказите.

СЗС при товарене и разтоварване

СЗС при товарене и разтоварване обхващат движението на материалите от транспортните средства към стационарните инсталации и обратно.

Специфични СЗС

Специфичните СЗС обхващат СЗС, отнасящи се до конкретните условия на процеса, проекта на процеса, материалите и схемата на завода. Като примери в това отношение могат да се упоменат излезлите извън контрол реакции и ефектите на доминото.

В КОР трябва да се включат единствено СЗС, които допринасят за формирането на индивидуалния риск и/или риска за обществеността. Това означава, че СЗС за дадена инсталация може да бъде взето под внимание единствено при положение, че са изпълнени две условия: (1) честотата на настъпване на събитието е равна или по-голяма от 10^{-8} за година и (2) причиняване на смърт (вероятност 1 %) има извън границите на предприятието или пътя за транспорт.

СЗС за предприятията са описани в Раздели 3.2.1 – 3.2.9.

3.2. Събития със “загуба на съдържание” в предприятия

Събитията със “загуба на съдържание” се дефинират по отношение на различни системи на територията на предприятието. Системите и техните СЗС са описани по-подробно в разделите, посочени в Таблица 3.1.

Таблица 3.1. СЗС за системите в предприятието

Система	Раздел
---------	--------

Стационарни резервоари и съдове под налягане	3.2.1
Стационарни резервоари и съдове при атмосферно налягане	3.2.2
Газови бутилки	3.2.1
Тръбопроводи	3.2.3
Помпи	3.2.4
Топлообменници	3.2.5
Устройства за аварийно понижаване на налягането	3.2.6
Складове	3.2.7
Места за съхраняване на експлозиви	3.2.8
Автоцистерни	3.2.9
Вагон-цистерни	3.2.9
Кораби	3.2.9

3.2.1. Стационарни резервоари и съдове под налягане

Измежду различните видове стационарни резервоари и съдове под налягане може да се разграничат съдове за съхранение под налягане, съдове за осъществяване на физични процеси и реакционни съдове.

Съдове за съхранение под налягане

Това са съдове за съхранение, във вътрешността на които абсолютното налягане е (значително) по-високо от 1 bar.

Съдове за осъществяване на физични процеси

Това са съдове, в които протичат промени на физичните свойства на веществата, например на температурата или фазата. Като примери за такива съдове можем да посочим ректификационните колони, кондензаторите и филтрите. Съдовете, в които се променя единствено нивото на течността могат да бъдат разглеждани като съдове за съхранение под налягане.

Реакционни съдове

В реакционните съдове протичат химични промени на веществата. Като примери за реакционни съдове можем да посочим реакторите с периодично или непрекъснато действие. Съдовете, в които протича бурно екзотермично смесване на вещества, трябва да се разглеждат именно като реакционни съдове.

В таблица 3.2 са отразени СЗС за трите току що изброени вида технологични съдове, а честотите на отказите за тези СЗС при стационарните съдове са отразени в Таблица 3.3.

Таблица 3.2 СЗС за стационарни съдове

СЗС за стационарни съдове

- G.1. Мигновено изпускане на цялото съдържание
 G.2. Продължително изпускане на цялото съдържание в продължение на 10 минути при постоянна скорост на изпускане
 G.3. Продължително изпускане през отвор с ефективен диаметър 10 mm

Таблица 3.3. Честоти на СЗС за стационарни съдове

Инсталация (част)	G.1 моментално	G.2 продължително, 10 min	G.3 продължително, Ø 10 mm
Съдове за съхранение под налягане	5×10^{-7} год ⁻¹	5×10^{-7} год ⁻¹	1×10^{-5} год ⁻¹
Съдове за осъществяване на физични процеси	5×10^{-6} год ⁻¹	5×10^{-6} год ⁻¹	1×10^{-4} год ⁻¹
Реакционни съдове	5×10^{-6} год ⁻¹	5×10^{-6} год ⁻¹	1×10^{-4} год ⁻¹

Забележки:

1. Даден съд или резервоар се състои от стена на съда (резервоара) и заварени крачета, монтажни плочи и тръбни връзки за контролно-измерителните прибори. СЗС обхващат отказите на резервоарите и съдовете и свързаната с тях тръбна система за контролно-измервателните прибори. Отказите на технологичните тръбопроводи, свързани със съдовете и резервоарите, се разглеждат отделно (виж Раздел 3.2.3).

2. Посочените тук честоти на отказите представляват честоти “по подразбиране” и са основани на ситуации, изключващи влиянието на корозията, причинената от вибрации, умора на материала, експлоатационните грешки и външните въздействия. При конкретни случаи е възможно отклоняване от честотите на отказите “по подразбиране”.

- По-ниска честота на отказите може да се използва в случаите, когато за съответния резервоар или съд са предприети специални предохранителни мерки, допълнителни към стандартните за подобни случаи (например тези съобразени с правилата за проектиране), които имат за резултат неоспоримо ограничаване на броя на отказите. Независимо от това, честотата, с която настъпва изпускане на цялото съдържание на съдовете (т.е. сумата от честотите на СЗС G.1 и G.2) никога не трябва да бъде по-малка от 1×10^{-7} за година.
- По-висока честота се използва, когато липсват стандартни предохранителни мерки или при наличие на необичайни обстоятелства. Ако не може да бъдат изключени външни въздействия или експлоатационни грешки, към СЗС G.1

(мигновено изпускане) и СЗС G.2 (продължително изпускане, 10 минути) се добавя допълнителна честота на отказите 5×10^{-6} за година.

3. Съдовете и резервоарите могат да бъдат (частично) разположени в земята, както и във вътрешността на сграда или на открито. СЗС и техните честоти не зависят от конкретната ситуация. В Раздел 4 е извършено моделиране на изпускане във вътрешността на сграда.

4. Резервоарите за съхранение могат да се използват за съхранение на различни вещества в различни периоди от време. В случаите, когато на територията на дадено предприятие се извършва интензивно придвижване на голям брой вещества, е целесъобразно да се извърши класифициране на веществата и да се работи с вещества-образци за всяка от категориите при КОР. В [VVoW95] е описан метод за такова класифициране. Трябва да отбележим, че в случаите, когато дадено вещество съставлява съществена част от сумарното количество на придвижваните вещества, веществото трябва да участва в изчисленията само за себе си (а не чрез категория).

5. Налягането в някои резервоари за съхранение може да бъде малко по-високо от 1 bar абсолютно. Такива резервоари трябва да се разглеждат като резервоари за съхранение при атмосферно налягане. Като примери в това отношение можем да посочим криогенните резервоари и резервоарите за съхранение при атмосферно налягане с азотен слой.

6. Трябва да се отдели внимание върху последиците от възможния едновременен отказ на повече от един резервоар. Например, при близко разполагане на няколко резервоара, BLEVE (експлозия от разширяващи се пари на изкипяваща течност), засегнала един от резервоарите, може да има за резултат отаза на няколко от останалите резервоари. При наличие на няколко резервоара в една обваловка, капацитетът на последната трябва да бъде достатъчен за задържането на течността от всички резервоари. В противен случай, едновременният отказ на няколко резервоара може да предизвика преливане извън обваловката.

7. Честотите на отказите при съдовете за осъществяване на физични процеси и реакционните съдове са от порядъка на около 10 пъти по-високи отколкото честотите на отказите при съдове под налягане. Това съотношение отчита опасностите предизвикани от химичния процес, например инициране на неконтролируеми реакции, каквито не са били идентифицирани при анализирането на процеса. Въпреки това се предполага, че анализирането на процесите се извършва с помощта на методи от рода на HAZOP, (“какво ще стане, ако ...”) и анализи чрез проверочни списъци, и че са предприети подходящи мерки за предотвратяване на идентифицираните опасности. По-пълно описание на методите за анализ се съдържа в Червената книга (CPR12E).

8. Катастрофалният отказ на бутилка за съхраняване на газообразни вещества обикновено не е причина за настъпване на смърт извън територията на предприятието. Трябва да се вземат, обаче, под внимание възможните “ефекти на доминото”, например събитията, които биха последвали катастрофалното разрушаване на бутилка, в която се съхранява ацетилен. Честотата на

катастрофалните откази при бутилките за съхранение на газове (мигновено изпускане) е 1×10^{-6} за година.

3.2.2. Стационарни резервоари и съдове при атмосферно налягане

Различните видове стационарни резервоари и съдове могат да се подразделят в групи по следния начин:

Еднокорпусни резервоари при атмосферно налягане

Еднокорпусният резервоар при атмосферно налягане се състои от първичен контейнер за течния продукт. Може да има, или да няма, външен корпус, с уговорката, че дори когато такъв има, същият е предназначен преимуществено за задържане и защита на изолацията на съда. Същият не е предназначен за удържане на течността в случай на отказ на първичния контейнер.

Резервоари при атмосферно налягане със защитен външен корпус

Резервоарът за атмосферно налягане със защитен външен корпус се състои от първичен контейнер за течния продукт и защитен външен корпус. Външният корпус е проектиран да задържи течността в случай на отказ на първичния контейнер, но не е проектиран да задържи изтичането на парите. Външният корпус е проектиран по начин, който не гарантира понасянето на абсолютно всички възможни натоварвания, в това число експлозия (натоварване от статично налягане 0,3 bar в продължение на 300 ms), проникване на отломки и много ниски (или много високи) температури.

Двукорпусни резервоари при атмосферно налягане

Двукорпусният резервоар при атмосферно налягане се състои от първичен контейнер за течния продукт и вторичен контейнер. Вторичният контейнер е проектиран да задържи течността в случай на отказ на първичния контейнер и да понесе всички възможни натоварвания, например от експлозия (натоварване от статично налягане 0,3 bar в продължение на 300 ms), проникване на отломки и много ниски (или много високи) температури. Вторичният контейнер не е проектиран да задържа какъвто и да е вид пари.

Напълно задържащи резервоари при атмосферно налягане

Напълно задържащият резервоар при атмосферно налягане се състои от първичен контейнер за течния продукт и вторичен контейнер. Вторичният контейнер е проектиран да задържи както течността, така и на парите, в случай на отказ на първичния контейнер, както и да понесе всички възможни натоварвания, например от експлозия (натоварване от статично налягане 0,3 bar в продължение на 300 ms), проникване на отломки и много ниски температури. Външният покрив се поддържа от вторичния съд и може да издържа на натоварвания, например от експлозия.

Мембранни резервоари

Мембранният резервоар се състои от първичен и вторичен контейнер. Първичният контейнер е изграден от несамоподдържаща се мембрана, която удържа течността и нейните пари при нормални експлоатационни условия. Вторичният контейнер е бетонен и поддържа първичния контейнер. Вторичният контейнер е с капацитет, който дава възможност за удържане на цялата течност и контролируемо изпускане на парите в случай на отказ на вътрешния резервоар. Външният покрив представлява неразделна част от конструкцията на вторичния съд.

Подземни резервоари при атмосферно налягане

Подземният резервоар при атмосферно налягане представлява резервоар за съхранение, в който нивото на течността съвпада с, или се намира под, нивото на земната повърхност.

Полуподземни резервоари при атмосферно налягане

Полуподземният резервоар при атмосферно налягане представлява резервоар за съхранение, който е напълно покрит от слой земна пръст и в който нивото на течността се намира над нивото на земната повърхност.

СЗС за резервоарите за атмосферно налягане са представени в Таблица 3.4, а честотите на тези СЗС - в Таблица 3.5.

Таблица 3.4. СЗС за резервоари при атмосферно налягане

СЗС за резервоари при атмосферно налягане	
G.1. Мигновено изпускане на цялото съдържание	а. директно към атмосферата б. от първичния контейнер към изправния вторичен контейнер или външния корпус
G.2. Продължително изпускане на цялото съдържание в продължение на 10 минути при постоянна скорост на изтичане	а. директно към атмосферата б. от първичния контейнер към изправния вторичен контейнер или външния корпус
G.3. Продължително изпускане през отвор с ефективен диаметър 10 mm	а. директно към атмосферата б. от първичния контейнер към изправния вторичен контейнер или външния корпус

Таблица 3.5. Честоти на СЗС за резервоари при атмосферно налягане

Инсталация (част)	G.1a моментално	G.1b моментално	G.2a Продължи-	G.2b Продължи-	G.3a Продължи-	G.3b Продължи-

	изпускане към атмосферата	изпускане към вторичния контейнер	телно, 10 минути изпускане в атмосфера	телно, 10 минути изпускане към вторичния контейнер	телно, Ø 10 mm изпускане в атмосфера	телно, Ø 10 mm изпускане към вторичния контейнер
Еднокорпусни резервоари	$5 \times 10^{-6} \text{ год}^{-1}$		$5 \times 10^{-6} \text{ год}^{-1}$		$1 \times 10^{-4} \text{ год}^{-1}$	
Резервоари със защитен външен корпус	$5 \times 10^{-7} \text{ год}^{-1}$	$5 \times 10^{-7} \text{ год}^{-1}$	$5 \times 10^{-7} \text{ год}^{-1}$	$5 \times 10^{-7} \text{ год}^{-1}$		$1 \times 10^{-4} \text{ год}^{-1}$
Двукорпусни резервоари	$1.25 \times 10^{-8} \text{ год}^{-1}$	$5 \times 10^{-8} \text{ год}^{-1}$	$1.25 \times 10^{-8} \text{ год}^{-1}$	$5 \times 10^{-8} \text{ год}^{-1}$		$1 \times 10^{-4} \text{ год}^{-1}$
Напълно херметизирани резервоари	$1 \times 10^{-8} \text{ год}^{-1}$					
Мембранни резервоари	виж заб. 7					
Подземни резервоари		$1 \times 10^{-8} \text{ год}^{-1}$				
Полуподземни резервоари	$1 \times 10^{-8} \text{ год}^{-1}$					

Забележки:

1. Даден съд или резервоар се състои от стена на съда (резервоара) и заварените крачета, монтажни подпори и тръбни връзки за контролно-измервателните прибори. СЗС обхващат отказите на резервоарите и съдовете и свързаната с тях тръбна система за контролно-измервателните прибори. Отказите на технологичните тръбопроводи, свързани със съдовете и резервоарите, се разглеждат отделно (виж Раздел 3.2.3).

2. Резервоарите могат да бъдат разположени във вътрешността на сграда или на открито. СЗС не зависят от конкретната ситуация. В Раздел 4 е описано моделиране на изпускане във вътрешността на сграда.

3. Резервоарите за съхранение могат да се използват за съхраняване на различни вещества в различни периоди от време. В случаите, когато на територията на дадено предприятие се извършва интензивно придвижване на голям брой вещества, е целесъобразно да се извърши класифициране на веществата и да се работи с вещества-образци за всяка от категориите при КОР. В (VVoW95) е описан метод за такова класифициране. Трябва да отбележим, че в случаите, когато дадено вещество съставлява съществена част от сумарното количество на придвижваните вещества, веществото трябва да участва в изчисленията само за себе си.

4. Криогенният резервоар представлява резервоар с атмосферно налягане с температура на съхранение под температурата на околната среда. Събитията от

типа СЗС за криогенния резервоар съвпадат с тези за съответстващия му тип резервоар за съхранение при атмосферно налягане.

5. Налягането в някои резервоари за съхранение при атмосферно налягане може да бъде малко по-високо от 1 bar абсолютно. Такива резервоари трябва да се разглеждат като резервоари за съхранение при атмосферно налягане. Като примери в това отношение можем да посочим криогенните резервоари и резервоарите за съхранение при атмосферно налягане с азотен слой.

6. Трябва да се отдели внимание върху последиците от възможния едновременен отказ на повече от един резервоар. Например, при разполагане на няколко резервоара в една обваловка, капацитетът на последната трябва да бъде достатъчен за удържането на течността от всички резервоари. В противен случай, едновременният отказ на няколко резервоара може да предизвика преливане извън защитното ограждение.

7. Честотата на отказите при мембранните резервоари, определена въз основа на якостта на вторичния контейнер, трябва да се изчислява поотделно за всеки конкретен случай съобразно данните от другите типове резервоари за атмосферно налягане.

8. Нивото на течността в подземните резервоари за атмосферно налягане съвпада с, или се намира под, нивото на земната повърхност. Заобикалящата почва трябва да се разглежда като вторичен контейнер; отказът на резервоара има за резултат единствено мигновено изпарение и изпарение от локва.

3.2.3. Тръбопроводи

СЗС при тръбопроводите обхващат всички типове технологични тръбопроводи и свързващи тръбопроводи между технологичните звена с наземно разположение на територията на предприятието. СЗС за подземно разположените транспортни тръбопроводи са предмет на разглеждане другаде. СЗС за тръбопроводите са представени в Таблица 3.6, а честотите на СЗС за тръбопроводи – в Таблица 3.7.

Таблица 3.6. СЗС за тръбопроводи

СЗС за тръбопроводи
G.1. Разрушаване по целия диаметър - има изтичане от двете страни на разрушаването по целия диаметър
G.2. Теч - има изтичане през пробив с ефективен диаметър 10 % от номиналния диаметър, максимум 50 mm

Таблица 3.7. Честоти на СЗС за тръбопроводи

Инсталация (част)	G.1 Разрушаване по целия диаметър	G.2 Теч
-------------------	-----------------------------------------	------------

тръбопровод, номинален диаметър < 75 mm	$1 \times 10^{-6} \text{ m}^{-1} \text{ год}^{-1}$	$5 \times 10^{-6} \text{ m}^{-1} \text{ год}^{-1}$
тръбопровод, $75 \text{ mm} \leq$ номинален диаметър \leq 150 mm	$3 \times 10^{-7} \text{ m}^{-1} \text{ год}^{-1}$	$2 \times 10^{-6} \text{ m}^{-1} \text{ год}^{-1}$
тръбопровод, номинален диаметър > 150 mm	$1 \times 10^{-7} \text{ m}^{-1} \text{ год}^{-1}$	$5 \times 10^{-7} \text{ m}^{-1} \text{ год}^{-1}$

Забележки:

1. Представените стойности за честотата на отказите при тръбопроводите се отнасят за технологични тръбопроводи, чиято експлоатация се осъществява в среда, където не се очакват прекомерни вибрации, корозия/ерозия или напрежения от термични цикли. Ако съществува потенциален риск от възникване на значително изтичане, например поради корозия, се използва поправъчен коефициент със стойност 3-10 в зависимост от конкретните обстоятелства.

2. Тръбопроводите могат да бъдат разположени във вътрешността на сграда или на открито. СЗС не зависят от конкретната ситуация. В Раздел 4 е описано моделиране на изпускане във вътрешността на сграда.

3. Местоположението на разрушаването по целия диаметър може да бъде от значение за характера на изтичането. В случай, че това е наистина така, трябва да се извърши моделиране на най-малко три случая на подобно разрушаване:

- в началото, срещу течението т.е. непосредствено върху технологичния съд в участъка на високото налягане, на разстояние нула по дължината на тръбопровода
- по средата, т.е. на половината разстояние по дължината на тръбопровода
- в края, по течението т.е. непосредствено върху технологичния съд в участъка на ниското налягане

При късите тръбопроводи, т.е. с дължина по-малка от 20 метра, местоположението на разрушението по целия диаметър в повечето случаи не е от значение; достатъчно е да се извърши моделиране за едно от местата на възникване на подобно събитие, т.е. в началото на тръбопровода. При СЗС, в резултат на изтичане, местоположението на изтичането в повечето случаи не е от значение за характера на потока, поради което разглеждането само на едно място е достатъчно.

4. При дългите тръбопроводи, местата на отказите трябва да се подберат през равни интервали, което е предпоставка за получаване на гладка контурна линия на риска. Необходимо е да се вземат достатъчен брой точки, за да може линията на риска да не се променя драстично при по-нататъшно увеличаване на броя на

точките на отказите. За разумно допустимо се счита първоначално избрано разстояние между две точки на отказа от порядъка на 50 метра.

5. Отказите на фланците се възприемат като включени в честотата на отказите на тръбопровода като цяло; по тази причина минималната дължина на тръбопровода е фиксирана на 10 метра.

3.2.4. Помпи

СЗС за помпите са представени в Таблица 3.8, а честотите на СЗС – в Таблица 3.9.

Таблица 3.8. СЗС за помпи

СЗС за помпи
G.1. Катастрофален отказ - разрушаване по целия диаметър на най-големия съединителен тръбопровод
G.2. Теч - има изтичане през пробив с ефективен диаметър 10 % от номиналния диаметър на най-широкия съединителен тръбопровод, при максимум 50 mm

Таблица 3.9. Честоти за помпите

Инсталация (част)	G.1 Катастрофален отказ	G.2 Пропуск
помпи, за които не са предвидени допълнителни мерки	$1 \times 10^{-4} \text{ год}^{-1}$	$5 \times 10^{-4} \text{ год}^{-1}$
помпи, оборудвани с кожух от кована стомана	$5 \times 10^{-5} \text{ год}^{-1}$	$2.5 \times 10^{-4} \text{ год}^{-1}$
херметизирани помпи	$1 \times 10^{-5} \text{ год}^{-1}$	$5 \times 10^{-5} \text{ год}^{-1}$

3.2.5. Теплообменници

СЗС за теплообменниците са представени в Таблица 3.10, а честотите на СЗС – в Таблица 3.11. Трите различни типа теплообменници са както следва:

- топлообменници, при които опасното вещество се намира в междутръбното пространство
- топлообменници, при които опасното вещество се намира във вътрешността на тръбите, при което проектното налягане на кожуха на топлообменника е по-високо от, или равно на, максималното наблюдавано налягане на опасното вещество във вътрешността на тръбите
- топлообменници, при които опасното вещество се намира във вътрешността на тръбите, при което проектното налягане на кожуха на топлообменника е по-ниско от максималното наблюдавано налягане на опасното вещество във вътрешността на тръбите

Таблица 3.10. СЗС за топлообменници

СЗС за топлообменници	
G.1.	Мигновено изпускане на цялото съдържание
G.2.	Продължително изпускане на цялото съдържание в продължение на 10 минути при постоянна скорост на изпускането
G.3.	Продължително изпускане през отвор с ефективен диаметър 10 mm
G.4.	Едновременно разрушаване по целия диаметър на десет тръби - изтичане от двете страни на разрушаването по целия диаметър
G.5.	Разрушаване по целия диаметър на една тръба - изтичане от двете страни на разрушаването по целия диаметър
G.6.	Теч - изтичане през пробив с ефективен диаметър 10 % от номиналния диаметър, при максимум 50 mm

Таблица 3.11. Честоти на СЗС за топлообменници

Инсталация (част)	G.1 моментално	G.2 продължително, 10 минути	G.3 продължително, Ø 10 mm
топлообменник,	$5 \times 10^{-5} \text{ год}^{-1}$	$5 \times 10^{-5} \text{ год}^{-1}$	$1 \times 10^{-3} \text{ год}^{-1}$

опасното вещество се намира в междутръбното пространство			
Инсталация (част)	G.4 разрушаване, 10 тръби	G.5 разрушаване, 1 тръба	G.6 теч
топлообменник, опасното вещество е във вътрешността на тръбите, проектното налягане на кожуха е по-малко от налягането на опасното вещество	$1 \times 10^{-5} \text{ год}^{-1}$	$1 \times 10^{-3} \text{ год}^{-1}$	$1 \times 10^{-2} \text{ год}^{-1}$
топлообменник, опасното вещество е във вътрешността на тръбите, проектното налягане на кожуха е по-малко от налягането на опасното вещество	$1 \times 10^{-6} \text{ год}^{-1}$		

Забележки:

1. Изпусканията са директно в атмосферата. Допуска се, че замърсяването на охлаждащото вещество не води до последствия за външната безопасност. Ако теплообменникът е оборудван с предпазни устройства, например предпазен клапан, работата на предпазните устройства трябва да се вземе под внимание при определянето на изтичането.

2. Трябва да се вземе под внимание и изтичането от съединителните тръбопроводи.

3.2.6. Предпазни устройства за налягане

Отварянето на устройство за аварийно намаляване на налягането може да доведе до емисия само, ако устройството се намира в непосредствен контакт с веществото и реализира изпускане директно в атмосферата.

СЗС за предпазните устройства за налягане са представени в Таблица 3.12, а честотите на СЗС – в Таблица 3.13.

Таблица 3.12 СЗС за предпазни устройства за налягане

СЗС за предпазни устройства за налягане
G.1. разтоварване през предпазно устройство за налягане при максимална скорост на изпускането

Таблица 3.13. Честоти на СЗС за предпазни устройства за налягане

Инсталация (част)	G.1 изхвърляне
предпазно устройство за налягане	$2 \times 10^{-5} \text{ год}^{-1}$

3.2.7. СЗС при съхраняване в складове

СЗС при съхраняване на химични вещества в складовете засяга както обработката на опаковъчните единици, така и възможността за възникване на пожари на територията на складовете.

Въпросните СЗС, отнасящи се до съхранението на химичните вещества в складовете, са поместени в Таблица 3.14, а честотите на СЗС – в Таблица 3.15. И СЗС и изчислителните методи са описани в по-големи подробности в (CPR15).

Таблица 3.1. СЗС при съхраняване на химични вещества в складове

СЗС при съхраняване на химични вещества в складове
G.1. Обработка на твърди вещества: разпръскване на част от съдържанието на опаковъчната единица под формата на прах, който може да бъде вдишван
G.2. Обработка на течности: разливане на цялото съдържание на опаковъчната единица
G.3. Отделяне на неизгорели токсични вещества и токсични вещества, образували се по време на пожар

Таблица 3.15 Честоти на СЗС при съхраняване на химични вещества в складове

Инсталация (част)	G.1 разпръскване на прах, който може да бъде вдишван	G.2 разливане на течност	G.3 пожар

съхраняване на химични вещества в складове с нива на защита 1 и 2	1×10^{-5} за обработка на опаковъчна единица	1×10^{-5} за обработка на опаковъчна единица	8.8×10^{-4} год ⁻¹
съхраняване на химични вещества в складове с ниво на защита 3	1×10^{-5} за обработка на опаковъчна единица	1×10^{-5} за обработка на опаковъчна единица	1.8×10^{-4} год ⁻¹

3.2.8. Съхраняване на взривоопасни вещества

СЗС, отнасящи се до съхраняването на експлозиви, са поместени в Таблица 3.16, а честотите за този тип съхраняване – в Таблица 3.17.

Таблица 3.16. СЗС за съхраняване на експлозиви

СЗС при съхраняване на експлозиви	
G.1.	масиран взрив в складов обект
G.2.	пожар в складов обект

Таблица 3.17. Честоти на СЗС при съхраняване на експлозиви

Инсталация (част)	G.1 масиран взрив	G.2 пожар
съхраняване на експлозиви	1×10^{-5} за година	виж забележка 1

Забележки:

1. При възникване на взрив в складов обект, СЗС трябва да се моделира като масиран взрив в складовия обект. Ако детонацията се изключва като събитие, СЗС трябва да се моделира като пожар в складовия обект.

2. Трябва да се вземат под внимание вероятността и въздействията при верижен взрив и разпространяване на пожара.

3. Изчислителните методи за оценка на рисковете при съхраняване на експлозиви са описани в следните литературни източници:

- Ръководство с инструкции за безопасност на НАТО, касаещи съхраняването на боеприпаси и експлозиви (AC258), Allied Ammunition Storage and Transport Publication (AASTP-1), май 1992 [NATO 92]. Разделите, които имат отношение към конкретната тема, са както следва: “Вътрешна безопасност” (I-A-3 до I-A-

24), “Въздушни експлозии” (II-5-15 до II-5-34) и “Топлинно излъчване” (II-5-35 до II-5-40).

- Комитет за предотвратяване на катастрофи. Методи за изчисляване на вредите (Зелената книга). Voorburg: Министерство на социалните въпроси и работната заетост, 1990 [CPR16].
- Timmers, PGJ. Berekening van het in- en extern risico van explosievenopslag met behulp van ‘RISKANAL’ (Draft). Rijswijk: TNO, 1977 [Ti97].

Съответните раздели от Ръководството на НАТО AC258 са на разположение за разглеждане в Prins Maurits Laboratory, TNO, Rijswijk. Екземпляри от въпросните раздели могат да се получат при известни условия.

3.2.9. Транспортни средства в предприятието

Предприятието може да разполага с транспортни средства за осъществяване на дейностите по товаренето (зареждането) и разтоварването (изпразването). СЗС могат да се подразделят на: СЗС, отнасящи се до отказите на транспортните средства като такива, СЗС, отнасящи се до дейностите по товаренето (зареждането) и разтоварването (изпразването), и СЗС, отнасящи се до външните въздействия в резултат на аварии.

3.2.9.1. Автоцистерни и вагон-цистерни в предприятието

СЗС за автоцистерните и вагон-цистерните в предприятието са поместени в Таблица 3.18, а честотите за тези СЗС – в Таблица 3.19. Прави се разграничение между цистерни под налягане и цистерни при атмосферно налягане.

Таблица 3.18. СЗС за автоцистерните и вагон-цистерните в предприятието

СЗС за автоцистерните и вагон-цистерните в предприятието
G.1. Мигновено изпускане на цялото съдържание
G.2. Продължително изпускане през отвор с диаметър, равен на диаметъра на най-широката съединителна връзка - Ако цистерната е (частично) запълнена с течност, изпускането се моделира въз основа на течната фаза, излизаща от най-широката съединителна връзка за течности
L.1a. Разрушаване по целия диаметър на зареждащия/изпразващия шланг - Има изтичане от двете страни на участъка на разрушаването по целия диаметър
L.2a. Теч по зареждащия/изпразващия шланг - Има изтичане през пробив с ефективен диаметър, равен на 10 % от номиналния диаметър, при възможен максимум 50 mm
L.1b. Разрушаване по целия диаметър на зареждащото/изпразващото ръкав - Има изтичане от двете страни на разрушаването
L.2b. Теч по зареждащото/изпразващото ръкав - Има изтичане през пробив с ефективен диаметър, равен на 10 % от номиналния диаметър, при възможен максимум 50 mm

E.1. Външно въздействие
S.1. Пожар под цистерна - трябва да се моделира като мигновено изпускане на цялото съдържание на цистерната

Таблица 3.19. Честоти за СЗС за автоцистерните и вагон-цистерните в предприятието

	G.1 мигновено изпускане	G.2 продължително, най-широката съед. връзка	L.1a разрушаване по целия диаметър, на шланга	L.2a теч, шланг	L.1b разрушаване по целия диаметър, на ръкава	L.2b Теч, ръкав.	E.1 външно въздействие	S.1 пожар
Цистерна, под налягане	5×10^{-7} год ⁻¹	5×10^{-7} год ⁻¹	4×10^{-6} h ⁻¹	4×10^{-5} h ⁻¹	3×10^{-8} h ⁻¹	3×10^{-7} h ⁻¹	виж заб.1	виж заб.2
Цистерна, при атм. налягане	1×10^{-5} год ⁻¹	5×10^{-7} год ⁻¹	4×10^{-6} h ⁻¹	4×10^{-5} h ⁻¹	3×10^{-8} h ⁻¹	3×10^{-7} h ⁻¹	виж заб.1	виж заб.2

Забележки:

1. СЗС вследствие на външно въздействие при възникващите в предприятията инциденти с участието на автоцистерни и вагон-цистерни се определят от конкретните условия. На друго място в този документ е представено описание на съответен изчислителен метод. В общия случай, СЗС поради аварии с участието на автоцистерни в предприятията не трябва да бъдат подлагани на разглеждане при условие, че са били предприети мерки за ограничаване на транспортните произшествия, например ограничаване на скоростта.

2. Възникнал под цистерна пожар може да доведе до мигновено освобождаване на цялото съдържание на съответната цистерна. До такъв пожар може да се стигне по причина на разнообразни откази:

- Теч по съединителните връзки под цистерната, последван от възпламеняване. Това събитие е единствено възможно при цистерните, заредени с лесно запалими вещества. Честотата е равна на 1×10^{-6} за година при цистерните под налягане и 1×10^{-5} за година при цистерните при атмосферно налягане.
- Пожар в заобикалящия цистерната участък. Честотата на отказа се определя в зависимост от конкретните условия. От значение е наличието на близко разположени резервоари с лесно запалими вещества и възникването на отказ по време на зареждане или изпразване на съдове с лесно запалими вещества. На друго място в този документ е представен изчислителен метод за определяне на честотата на отказите поради наличие на резервоари с лесно запалими вещества в заобикалящия район.

3. Тук са описани СЗС, характерни за транспортните средства с контейнери с големи размери. Веществата могат да бъдат превозвани и в по-малки разфасовки, например газови бутилки. СЗС се разглеждат за всяка разфасовка поотделно. Независимо от това, трябва да се отдели подобаващо внимание на възможността от възникване на ефекти на доминото и едновременен отказ на повече от една опаковъчна единица по причина на външно въздействие.

3.2.9.2. Кораби в предприятието

СЗС при корабите в дадено предприятие може да възникват по време на дейностите по товаренето и разтоварването или да бъдат съпътствани от външно въздействие. Характерните за корабите СЗС са поместени в Таблица 3.20, а честотите на СЗС – в Таблица 3.21.

Таблица 3.20 СЗС за корабите в предприятието

СЗС за корабите в предприятието	
L.1.	Разрушаване по целия диаметър на зареждащия/изпразващия ръкав - изтичане от двете страни на участъка на разрушаването
L.2.	Теч по зареждащия/изпразващия ръкав - изтичане през пробив с ефективен диаметър, равен на 10 % от номиналния диаметър, при възможен максимум 50 mm
E.1.	Външно въздействие, голям разлив - цистерна за газове: продължително изпускане на 180 m ³ в продължение на 1800 s - цистерна за "полу-газове" (с охлаждане): продължително изпускане на 126 m ³ в продължение на 1800 s - едностранна цистерна за течности: продължително изпускане на 75 m ³ в продължение на 1800 s - двустенна цистерна за течности: продължително изпускане на 75 s ³ в продължение на 1800 s
E.2.	Външно въздействие, малък разлив - цистерна за газове: продължително изпускане на 90 m ³ в продължение на 1800 s - цистерна за "полу-газове" (с охлаждане): продължително изпускане на 32 m ³ в продължение на 1800 s - едностранна цистерна за течности: продължително изпускане на 30 m ³ в продължение на 1800 s - двустенна цистерна за течности: продължително изпускане на 20 m ³ в продължение на 1800 s

Таблица 3.21. Честоти на СЗС за корабите в предприятието

Кораб	L.1 Пълно разкъсване на ръкава	L.2 Теч , ръкав	E.1 външно възд., голям разлив	E.2 външно възд., малък разлив
едностранна	6x10 ⁻⁵	6x10 ⁻⁴		

цистерна за течности	за 1 прехвърляне 6×10^{-5}	за 1 прехвърляне	$0,1 \times f_0$	$0,2 \times f_0$
двустенна цистерна за течности	за 1 прехвърляне 6×10^{-5}	за 1 прехвърляне 6×10^{-4}	$0,006 \times f_0$	$0,0015 \times f_0$
цистерна за газове, цистерна за "полу-газове"	за 1 прехвърляне	за 1 прехвърляне 6×10^{-4}	$0,025 \times f_0$	$0,00012 \times f_0$

* Базовата честота на отказите f_0 е равна на $6.7 \times 10^{-11} \times T \times t \times N$, където T е общият брой на корабите по маршрута или в пристанището за 1 година, t е средната продължителност на товаренето/разтоварването за кораб (в часове) и N е броят на курсовете за година (виж забележка 1).

Забележки:

1. СЗС от външно въздействие при аварии, съпроводени със сблъсък на кораби, се определят в зависимост от конкретните условия. Ако корабът се намира на док в (малко) пристанище извън транспортните маршрути, СЗС от външно въздействие не трябва да бъдат подлагани на разглеждане. Ако, обаче, е възможно придвижване на кораби в съседство с намиращия се на док кораб, СЗС поради сблъсък трябва да бъдат вземани под внимание. СЗС от външно въздействие се изчисляват въз основа на базисната честота на аварията, f_0 . Този параметър има стойност, равна на $6.7 \times 10^{-11} \times T \times t \times N$, където T е общият брой на корабите по маршрута или в пристанището за 1 година, t е средната продължителност на товаренето/разтоварването за кораб (в часове) и N е броят на курсовете за година.

2. Ако даден зареждащ ръкав се състои от няколко разклонения, разрушаването на тръбопровода се приема като разрушаване на всички разклонения едновременно.

Приложение 3.А. Коментар

3.А.1. СЗС, които подлежат на включване в КОР

В КОР трябва да бъдат включени единствено такива СЗС, които допринасят за индивидуалния риск и/или риска за обществеността, при условие че (1) честотата на настъпване е равна или по-голяма от 10^{-8} за година и (2) причиняване на смърт

(вероятност 1 %) се наблюдава извън очертанията на предприятието или транспортния маршрут. Тези условия са взаимствани от [IPO] като е направена само на една промяна. Съгласно [IPO] СЗС трябва да се вземат под внимание, ако честотата на отказите е по-голяма от 10^{-8} за година и ако е възможно причиняване на смърт (вероятност 1 %) на територията на населен район. В съответствие с това, линиите на индивидуалния риск ще зависят от разположението на населените райони. В краен случай, ако в околността на предприятието няма населени райони, не е необходимо извършването на изчисления за контура на риска. Сега критерият придобива следната формулировка: СЗС се включват в разглеждането, ако честотата на отказите е по-голяма от 10^{-8} за година и ако е възможно причиняване на смърт (вероятност 1 %) извън границите на предприятието. Критерият съответства на съвременните практики. Прагът от 10^{-8} за година в качеството му на критерий за включването на СЗС в анализа е целесъобразно подбран като се има предвид, че типовите СЗС, имащи за резултат изпускането на цялото съдържание, имат честоти на отказите от в диапазона между 10^{-5} и 10^{-7} за година.

3.A.2. Данни за отказите

3.A.2.1. Обща информация

Представените в настоящия раздел данни за отказите са взаимствани от [IPO], освен ако не е посочено нещо друго.

Данните за отказите в [IPO] са до голяма степен основани върху изследванията, проведени в рамките на проучването COVO [COVO81]. Междувременно бяха публикувани редица научни разработки [например AM94, TNO98b, Та98], в които се забелязва тенденция на възприемане на по-високи стойности за честотите на отказите при някои системи, отколкото публикуваните тук. В същото време, евентуалната официална актуализация на честотите на отказите би поставила необходимост от изчерпателно проучване на данните от първоначалните източници, чрез което да се определи дали данните са валидни и дали същите имат приложимост към съвременните практики. Поради факта, че такова едно проучване все още не е извършено, бе решено да не се пристъпва към актуализиране на честотите на отказите в настоящия документ. Такова изследване, което ще има за резултат актуализирането на данните за честотите на отказите, ще бъде проведено в близко време.

Представените в настоящия документ стойности за честотите на отказите не са съобразени изрично с качеството на управлението. Тече изпълнението на различни (международни) проекти за оценка на системите за управление в предприятията и на самото качество на управлението чрез факторите на управлението към честотата на отказите. До момента, обаче, тези проекти не са предоставили систематичен метод за оценка на системите за управление; като следствие от това, факторите на управлението не са взети под внимание в настоящия документ. Темата ще бъде повдигната за разглеждане отново тогава, когато стане дума за актуализирането на честотите на отказите.

3.A.2.2. Съдове за съхранение под налягане

Честотите на отказите при съдовете за съхранение под налягане, определени в проучването на COVO, се основават на данните, събрани от Phillips и Warwick, Smith и Warwick, и Bush [COVO81, Ph69, Sm74, Bu75]. Базовата честота на събитията, съпътствани от катастрофално рзрушаване на съдовете за съхранение под налягане, е фиксирана на 1×10^{-6} за година и се отнася до статични и несмуцавани от вибрации съдове за съхранение под налягане, работещи при липса на каквато и да било корозия (външна или вътрешна) и термични цикли, т.е. типични съдове за съхранение под налягане. Базовата честота на катастрофалните разрушавания при съдовете, в които протичат физични процеси, и в химичните реактори е фиксирано над десет пъти по-високо ниво, т.е. 1×10^{-5} за година. Честотата на отказите при малки течове (пробиви с ефективен диаметър 10 mm) се приема, че е десет пъти по-висока от честотата при катастрофалните разрушавания. Установено е, че мигновените изпускания не винаги водят до въздействия на максимални разстояния. В този смисъл, катастрофалните разрушавания се моделират отчасти като продължително изпускане на цялото съдържание в продължение на десет минути. В предходния вариант тази “загуба на херметичност ” бе дефинирана като изпускане през отвор с ефективен диаметър 50 mm или, в случай че продължителността на изпускането е по-голяма от десет минути, продължително изпускане в продължение на десет минути [IPO]. За целите на опростяването, сега СЗС се дефинира като изпускане на цялото съдържание в продължение на десет минути при постоянна скорост на изпускането.

В проучването на COVO и IPO-документа от 1994 година [COVO81, IPO] бе дефинирано събитието “Критично изтичане през отвор с ефективен диаметър 50 mm” с честота на отказите 1×10^{-5} за година. Чрез това СЗС трябва да се обхванат случаите на разрушаване на съединените със съдовете тръбопроводи. От друга страна, разрушаването на тръбопроводите попада неизменно в обхвата на събитията, дефинирани по отношение на тръбопроводите (виж Раздел 3.2.3). За избягване на повторението, сега събитието “Критично изтичане през отвор с ефективен диаметър 50 mm” е оставено на страна (виж също така корекциите от RE-95 в IPO-документа [IPO]).

Честотата на катастрофалните разрушавания при газови бутилки е фиксирана на ниво, определено за аналогичните събития при съдовете за съхранение под налягане. Тази честота е в съответствие с честотата на отказите поради експлозии на газови бутилки (т.е. 9×10^{-7} за година), възприета в [AM94].

3.A.2.3. Резервоари при атмосферно налягане

Стойностите за честотите на отказите за резервоарите при атмосферно налягане се установяват въз основа на експертна преценка. Базовата честота на събитията, изразяващи се в катастрофално разрушаване на еднокорпусните резервоари при атмосферно налягане е фиксирана на десет пъти по-високо ниво, отколкото основната честота на събитията, изразяващи се в катастрофално разрушаване на съдовете за съхранение под налягане, т.е. 1×10^{-5} за година. Честотата на

отказите от малки пукнатини (пробивни отвори с ефективен диаметър 10 mm) е фиксирана на десет пъти по-високо ниво, отколкото честотата, характеризираща катастрофалните явления.

При определянето на базовата честота на събитията с катастрофално разрушаване се отчита влиянието на различните нива на защита.

- Базовата честота на отказите за резервоарите при атмосферно налягане със защитен външен корпус се възприема като пет пъти по-ниска от базовата честота на отказите за еднокорпусните резервоари при атмосферно налягане, т.е. 2×10^{-6} за година. Допуска се, че в 50 % от случаите на катастрофално разрушаване, външният защитен корпус остава незасегнат, при което емисиите се ограничават в рамките именно на този незасегнат външен корпус (честота на отказите 1×10^{-6} за година). В останалите 50 % от случаите на катастрофално разрушаване, външният защитен корпус не издържа и изпускането става директно в околната среда (честота на отказите 1×10^{-6} за година).
- Базовата честота на отказите при двукорпусните резервоари при атмосферно налягане се възприема като 80 пъти по-ниска от базовата честота на отказите при еднокорпусните резервоари при атмосферно налягане, т.е. 1.25×10^{-7} за година. Допуска се, че в 80 % от случаите на катастрофално разрушаване, вторичният корпус остава незасегнат, при което емисиите се ограничават в рамките именно на този незасегнат вторичен корпус (честота на отказите 1×10^{-7} за година). В останалите 20 % от случаите на катастрофално разрушаване, вторичният корпус не издържа и изпускането става директно в околната среда (честота на отказите 2.5×10^{-8} за година).
- Базовата честота на отказите при напълно задържащите резервоари при атмосферно налягане (катастрофално разрушаване, както на вътрешния, така и на външния контейнер) е фиксирана на 1×10^{-8} за година. Катастрофалното разрушаване само на вътрешния резервоар не води до изпускане в околната среда, поради което не се разглежда.
- Базовата честота на отказите при подземните резервоари при атмосферно налягане или полуподземните резервоари при атмосферно налягане, се фиксира на нивото на базовата честота на отказите при напълно задържащите резервоари за атмосферно налягане, т.е. 1×10^{-8} за година. Отказите при подземно разположените резервоари предизвикват единствено изпарение от разлятата локва, докато отказите при полуподземните резервоари предполагат директно изпускане в атмосферата.

Счита се, че честотата на отказите при малки изтичания от първичните контейнери (пробивен отвор с ефективен диаметър равен на 10 mm) не се влияе от нивото на защита и е равна на 1×10^{-4} за година за всички видове резервоари при атмосферно налягане. Независимо от това, се възприема, че малките отвори, пукнатини по първичните контейнери на напълно задържащите, мембранните и подземните резервоари и полуподземните резервоари не водят до освобождаване на вещество в атмосферата, поради което тези случаи не се разглеждат.

По подобие на съдовете за съхранение под налягане, и тук катастрофалните разрушавания се моделират отчасти като събития с мигновено изпускане и отчасти като събития с продължително изпускане в продължение на 10 минути. Подразделянето не е в сила в случаите, когато базовата честота на отказите

поради катастрофално разрушаване е равна на 1×10^{-8} за година, като се има предвид, че минималната честота на СЗС за включване на събитията в анализа е 1×10^{-8} за година.

Разрушаването на покривната конструкция на резервоарите за криогенно съхранение води до проникване на отломки от разрушения покрив в контейнера, където се извършва самото съхранение. Внасянето на топлина в системата води до допълнително изпаряване на охлаждащото вещество. Този процес е труден за моделиране, поради което обикновено не се включва в КОР.

3.A.2.4. Тръбопроводи

Честотите на отказите при тръбопроводите, взимствани от [IPO], са базирани на проучването на COVO [COVO81, AEC75, SRS, Ph69, Sm74] и [Hu92].

В проучването COVO са посочени следните стойности за честотата на отказите поради катастрофално разрушаване на тръбопроводите:

- диаметър ≤ 50 mm: честота на отказите $1 \times 10^{-10} \text{ m}^{-1} \text{ h}^{-1} = 8,8 \times 10^{-7} \text{ m}^{-1} \text{ год}^{-1}$
- $50 < \text{диаметър} \leq 150$ mm: честота на отказите $3 \times 10^{-11} \text{ m}^{-1} \text{ h}^{-1} = 2,6 \times 10^{-7} \text{ m}^{-1} \text{ год}^{-1}$
- диаметър > 150 mm: честота на отказите $1 \times 10^{-11} \text{ m}^{-1} \text{ h}^{-1} = 8,8 \times 10^{-8} \text{ m}^{-1} \text{ год}^{-1}$

В [Hu92] честотата на отказите поради разрушаване на тръбопроводите е представена като функция на диаметъра на тръбопровода за тръбопроводи, чиито диаметър попада в диапазона 50 – 250 mm:

- $^{10}\log$ (честота на отказите за метър за година) = $-(0,0064 \times (\text{диаметъра на тръбопровода в mm}) + 5,56)$.

Необходимо е да се забележи, че зависимостта се отклонява от линията, показана на съответната фигура [IPO, Hu92]. Въз основа на тази зависимост се получават следните честоти на отказите поради разрушаване на тръбопроводите:

- диаметър 50 mm: честота на отказите $1,3 \times 10^{-6} \text{ m}^{-1} \text{ год}^{-1}$
- диаметър 75 mm: честота на отказите $9,1 \times 10^{-7} \text{ m}^{-1} \text{ год}^{-1}$
- диаметър 150 mm: честота на отказите $3,0 \times 10^{-7} \text{ m}^{-1} \text{ год}^{-1}$
- диаметър 250 mm: честота на отказите $6,9 \times 10^{-8} \text{ m}^{-1} \text{ год}^{-1}$

Честотите на отказите, поради катастрофално разрушаване на тръбопроводите, взимствани от [IPO], съответстват на честотите на отказите, фигуриращи в проучването COVO. Долната граница от класификацията на диаметрите на тръбопроводите е подменена със 75 mm с оглед на привиждането в съответствие с честотите на отказите, фигуриращи в [Hu92].

В проучването COVO са заложили следните стойности за случаите на големи течове (размер на пробива между 5 и 15 mm в зависимост от диаметъра на тръбопровода):

- диаметър ≤ 50 mm: честота на отказите при теч = 10 x честотата на отказите при разрушаване
- $50 < \text{диаметър} \leq 150$ mm: честота на отказите при теч = 20 x честотата на отказите при разрушаване
- диаметър > 150 mm: честота на отказите при теч = 30 x честотата на отказите при разрушаване

В [Hu92] честотата на отказите поради теч е представена като функция на диаметъра на пробива:

- $^{10}\log$ (честота на отказите за метър за година) = $-(0,026 \times (\text{диаметъра на пробива в mm}) + 5,32)$.

Ако за диаметъра на отвора е заложена стойност, равна на 10 % от диаметъра на тръбопровода, честотата на отказите при пропуски е равна на:

- диаметър 50 mm: честота на отказите при теч = 2,7 x честотата на отказите при разрушаване
- диаметър 75 mm: честота на отказите при теч = 3,3 x честотата на отказите при разрушаване
- диаметър 150 mm: честота на отказите при теч = 6,5 x честотата на отказите при разрушаване
- диаметър 250 mm: честота на отказите при теч = 15,5 x честотата на отказите при разрушаване

Честотите на отказите при теч (ефективен диаметър на пробива = 0,1 x диаметъра на тръбопровода) се приемат, че са с пет пъти по-високи, отколкото честотите на отказите при катастрофално разрушаване [PO]. Така се постига разумно съответствие с данните от [Hu92].

3.A.2.5. Помпи

Помпите не са изрично описани в [IPO]. В проучването на COVO за честотата на катастрофалните разрушавания при помпите е посочена стойност 1×10^{-4} за година [COVO81, SA75, SRS]. Към момента, тази честота на отказите се прилага по отношение на помпите, за които не са предприети допълнителни обезопасяващи мерки. В случаите, когато такива мерки са били предприети, се извършва експертна преценка.

Честотите на отказите представляват усреднени стойности, които не зависят от типа на помпата, типа на задвижването, типа на уплътнението, оборотите и т.н.

Катастрофалните откази се моделират като събития на пълно разрушаване на най-широките съединителни тръбопровода към помпите. Успоредно с това се определя и събитието “теч”, с честота, която е пет пъти по-голяма от честотата на отказите при катастрофалното разрушаване.

3.A.2.6. Теплообменници

Топлообменниците не са описани в (IPO). Честотите на отказите при топлообменниците, които поместваме в настоящия документ, са получени в резултат на експертна преценка.

Подобно на съдовете за съхранение под налягане, катастрофалното разрушаване на топлообменник, при който опасното вещество се намира в междутръбното пространство, се моделира отчасти като мигновено изпускане и отчасти като продължително изпускане на цялото съдържание в продължение на 10 минути.

По отношение на топлообменниците, при които опасното вещество се намира във вътрешността на тръбите, се допуска, че едновременният отказ на 10 тръби води неминуемо до отказ на корпуса на топлообменника и в резултат на това се наблюдава директно изпускане в околната среда.

Ако проектното налягане на корпуса на топлообменника е по-високо от максималното наблюдавано налягане на опасното вещество във вътрешността на тръбите, се счита, че разрушаването на една тръба и възникването на теч не водят до емисии извън външния кожух. Освен това, за оценка на защитната роля на корпуса на топлообменника се използва по-ниска честота на отказите.

3.A.2.7. Предпазни устройства за налягане

СЗС описва отварянето на предпазните устройства за налягане и се определят единствено чрез експертна преценка.

3.A.2.8. Съхранение

СЗС при съхраняване на химически вещества в складове и техните честоти са взаимствани от (CPR15).

Оценката по отношение на съхранението на експлозивни трябва да бъде съобразена със съвременните методи за анализ на риска.

3.A.2.9. Транспортни средства в предприятието

СЗС във връзка с отказите при автоцистерните и вагон-цистерните в предприятието са обект на експертна преценка.

Катастрофалният отказ на цистерните се моделира като събитие, предполагащо мигновено изпускане на цялото съдържание. За разлика от стационарните съдове, катастрофалният отказ при цистерните не подлежи на подразделяне на мигновено изпускане и продължително изпускане в продължение на 10 минути, тъй като продължителното изпускане е вече моделирано като изпускане през отвор с размера на най-широката съединителна връзка.

Честотата на катастрофалните откази при цистерните под налягане е равна на 5×10^{-7} за година. Тази честота се явява 2 пъти по-ниска от честотата на катастрофалните откази при стационарните съдове за съхранение под налягане. В тази връзка е съвсем основателно да се възприеме, че различните условия на експлоатация при автомобилните цистерни и вагон-цистерните, т.е. възможността да се амортизират от вибрации, се компенсират чрез подходящи обезопасяващи мерки при конструирането и изработката на цистерните.

Честотата на катастрофалните откази при цистерни при атмосферно налягане е равно на 1×10^{-5} на година. Тази честота е равна на честотата на катастрофалните откази на стационарен еднокорпусен резервоар при атмосферно налягане. За това очевидно различните условия на експлоатация при автомобилните цистерни и вагон-цистерните, т.е. възможността да се амортизират от вибрации се компенсира, чрез взетите мерки по време на изграждането на резервоарите.

СЗС “Продължително изпускане през отвор с размера на най-широката съединителна връзка” обхваща отказите на съединителните връзки към цистерните и има честота на отказите, равна на 5×10^{-7} за година. Мотивите за този конкретен избор са неизвестни.

Ако цистерната е пълна със запалими материали, се дефинира допълнително събитие, S.1, което обхваща случаите на катастрофален отказ в резултат на теч и възпламеняване на запалимото вещество. Съвкупната честота на отказите при изтичане на лесно запалимо вещество, последвано от възпламеняване, което на свой ред бива последвано от мигновено изпускане на цялото съдържание, е равна на 1×10^{-6} за година при цистерните под налягане и 1×10^{-5} за година при цистерните при атмосферно налягане.

Честотата на настъпване на катастрофално разрушаване на зареждащия ръкав или зареждащ шланг(автомобилни цистерни и вагон-цистерни) съответства на стойността, посочена в проучването COVO [COVO81, AEC75, We76, Ja71]. Стойността на честотата от цитираното проучване се позовава на подложени на неголямо вътрешно напрежение ръкави; честотата на настъпване на разрушаване при подложените на високо вътрешно напрежение ръкави е 10 пъти по-голяма. Честотата на възникване на пропуски е равна на 10 x честотата на настъпване на катастрофално разрушаване.

Честотите на отказите на събитията със загуба на съдържание по отношение на корабите в предприятието съответстват на стойностите, заложили в [КО 22-5] и [IPORBM]. Честотата на отказите в случаите с външно въздействие е съобразена с редица случаи на аварии с танкери, довели до нанасянето на особено тежки поражения. Начинът за извеждане на зависимостта е изяснен в [КО 22-5]. Събитията с външно въздействие са взаимствани от [IPORBM].

Честотата на отказите при товарене и разтоварване на кораби е съобразена с няколко случая на големи разливи от реалната практика (в пристанището на Ротердам в периода 1976 – 1988 година) и възлиза на 6.7×10^{-4} за обработен кораб [КО 22-5]. За честотата на течовете се възприема стойност, която е 10 пъти по-висока от честотата на отказите поради разрушаване, т.е. стойностите са: 6 x

10^{-5} за 1 прехвърляне по отношение на разрушаването и 6×10^{-4} за 1 прехвърляне по отношение на течовете.

4. МОДЕЛИРАНЕ НА ЕМИСИЯТА И РАЗСЕЙВАНЕТО

4.1. Въведение

След дефинирането на събитията със “загуба на съдържание” съгласно указанията в Раздел 3, трябва да се пристъпи към изчисления за определяне на източника на емисията и разсейването в околната среда за конкретната ситуация.

Моделите за изчисляване на източника на емисията и разсейването са описани подробно в Жълтата книга [CPR14E] и в изложението на метода за анализ на риска по отношение на складове [CPR15]. Описани са различни видове модели, например:

- изтичане и разпръскване
- изпарение от локва
- разсейване на парен облак
 - струи и факели
 - разсейване на плътен газ
 - пасивно разсейване
- експлозия на парен облак
- топлинни потоци от пожари
- разрушаване на съдове

Описаните в Жълтата книга модели са подбрани така че да комбинират задоволително научно представяне и лесно практическо приложение. Поради тази причина моделите се препоръчват за целите на КОР.

При оценката на рисковете, произтичащи от съхранението, обработката и транспорта на опасни вещества, в Холандия се използват няколко добре известни комплексни софтуерни пакета. Наред с това може да се прибегне до работа с по-сложни модели, което е предпоставка за увеличаване на надеждността на данните в специфични случаи от практиката. В този смисъл, при изчисленията за КОР могат да се използват други модели, различни от описаните в Жълтата книга. От потребителя се изисква да прояви подходящи научни познания при прилагане на съответните модели. Научната стойност на моделите подлежи на доказване чрез резултати от проведени упражнения за валидност, научно сравняване на моделите и/или публикации.

Моделите, използвани за КОР, са описани подробно в друг документ [CPR14E]. За всяко събитие със “загуба на съдържание” трябва да се избере подходящ модел на изтичане. След това се задават стойностите на различни параметри необходими за моделирането. Настоящият раздел описва връзката между различните ситуации на “загуба на съдържанието”, описани в Раздел 3, и моделите за изчисляване на изтичането и разсейването на веществата в околната среда. В края на раздела са посочени някои препоръчителни стойности за работните параметри.

Трябва да отбележим, че при всяка възможност е необходимо да се използва специфична информация, касаеща конкретните инсталации. Ако информацията от такова естество не съществува, може да се работи с посочените в настоящия документ типови стойности.

4.2. Свойства на веществата

За изчисляване на източника и разсейването на веществата в околната среда е необходимо да се познаят физичните (температурно-зависими) свойства на веществата. Информация за физичните свойства може да се открие в различни литературни източници и бази от данни. Такива са, например:

- Жълтата книга (CPR14E);
- Базата данни DIPPR (DIPPR);
- Пери и др. (Pe84);
- Райд и др. (Re88);
- Йоус (Ya77).

4.3. Модели на изтичане

В Раздел 2 са описани събития със “загуба на съдържание”, които трябва да бъдат взети под внимание при КОР. Изтичането на вещество може да се изчисли по отношение на всяко събитие с помощта на моделите от Жълтата книга. Независимо от това, налице е известна свобода по отношение на избора на модел за определяне на условията на изтичането. В Таблица 4.1 е отразена зависимостта между СЗС и моделите, описани в Жълтата книга.

Таблица 4.1. Връзка между СЗС и моделите на изпускането

Загуба на съдържание	Съоръжение	Подлежи на моделиране като:
Мигновено изпускане	Резервоари и съдове Автомобилни цистерни Вагон-цистерни	Напълно разрушен съд - газ: няма увличане на въздух при разширяване - течност: разпространяваща се локва
Продължително изпускане	Резервоари и съдове Автомобилни цистерни Вагон-цистерни Кораби	Съд с пробив в стената (отвор с остри ръбове)
Разрушаване по целия диаметър	Технологични тръбопроводи Транспортни тръбопроводи Зареждащи/изпразващи ръкави и шлангове	Тръбопровод, разрушен по целия диаметър
Теч	Технологични тръбопроводи Транспортни тръбопроводи Зареждащи/изпразващи ръкави и шлангове	Изтичане през малък пробив (отвор с остри ръбове)

Емисия на неизгорели токсични вещества и токсични вещества, образували се при пожарите	Складове	Виж (CPR15)
Прах от опаковъчни единици	Складове	Виж (CPR15)
Разливане на цялото съдържание на опаковъчна единица	Складове	Виж (CPR15)
Предпазен клапан	Всички	Съд с пробив в стената (заоблен отвор)
Изпаряване от локва	Резервоари и съдове	Изпаряване от локва
Технологични сценарии	Резервоари и съдове	Специфични модели
Изпускане във вътрешността на сграда	Тръбопроводи, резервоари, съдове	Виж Раздел 4.6.3

Забележки:

1. В Жълтата книга няма описание на модел за напълно разрушен съд, пълен с газ под налягане, и за напълно разрушен съд, пълен с течност (която не се намира в състояние на кипене). По отношение на **напълно разрушените съдове, запълнени с газ под налягане**, може да се допусне, че първоначално образувалият се облак се разширява при постоянна ентропия до изравняване с атмосферното налягане без да увлича въздух от заобикалящата среда. По отношение на **напълно разрушените съдове, запълнени с течност, която не се намира в състояние на кипене**, може да се допусне, че течността води до разширяваща се спрямо първоначалните си размери, локва върху земната или водната повърхност.

2. Продължителното изпускане от резервоари, съдове и транспортни средства се моделира като изтичане през остър ъбест отвор в стената на съда. Ако стойността на коефициента на напора, C_d , не е изчислена в рамките на модела, същата се фиксира на $C_d = 0,62$.

3. Течове от тръбопроводите, или зареждащите / изпразващите шлангове могат да се моделират при допускането за постоянство на налягането в посока срещу потока. Ако стойността на коефициента на изпразване, C_d , не е изчислена в рамките на модела, същата се фиксира на $C_d = 0,62$.

4. Ако е настъпило разрушаване по целия диаметър на тръбопровод, стойността на коефициента на изпразване C_d , се фиксира на $C_d = 1,0$, ако същата не е изчислена в рамките на модела.

5. За характеристиките на тръбопроводите се избират типови стойности в случаите, когато няма наличие на допълнителна информация, т.е.:

- липса на извивки по тръбопроводите
- грапавина на стената на тръбата 45 μm

6. Интензивността на изпускането през предпазните клапани се определя от характеристиките на предпазното устройство и разположените по посоката на изпускането тръбопроводи.

7. Продължителността на изпускането се определя от условията в инсталацията и вида на нарушаването на херметичността. Времетраенето на изпускането може да бъде произволна стойност от диапазона между мигновеното и няколкочасовото изпускане в случай, че не са взети мерки за противодействие. В обичайната практика на КОР продължителността на изпускането е ограничена до не повече от 30 минути; въздействията се изчисляват при вземане под внимание само на количеството, изпуснато в рамките на първите 30 минути след началото на изпускане на веществото в околната среда.

8. Ако при нормална експлоатация съдържанието на съда се променя с течение на времето, това изменение подлежи на моделиране. За съдържанието на съда се използват дискретни стойности, а СЗС се подразделят на известен брой ясно разграничими помежду си ситуации. Всяка ясно разграничима ситуация се моделира при конкретна стойност за съдържанието на съда. Вероятността за едно или друго съдържание се взема под внимание при изчисленията за честотата на събитията.

9. При изчисленията за изтичането трябва да се вземе под внимание наличието на помпи по протежението на тръбопроводите и дебита на съответните помпи. Ако не могат да бъдат открити спецификации за помпите, може да се възприеме скорост на изпускане, 1.5 пъти по-голяма от номиналната интензивност на изпомпването (увеличението се налага заради загубата на напор).

10, Ако изпускането е от участък на съда, където се намира течността, се изпуска чиста течност. Не се извършва моделиране за мигновено изпарение по отношение

на мястото на пробива; за такова може да става дума единствено извън границите на съда.

11. Местонахождението на изпускането зависи от конкретните условия. Така например, местоположението на предпазния клапан определя мястото на евентуалното изпускане от него. Изтичането от съд или резервоар може да се моделира чрез подбор на разпределени по подходящ начин и разположени на различни височини точки на изтичане. След това се извършва подразделяне на честотите на отказите съобразно така избраните различни точки на изпускане. Трябва да се има в предвид че при изчисление на изтичането се отчитат всички възможни протичащи процеси, което в някои случаи поставя необходимост от прилагане на различни модели за различните точки на изпускане. Това може да удължи времето за извършване на изчисленията, поради което може да се възприеме следния опростен и по-консервативен подход:

- Избира се една единствена точка на изпускане. Същата е разположена на височина един метър над нивото на земната повърхност. Допуска се, че оттук става изпускане на цялото съдържание на съответния резервоар или съд.
- Ако съдът или резервоарът е (частично) запълнен с течност, изпускането се моделира като такова от течна фаза, а за напора на изпусканата течност се възприема стойност, равна на половината от максималния напор на течността.
- В съдовете за физични процеси и реакторите може да има едновременно наличие на различни вещества при различни условия. Например, в ректификационните колони може да има наличие на токсични вещества в газова фаза и запалими разтворители в течната фаза. В подобни случаи трябва да се предвидят най-малко две точки на изпускане: (1) изпускане на токсичното вещество в газова фаза, и (2) изпускане на запалимото вещество в течната фаза.

12. Посоката на изпускането се определя в зависимост от конкретните условия. Например, обикновено изтичанията от предпазните устройства за налягане са вертикално ориентирани. Ако няма конкретна информация, посоката на потока се възприема като хоризонтална и успоредна на посоката на вятъра. Като изключение от това правило са подземно разположените тръбопроводи, при които посоката на изпускане е вертикална.

13. Изтичането може да бъде преградено с препятствия, например земната повърхност или намиращи се в непосредствена близост предмети. Обикновено изтичането се моделира като непреградено такова. Преградите пред изтичането се вземат под внимание при моделирането, когато са спазени следните две условия:

1. Съотношението L_o/L_j е по-малко от 0,33, където L_o е разстоянието между точката на изпускане и препятствието, а L_j е дължината на свободната струя;
2. Вероятността P_i , че съотношението L_o/L_j е по-малко от 0,33 трябва да е по-голяма от 0,5 при отчитане на всички възможни посоки на изтичането (изпускането).

Дължината на свободната газова струя L_j може да се изчисли с помощта на уравнението:

$$L_j = 12 \times u_o \times b_o / u_{air}$$

където:

u_o е скоростта на струята при източника ($m.s^{-1}$)

b_o е радиуса на източника (m)

u_{air} е средната скорост на вятъра в съответния район, фиксирана на $5 m.s^{-1}$

При удовлетвореност на двете условия събитието със “загуба на съдържание” с честота f се подразделя на две отделни събития:

- преградено с препятствия изтичане (емисия) с честота $P_i \times f$
- непреградено с препятствия изтичане (емисия) с честота $(1 - P_i) \times f$

Преграденото с препятствия изтичане (емисия) се моделира като струя, чийто импулс е намален чрез разделяне с коефициент 4. Ако пътят на изтичането (емисията) се прегражда от земната повърхност, височината на изпускане трябва да бъде фиксирана на 0.

4.4. Подтискащи фактори

За ограничаване на изпусканията на вещества в околната среда могат да се използват различни системи за ограничаване. Ефектът от системите за ограничаване трябва да бъде взет под внимание при КОР. Прави се разлика между системи за блокиране и други системи за ограничаване. В общи линии, ефектът от системите за ограничаване може да се вземе под внимание единствено при доказана ефективност на същите.

4.4.1. Системи за блокиране

Системите за блокиране се използват за ограничаване на изпусканията в случаите на нарушаване на херметичността. Може да се предвиди, например, възможност за задействане на технологичните или спирателните вентили по команда на инсталирани детекторни системи за газ или за по-голям дебит на потока. Може да се предвиди възможност за затваряне на спирателните вентили, както автоматично, така и в резултат на намесата на лице от обслужващия персонал.

Ефектът на системите за блокиране може да бъде преценяван съобразно поредица от фактори, такива като: местоположение на газовите детектори и тяхното разпределение с оглед на възможните посоки на вятъра, прагове на улавяне и време за реагиране на детекторните системи, време за намеса на операторите в извънредни ситуации. Ефекта на дадена система за блокиране трябва да бъде оценяван чрез т.нар анализ “дърво на събитията”, в този смисъл трябва да се анализира риска от “отказ при поискване”. Вероятността на “отказите при поискване” за системата като цяло е около 0,01 за 1 поискване.

В случаите, когато функционирането на системата за блокиране не може да бъде охарактеризиран чрез анализ, може да се работи със стойности “по подразбиране”, каквито поместваме в настоящия документ с информативна цел. Допуска се, че става дума за автоматична система за откриване, подобна на

системите за засичане на газови емисии, с достатъчно висока чувствителност и следящи устройства, разположени по начин, който отчита всички възможни посоки на вятъра. Различават се три основни типа системи за изолиране, по-конкретно, автоматичната система за изолиране, системата за изолиране с дистанционно управление и система за изолиране с ръчно управление.

- Автоматичната система за изолиране е система, при която засичането на пропуските и затварянето на спирателните вентили представляват напълно автоматични процеси. Не се изисква намесата на оператор.
 - Времето за затваряне на спирателните вентили е две минути.
 - “Отказът при поискване” за системата за изолиране е 0,001 за 1 поискване
- Системата за изолиране с дистанционно управление е система, при която засичането на пропуските става напълно автоматично. При засичане на пропуск се изпраща сигнал до командната зала. Операторът потвърждава сигнала и затваря спирателните вентили с помощта на инсталиран в командната зала прекъсвач.
 - Времето за затваряне на спирателните вентили е десет минути.
 - “Отказът при поискване” за системата за изолиране е 0,01 за 1 поискване
- Системата за изолиране с ръчно управление е система, при която засичането на пропуските става напълно автоматично. При засичане на пропуск се изпраща сигнал до командната зала. Операторът потвърждава сигнала, отива до мястото, където са инсталирани спирателните вентили и затваря вентилите ръчно.
 - Времето за затваряне на спирателните вентили е 30 минути.
 - “Отказът при поискване” за системата за изолиране е 0,01 за 1 поискване

4.4.2. Други системи за ограничаване

Могат да се инсталират разнообразни системи за ограничаване на последствията при настъпването на събитие със “загуба на съдържание”. Като примери в това отношение можем да посочим оросителните инсталации, чрез които се възпрепятства разпространението на пожарите, водните завеси за ограничаване на разсейването на (водоразтворимите) вещества в атмосферата и употребата на пяна за ограничаване на изпарението от локвите.

Ефектът от системите за ограничаване може да бъде взет под внимание при изчисленията за КОР при условие, че ефективността на съответната система е задоволителна. Необходимо е да се установи времето за реагиране и ефективността на системата, като за целта могат да се използват, например, оперативни данни за производството или журнали за проведени изпитвания или тестове.

Оценката на ефекта от дадена система за ограничаване в рамките на КОР се извършва с помощта на следната методика:

1. Определяне на времето, след изтичането, на което системата се задейства, т.е. t_{react} .
2. Определяне на ефективността на системата.

3. Задаване на стойност за емисията за периода от време между 0 и t_{react} , равна на емисията в отсъствието на система за подтискане.

4. Коригиране на стойността за емисията за периода от време след t_{react} с ефективността на системата за подтискане.

5. Вземане под внимание на “отказа при поискване” на системата за ограничаване. Вероятността за “отказ при поискване” се определя с помощта на средства от рода на анализа “дърво на отказите”. Стойността “по подразбиране” е 0,05 за 1 поискване.

4.5. Изпарение от локва

Жълтата книга съдържа модели, касаещи изпарението от локви. Трябва да се отбележат следните особености:

- Разпространението на локвите е явление, което зависи от вероятните препятствия и предприетите мерки за противодействие на разливите. Като пример в това отношение можем да посочим наличието на обваловки, наклонени повърхности, тръбопроводи за отвеждане на течностите към места за складиране или системи за отвеждане на разливите към канализационната мрежа. Наличието на подобни системи може да бъде охарактеризирано като “попивателна” за масата на течния разлив, или като фактор, ограничаващ разрастването на течния разлив. За сметка на това, обаче, трябва да се отчетат възможните последствия в резултат на отвеждането на разлетите течности на друго място.
- При възникване на разлив във вътрешността на обваловка трябва да се вземат под внимание характеристиките на обваловката. Ако стените на въпросната конструкция са достатъчно високи, обваловката ще възпрепятства разпространението на разлива, като в най-лошия случай размерите на разлива могат да достигнат тези на обваловката. Площта на оградения от обезопасяващата конструкция участък, A_{bund} , може да послужи като база за изчисляването на ефективния радиус на локвата, R_{pool} , с помощта на следното уравнение:

$$R_{\text{pool}} = \sqrt{(A_{\text{bund}} / \pi)}$$

- За изчисляването на разрастването на локвата и нейното изпарение е необходимо да се познават различните физични характеристики на почвата в заобикалящия район. В Таблица 4.2 са поместени стойности “по подразбиране” за неравността на повърхността, а в Таблица 4.3 са поместени аналогични стойности за термодинамичните характеристики.

Таблица 4.2. Характерни средни стойности за дължината на грапавостта на почвата

Почва	Средна дължина на грапавостта на почвата
-------	------------------------------------------

	(m)
равна пясъчлива почва, бетон, камъни, промишлена зона	0,005
нормална пясъчлива почва, чакъл, разпределителна гара	0,010
едрозърнеста пясъчлива почва, земеделски район, пасище	0,020
много груба, пясъчлива почва, обрасла с растителност и набраздена от ровове	0,025

Таблица 4.3. Характеристики на топлопроводността за различни материали: топлопроводност (λ_s), плътност (ρ_s), специфичен топлинен капацитет ($C_{p,s}$) и коефициент на предаване на температура (a_s)

Материал	λ_s ($J s^{-1} m^{-1} K^{-1}$)	ρ_s ($kg m^{-3}$)	$C_{p,s}$ ($J kg^{-1} K^{-1}$)	a_s ($m^2 s^{-1}$)
Изоляционен бетон	0,207	900	920	2.5×10^{-7}
Лек бетон	0,418	1800	920	2.5×10^{-7}
Тежък бетон	1,3	2400	920	5.9×10^{-7}
Клинкери	0,7	2000	836	4.2×10^{-7}
Среден подпочвен пласт, влага 8 % тегл.	0,9	2500	836	4.3×10^{-7}
Сух пясъчлив подпочвен пласт	0,3	1600	799	2.0×10^{-7}
Мокър пясък, 8 % тегл. влага / глина	0,6	1940	937	3.3×10^{-7}
Дървесина	0,2	550	2300	1.6×10^{-7}
Чакъл	2,5	2000	1140	11.0×10^{-7}
Въглеродна стомана	46,0	7840	460	128.0×10^{-7}

4.6. Разсейване на парния облак

Моделите, касаещи разсейването на парните облаци, са описани в Жълтата книга [CPR14E].

4.6.1. Връзка между изпускането и разсейването на парния облак

Резултатите от моделирането на изтичането (емисиите), дефинирани в Раздел 4.3, служат като изходна информация за целите на изчисленията по отношение на разсейването на парните облаци. Поради това, че моделите на изпускането обуславят масов поток, който се променя с течение на времето, измененията във времето на емисията трябва да бъдат взети под внимание при изчисленията за определянето на разсейването на парния облак. Необходимо да се прибегне до

прилагане на числено-интегрални методи, както е показано в Жълтата книга [CPR14E].

Използването на числено-интегрални методи може да се окаже причина за усложняването и увеличаване на времето, необходимо за извършване на изчисления. По тази причина може да се прибегне до апроксимация, въз основа на която изтичането (емисията) се подразделя в няколко дискретни отрязъка от време. След това, с помощта на моделите за разсейването се пристъпва към изчисляване на разсейването, съответстващо на отделните отрязъци от времето. В настоящия раздел са дадени някои указания относно подразделянето на изменчивото във времето изтичане (емисия) чрез система от дискретни отрязъци и моделирането на разсейването на парния облак. Независимо от това, трябва да отбележим, че моделирането на разсейването на променящите се във времето емисии е сложна задача, поради което тук представените принципи могат да бъдат използвани единствено ориентировъчно. До най-доброто решение във всеки конкретен случай от практиката трябва да се достига чрез конкретна прценка.

Променящото се във времето изтичане (емисия) може да бъде апроксимирана посредством няколко дискретни отрязъка от време с постоянни условия на емисията чрез равномерно подразделяне на общата маса на изпуснатото вещество в известен брой отрязъци от времето. Условията на емисията във всеки отрязък от време може да бъде изчислена при спазване на следните правила:

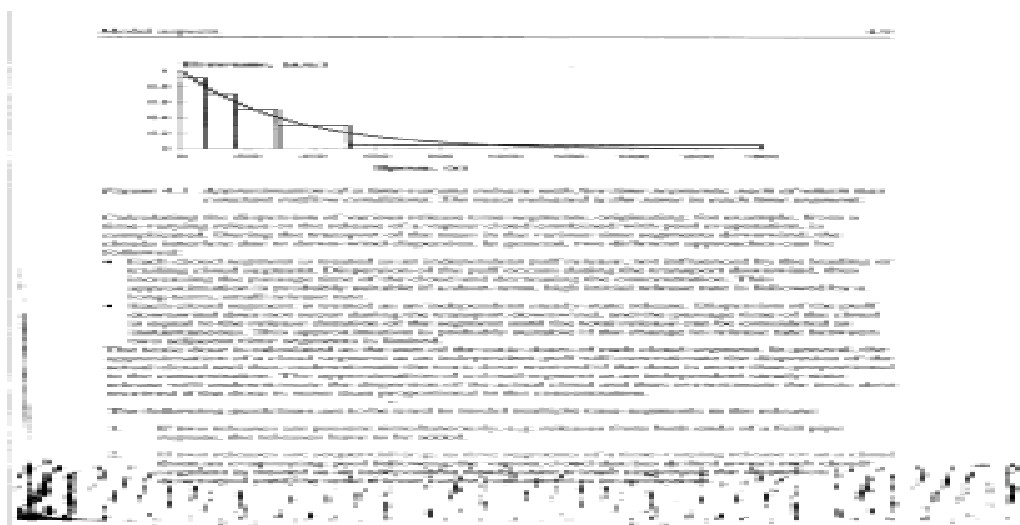
- Изчислява се общата маса на изпуснатото вещество през първите 30 минути след нарушаването на херметичността, M_{rel}
- Избира се броя на отрязъците от време, N_{seg} . При повечето изчисления за достатъчен се счита броят на отрязъците да е 5 бр.
- Общата маса на изпуснатото вещество се подразделя равномерно в избраните отрязъци от време, т.е. масата, съответстваща на всеки отрязък, M_{seg} , е равна на M_{rel}/N_{seg} .
- Извършва се изчисление за времетраенето на изпускането през първия отрязък от време, $D_{rel.1}$, като време, необходимо за изпускането на вещество с маса M_{seg} .
- Извършва се изчисление за скоростта на изпускане за първия отрязък от време, $Q_{rel.1}$, като $Q_{rel.1} = M_{seg}/D_{rel.1}$.
- Условията на изпускането през първия отрязък от време се приравняват към условията, съответстващи на скоростта на изпускане $Q_{rel.1}$.
- Изчислява се времетраенето на изпускането, скоростта на изпускането и условията на изпускането за другите отрязъци от време с помощта на същата процедура.

На Фигура 4.1 е показан пример за апроксимиране на променящата се във времето емисия с използване на пет отрязъка от време, на които съответстват еднакви маси.

За предпочитане е за апроксимацията на променящите се във времето изпускания (емисии) да се работи с поредица от отрязъци от време. Независимо от това, апроксимацията на променящото се във времето изпускане (емисия) може да се осъществи и с помощта само на един отрязък от време с постоянни условия

на изпускането, ако е възможно да се докаже, че моделирането с един единствен отрязък генерира резултати, чието качество не отстъпва на тези при работа с пет отрязъка. Условието на емисията при работа с един отрязък от време могат да се определят при спазване на следните правила:

- При лесно запалимите вещества, условията на изпускането са еднакви с условията по отношение на първия отрязък от време при апроксимиране на променящата се във времето емисия (изпускане) с пет отрязъка от време. Това означава, че скоростта на изпускането, Q_{rel} , е равна на 20 % от общата маса на емисията, разделена на времето, необходимо за изпускане на първите 20 % от общата маса: $Q_{rel} = 0,2 \times M_{rel}/D_{rel.1}$. Времетраенето на изпускането, D_{rel} , е равно на общата маса на изпуснатото вещество, разделена на скоростта на изпускането: $D_{rel} = M_{rel}/Q_{rel}$. Условието на изпускането са еднакви с условията, съответстващи на скорост на изпускане Q_{rel} .
- По отношение на токсичните вещества, условията на изпускането са еднакви с условията по отношение на втория отрязък от време при апроксимиране на променящата се във времето емисия (изпускане) с пет отрязъка от време. Това означава, че скоростта на изпускането, Q_{rel} , е равна на 20 % от общата маса на емисията, разделено на времето, необходимо за изпускане на вторите 20 % от общата маса: $Q_{rel} = 0,2 \times M_{rel}/D_{rel.2}$. Времетраенето на изпускането, D_{rel} , е равно на общата маса на изпуснатото вещество, разделена на скоростта на изпускането: $D_{rel} = M_{rel}/Q_{rel}$. Условието на изпускането са еднакви с условията, съответстващи на скорост на изпускане Q_{rel} .



Фигура 4.1 Апроксимиране на променящото се във времето изпускане върху пет отрязъка от време, всеки от които се характеризира с постоянни условия на

изтичането. Освободената маса във всеки един от отрязъците от време е една и съща.

Изчисляването на разсейването за различните отрязъци от време, в които е разпределено изпускането, съответстващо, например, на променяща се във времето емисия или изпускане на парен облак, съпроводено с изпаряване от течна локва, е сложен процес. При движението на изпуснатата маса по посоката на вятъра през различните отрязъци от време облаците се наслагват един върху друг по причина на настъпилото по посоката на вятъра разсейване. В общи линии, могат да се възприемат два различни подхода:

- Съответстващият на всеки от отрязъците облак се възприема като независимо изпуснато облаче, неповлияно от облаците, съответстващи на предходния или последващия отрязък. При придвижването си по посоката на вятъра облачето се разсейва, което допринася за увеличаването на времето за преминаване на облака и намаляването на неговата концентрация. Тази апроксимация е целесъобразна за случаите, в които протича първоначално краткотрайно и интензивно изпускане, последвано от период на продължително изпускане при ниска интензивност.
- Съответстващият на всеки от отрязъците облак се възприема като, запазващо устойчивото си състояние, независимо изпускане. Разсейването на дискретните облачета по посоката на вятъра не протича през време на придвижването по посоката на вятъра, а времето за преминаване на облака е равно на времетраенето на изпускането за съответния отрязък до момента, в който общото изпускане може да се възприеме като мигновено такова. Тази апроксимация е целесъобразна за случаите, в които разликата между скоростите на изпускането при два съседни отрязъка от време е минимална.

Токсичната доза се изчислява като сума от токсичните дози, съответстващи на отделните отрязъци от време. В общи линии, представянето на съответстващия на отделния отрязък облак като независимо облаче води до надценяване на разсейването на действителния облак и, като следствие от това, до подценяване на приетата токсична доза, ако дозата е повече от пропорционална на концентрацията. Апроксимирането на съответстващия на отделния отрязък облак като независимо и запазващо устойчивото си състояние изпускане, пък, води до подценяване на разсейването на действителния облак и, като следствие от това, до надценяване на приетата токсична доза, ако дозата е повече от пропорционална на концентрацията.

По отношение на моделирането на серията отрязъци от време са в сила следните правила:

1. При едновременно наличие на две емисии (изпускания), например изпускане от двете страни на разрушен по целия си диаметър тръбопровод, емисиите (изпусканията) се сумират.
2. Ако две емисии (изпускания) са последователни (например - като времеви отрязъци на променящото се с времето изпускане, или като облак от изпаряване на локва, следващ носещ се парен облак) всеки сегмент на облака се възприема като независимо и устойчиво изпускане, пренебрегващо разсейването по посока

на вятъра до момента, в който сумарното изпускане може да се счита за мигновено.

3. При утаяване на суспендирани във въздуха капчици и изпарение на течен разлив емисиите присъстват, както едновременно, така и последователно. Докато първоначалният облак се намира над изпаряващия се разлив, количеството, отделяно при изпаряването на разлива трябва да се добавя към количеството в парния облак. След отдалечаването на парния облак от повърхността на локвата, емисията от изпаряващата се локва се разглежда като нова отделна емисия (изпускане).

4.6.2. Моделиране на разсейването на парния облак

При изчисленията за разсейването на парния облак трябва да се вземат под внимание минимум следните явления:

- струи и факели
- разсейване на плътен газ
- пасивно разсейване

Явленията на отлагане на течни или твърди вещества върху земната повърхност подлежат на моделиране, ако има на разположение съответни данни, в противен случай същите не се разглеждат.

Необходимо е да се изясни естеството на химичните процеси във вътрешността на облака, ако същите увеличават опасностите при изпускането и разсейването на парния облак. Като пример можем да посочим изпусканията на флуороводород, съпроводени с образуване на димери и полимери и реагирането му с водна пара, което е причина за промяна на характеристиките на парния облак.

Дължината на аеродинамичната неравност е мерило за влиянието на терена върху разсейването на облака. Допуска се, че отсъстват големи препятствия (прегради), които да влияят върху естеството на разсейването. Дължината на неравността се дефинира посредством характеристиките на терена на намиращата се срещу посоката на вятъра зона. В общия случай, по отношение на заобикалящия инсталацията район се използва една усреднена стойност. В Таблица 4.4 са представени някои стойности “по подразбиране”.

Големите препятствия (прегради) променят разсейването на облака в значителна степен, и в този случай не е целесъобразно да се работи с една единствена усреднена стойност за дължина на неравност на терена. Описаните в Жълтата книга модели не отчитат възможното наличие на препятствия (прегради). За някои конкретни ситуации съществуват специални опростени модели [CPR14E]. Независимо от това, наличието на големи препятствия (прегради) може да бъде овладяно единствено с помощта на сложни компютърни кодове, например чрез CFD-изчисления или опити с тунелообразни течения. Ако е възможно, при КОР се извършва количествено определяне на влиянието на големите препятствия. Ако количественото охарактеризиране на големите препятствия е невъзможно, се извършва качествено описание.

При моделите за разсейването се работи с усреднено време при изчисляването на максималната концентрация и широчината на факела. Стойностите на усредненото време, t_{av} , които трябва да бъдат използвани, са както следва:

- запалими вещества: $t_{av} = 20$ секунди
- токсични вещества: $t_{av} = 600$ секунди

Таблица 4.4. Класификация на терена чрез дължината на аеродинамичната неравност, z_0

Клас	Кратко описание на терена	z_0 , m
1	открита водна площ, най-малко 5 км	0,0002
2	разкалян равнинен участък, сняг; липса на растителност, отсъствие на препятствия	0,005
3	открит равнинен терен; трева, малко на брой изолирани предмети	0,03
4	ниски насаждения; изолирани големи препятствия, $x/h > 20^{(1)}$	0,10
5	високи насаждения; разпръснати големи препятствия, $15 < x/h < 20^{(1)}$	0,25
6	паркова зона, храсти; многобройни препятствия, $x/h < 15^{(1)}$	0,5
7	равномерно разпределени големи препятствия (жилищен комплекс, гора)	$(1,0)^{(2)}$
8	градски център с високи и ниски сгради	$(3,0)^{(2)}$

⁽¹⁾ x е типично разстояние за разположените срещу вятъра препятствия (прегради), а h е височината на съответните големи препятствия (прегради).

⁽²⁾ Тези стойности са ориентировъчни. Работата с дължината на неравността на терена, z_0 , не отчита ефектите от големите препятствия (прегради).

4.6.3. Изпускане във вътрешността на сградата

Съдовете, резервоарите и тръбопроводите могат да бъдат разположени във вътрешността на сгради. В случай на изпускане, разсейването на отделените вещества се влияе от сградата.

В сила са следните правила:

- Ако се очаква сградата да не може да издържи на натоварването от отделеното вещество в периода след изпускането, емисията се счита за директно проникваща в атмосферата; в подобни случаи разсейването се моделира по начин, който се абстрахира от наличието на сграда.
- Ако се очаква сградата да издържи на натоварването от отделеното вещество в периода след изпускането, емисията извън сградата се получава като се има предвид емисията във вътрешността на сградата и вентилационната система. Местоположението на източника се определя от местоположението на изходния отвор на системата за механична вентилация

и/или местоположението на отворите, през които протича естественото проветряване.

Емисията към атмосферата се определя от концентрацията във вътрешността на сградата като функция на времето и мястото. Съществуват модели, с помощта на които концентрацията може да се изчислява в зависимост от времето и местоположението (виж например [Gi97]). Въпреки това, в много случаи се прибегва до един по-опростен подход, при който се допуска, че концентрацията на емисията във вътрешността на сградата е равномерно разпределена и в мигновено достигнато равновесие с концентрацията на непосредствената емисия от източника. По такъв начин, изчисленията за емисията към атмосферата се опростяват значително:

1. При продължителните изпускания, емисията към атмосферата, $Q_{out}(t)$, е равна на емисията във вътрешността на сградата, $Q_{in}(t)$. При мигновените изпускания, емисията към атмосферата, Q_{out} , се получава от уравнението:

$$Q_{out} = M \times F / V;$$

където:

Q_{out} е натоварването на атмосферата от източника ($kg\ s^{-1}$)

M е освободената маса (kg)

V е обемът на помещението (m^3)

F е интензивността на вентилацията ($m^3\ s^{-1}$)

Времетраенето на изпускането, t_{rel} , е равно на M / Q_{out} .

2. Изпускането се моделира като непрекъсната струя в напречно спрямо вятъра направление [CPR14E]. Местоположението на изпускането се определя от местоположението на вентилационния отвор.

3. Ако става дума за изпускане в границите на зоната на рециркулация откъм подветрената страна на сградата или от покрива на сградата, трябва да се вземе под внимание влиянието на зоната на рециркулация откъм подветрената страна. Факелът попада изцяло в подветрената страна, а концентрацията в зоната на рециркулация може да се представи като:

$$C_{rz} = Q_{out} / (K \times A \times u);$$

където:

C_{rz} е концентрацията в зоната на рециркулация ($kg\ m^{-3}$)

Q_{out} е натоварването на атмосферата от източника ($kg\ s^{-1}$)

K е параметър, който отчита формата и ориентацията на сградата (-)

A е проекцията на сградата по посоката на вятъра (m^2)

u е скоростта на вятъра на нивото на височината на сградата ($m\ s^{-1}$)

Стойността на параметъра **K** зависи от формата и ориентацията на сградата по отношение на посоката на вятъра и се намира в диапазона между 0,1 и 2. Възприема се стойност “по подразбиране” равна на 1 в съчетание със средноочакваната проекция на сградата по посоката на вятъра.

За дължината на зоната на рециркулация се възприема стойност, три пъти по-голяма от по-малката от следните две величини: широчината и височината на сградата. За определяне на концентрацията извън границите на зоната на рециркулация се прибегва до прилагането на виртуален метод за представяне на източника, който се позовава на концентрацията в края на подветрената зона.

При вертикално ориентирано изпускане от комин в горната част на сграда трябва да се вземе под внимание влиянието на зоната на рециркулация от подветрената страна на сградата. Явленията в подветрената страна се моделират при занижаване на височината на изпускането и промяна на коефициентите на разсейването. Моделът е описан в [NNM98].

Забележка:

1. Моделирането на пожар във вътрешността на оборудвана с димоуловители сграда наподобява моделирането при пожарите в складовете (виж Раздел 4.6.4). Ако сградата е физически незасегната, се приема, че токсичните вещества са равномерно разпределени във вътрешността на сградата. Налице е изпускане от димоуловителите с атмосферно налягане и нулево топлосъдържание. Необходимо е да се анализира влиянието на аеродинамичната следа на сградата върху емисията. В случаите, в които настъпва нарушаване на физическата цялост на сградата, се допуска формиране на издигащ се факел и липса на нови поражения със смъртен изход.

4.6.4. Пожари и образуване на издигащ се факел

В обстановка на пожар, неизгорелите токсични вещества и токсичните продукти от горенето могат да бъдат изпуснати в околната среда. Поради високата температура на облака, последният се стреми да се издигне нагоре. При извършването на КОР трябва да се вземат под внимание последствията от издигането на факела.

- При пожарите във вътрешността на сгради, подобни на описаните в CPR-15 складове, се допуска, че не настъпва образуване на издигащ се факел в първата фаза от пожара, тъй като по това време сградата е все още физически незасегната и като такава, допринася за понижаването на температурата на продуктите от изгарянето. След края на първата фаза настъпва образуване на издигащ се факел и в този момент от времето изчисленията се прекратяват, тъй като след него не се очакват повече поражения със летален изход [CPR15].

- По отношение на пожарите на открито се допуска незабавно образуване на издигащ се факел и се изключва възможността от каквито и да било поражения със летален изход.

4.7. Възпламеняване

4.7.1. Директно възпламеняване

В Таблица 4.5 се съдържат данни за вероятността от директно възпламеняване при стационарните инсталации, а Таблица 4.6 съдържа аналогични данни по отношение на транспортните средства на територията на предприятието. При стационарните инсталации е извършено разграничение между K1 – течности, газове с ниска склонност към взаимодействие и газове със средновисока/висока склонност към взаимодействие. Таблица 4.7 съдържа данни за химическата активност на известен брой вещества.

Таблица 4.5. Вероятност за директно възпламеняване при стационарните инсталации

Източник		Вещество		
Продължително изпускане	Мигновено изпускане	K1 - течности	Газове, ниска реакционна способност	Газове, средна/ висока реакционна способност
< 10 kg/s	< 1000 kg	0,065	0,02	0,2
10-100 kg/s	1 000 – 10 000 kg	0,065	0,04	0,5
> 100 kg/s	> 10 000 kg	0,065	0,09	0,7

Таблица 4.6. Вероятност за директно възпламеняване при транспортните средства в предприятието

Източник	Вероятност за директно възпламеняване
Автомобилна цистерна, продължително изпускане	0,1
Автомобилна цистерна, мигновено изпускане	0,4
Вагон-цистерна, продължително изпускане	0,1
Вагон-цистерна, мигновено изпускане	0,8

Таблица 4.7. Данни за реакционна способност на някои вещества [CPR14]. При ограниченост или липса на информацията веществата се класифицират като реакционноспособни. В таблицата тези вещества са обозначени с *.

Ниска	Средна	Висока ⁽¹⁾
1-хлор-2,3-епоксипропан 1,3-дихлорпропен 3-хлор-1-пропен амоняк бромметан въглероден оксид хлоретан хлорметан метан тетраетил олово	1-бутен 1,2-диаминоетан 1,3-бутадиен ацеталдехид ацетонитрил акрилонитрил бутан хлоретен диметиламин етан етен етилетанамин мравчена киселина пропан пропен	1-бутанетиол* ацетилен бензен* сяровъглерод* етанетиол* етиленов оксид етилформат* формалдехид* сяроводород* метилакрилат* метилформат* метилоксиран* нафта, разтворител* тетрахидротиофен* винилацетат*

При съчетание от мигновено изпускане и директно възпламеняване може да настъпи BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) – Експлозия в резултат на разширение на парите на кипяща течност и да се оформи огнено кълбо. Вероятността за BLEVE и огнено кълбо, P_{BLEVE} , е равна на:

- Стационарни инсталации: $P_{BLEVE} = 0,7$
- Транспортни средства в предприятието: $P_{BLEVE} = 1,0$

Масата на BLEVE се приема за равна на масата на общото съдържание на резервоара. Налягането в момента на отказа на съда е 1,21 x налягането на отваряне на предпазното устройство или, ако няма предпазно устройство, равно на изпитвателното налягане на съда.

Ако при съпроводеното с директно възпламеняване мигновено изпускане не настъпи BLEVE и не се оформи огнено кълбо, се образуват парен облак, който се разширява до изравняване на налягането му с атмосферното налягане, и течен разлив. Директното възпламеняване на парния облак се моделира като мигновено възпламеняване + експлозия съгласно описанието в Раздел 4.8. Директното възпламеняване на течния разлив има за резултат разрастването му до размерите на пожар на разлива. Масата на парния облак зависи от мигновено адиабатично изпарената част, χ и се представя чрез зависимостите от Таблица 4.8.

Таблица 4.8. Маса на парния облак в периода след съпроводеното с директно възпламеняване мигновено изпускане

Мигновено адиабатично изпарена част, χ	Маса на парния облак (част от масата на общото съдържание на цистерната)
$\chi < 0,1$	$2 \times \chi$

$0,1 \leq \chi < 0,36$ $\chi \geq 0,36$	$(0,8 \times \chi - 0,028) / 0,26$ 1
--------------------------------------------	-------------------------------------------

4.7.2. Забавено възпламеняване

Съществуват различни правила за изчисляване на вероятността за забавено възпламеняване. В настоящия раздел са описани два начина за извършване на изчисления по отношение на забавеното възпламеняване при КОР: с реално съществуващи източници на възпламеняване (А) и със “свободно поле” (Б).

А. Изчисляване с реално съществуващи източници на възпламеняване

Изчисленията при КОР могат да бъдат направени като се използват конкретни местонахождения на известните източници на възпламеняване на територията на предприятието и извън него. Разпределението на източниците на възпламеняване в района трябва да се знае или да бъде предвидимо. Приложение 4.А съдържа обзорна информация за източниците на възпламеняване и техния потенциал. Трябва да се отбележи, че ако източниците на възпламеняване са само няколко (и с малък потенциал), възпламеняване на газообразния облак може и да не настъпи.

Б. Изчисляване със “свободно поле”

Изчисленията при КОР могат да бъдат направени като се използват конкретни местонахождения на известните източници на възпламеняване на територията на предприятието. Ако на територията на предприятието не настъпи възпламеняване на облака, се допуска, че възпламеняването настъпва при максималната площ на облака, дефинирана като ДГВ (долна граница на възпламеняване) -проекция на облака върху земната повърхност. Ако извън територията на предприятието няма такова ДГВ-очертание, например, в случай на разлив на запалима течност във вътрешността на обваловката и на територията на предприятието не настъпи възпламеняване, се приема, че възпламеняване не настъпва изобщо.

Изчисленията за риска за обществеността се извършват чрез изчислителен метод А, т.е. изчисление с реално съществуващи източници на възпламеняване.

Изчисленията за индивидуалния риск се извършват или чрез изчислителен метод А, или чрез изчислителен метод Б, решение за което взема компетентния орган.

4.7.3. Вещества, които са едновременно и токсични и лесно запалими

По принцип, веществата, които са едновременно токсични и запалими, трябва да се моделират като се използват токсичните им свойства, ако няма възпламеняване на облака, и използване на запалимите им свойства, ако има възпламеняване на облака. Този подход, обаче, е твърде усложнен от гледна точка на съществуващите модели. По тази причина, събитията със “загуба на херметичност” се подразделят в две групи, по-конкретно, събития с изключително проявление на токсичността на веществата и събития с изключително проявление на запалимостта на веществата.

Веществата с ниска реакционна способност (виж Таблица 4.7) трябва да се моделират като събития с изключително токсично въздействие. Като примери в това отношение могат да се посочат амоняка, въглеродния оксид и тетраетил оловото.

Веществата с междинна или висока химическа активност (виж Таблица 4.7) се моделират с позоваване на две независими събития, т.е. с проявление на чиста запалимост и на чиста токсичност. Като примери в това отношение могат да се посочат акролеина, акрилонитрила, алилалкохола и етиленовия оксид. Вероятностите на събитията със запалимо и с токсично проявление се определят чрез величината на вероятността за директно възпламеняване P_{di} . Ако има директно възпламеняване, събитието се моделира като събитие с чисто проявление на запалимата природа на веществото с вероятност P_{di} . Ако директно възпламеняване не настъпва, събитието се моделира като събитие с чисто проявление на токсичната природа на веществото с вероятност $(1 - P_{di})$. В първия случай събитието се моделира в случаи, че веществото е с чисто запалими свойства, а във втория случай – с чисто токсични свойства. В заключение, дадено събитие с честота f се подразделя на две отделни събития:

- събитие с чисто проявление на запалимата природа на веществото (директно възпламеняване) с честота $P_{di} \times f$;
- събитие с чисто проявление на токсичната природа на веществото с честота $(1 - P_{di}) \times f$.

Стойностите на вероятността за директно възпламеняване, P_{di} , са представени в Таблица 4.5 и Таблица 4.6.

Забележка:

1. Не се държи сметка за токсичните въздействия след възпламеняване на запалимия облак. Допуска се, че след възпламеняването протича образуване на издигащ се факел, не се очаква проявяване на токсични въздействия.

4.8. Въздействия при възпламеняване на парния облак

След възпламеняване на неограничен в пространство парен облак, настъпва събитие с характеристиките на мигновен пожар и експлозия. Извършва се моделиране на две отделни събития, по-конкретно, чист мигновен пожар и чиста експлозия:

- мигновен пожар без нарастване на налягането с вероятност 0,6;
- експлозия без характерните за светкавичния пожар въздействия с вероятност 0,4.

Масата на облака е равна на масата, ограничена в ДГВ -очертанието на облака.

Свръхналягането на преминаващата ударна вълна при експлозията може да се изчисли по мултиенергийния метод като се вземе най-високата стойност за мощността на експлозията, 10 [CPR14E]. При изчисленията, запалимата маса на облака трябва да се разпредели в преградени и в непреградени участъци, а центърът на експлозията трябва да се определи съобразно разположението на преградените участъци.

Ако допуснем, че проценната част f_{obstr} от общата маса на запалимия облак попада в преградените участъци, а останалата част $(1 - f_{\text{obstr}})$ попада в непреградените участъци, разстоянията до пиковите контури на максималното свръхналягане, съответстващи на 0,3 barg и 0,1 barg, т.е. $R_{0,3 \text{ barg}}$ и $R_{0,1 \text{ barg}}$, се изчисляват съответно като:

$$R_{0,3 \text{ barg}} = 1.5 \times (f_{\text{obstr}} \times E/P_a)^{1/3}$$

$$R_{0,1 \text{ barg}} = 3 \times (f_{\text{obstr}} \times E/P_a)^{1/3}$$

където:

$R_{0,3 \text{ barg}}$ е разстоянието до пиковия контур на максималното свръхналягане от 0,3 barg (m)

$R_{0,1 \text{ barg}}$ е разстоянието до пиковия контур на максималното свръхналягане от 0,1 barg (m)

E е енергията на изгаряне на запалимата маса в границите на ДГВ-очертанието (J)
 f_{obstr} е относителен дял от общата маса на запалимия облак в преградените участъци (-)

P_a е налягането на околната среда (N m^{-2})

В качеството им на параметри “по подразбиране”, фракцията на масата в преградените участъци f_{obstr} се приема за равна на 0,08, а центърът на експлозията съвпада с центъра на облака.

4.9. Разрушаване на съдове

Наред с изпускането на вътрешното съдържание, разрушаването на съд под налягане може да има за резултат освобождаването на вътрешната енергия. Освобождаването на вътрешната енергия може да причини възникването на ударни вълни и да предизвика образуването на бързолетящи отломки.

- Освобождаването на вътрешната енергия трябва да се вземе под внимание при анализа на ефектите на доминото.
- В общия случай, освобождаването на вътрешната енергия може да не бъде вземано под внимание при определянето на ефектите извън района на инсталацията.

4.10. Метеорологични данни

Необходимите за изчисляването на разсейването метеорологични данни могат да се изразят, както чрез дължината **L** на Монин-Обухов, така и чрез класовете на Паскуил. Двата типа класификации могат да се свържат помежду си. Ако съществуват подходящи статистически данни, се препоръчва да се работи с класификацията, която се позовава на дължината **L** на Монин-Обухов. Въпреки това, избраната класификация трябва да бъде съвместима с модела на разсейване и характеризиращите го коефициенти на разсейване.

При извършването на КОР трябва да се работи с най-малко шест представителни метеорологични класа, обхващащи състоянията “устойчиво”, “неутрално” и “неустойчиво” и скорост на вятъра “ниска”, “средна” и “висока”. При класифициране по Паскуил, като минимум трябва да се обхванат следните шест метеорологични класа:

Клас на устойчивост	Скорост на вятъра ⁽¹⁾
B	средна
D	ниска
D	средна
D	висока
E	средна
F	ниска

- ⁽¹⁾ “Ниска скорост на вятъра” съответства на $1 - 2 \text{ m s}^{-1}$
 “Средна скорост на вятъра” съответства на $3 - 5 \text{ m s}^{-1}$
 “Висока скорост на вятъра” съответства на $8 - 9 \text{ m s}^{-1}$

Трябва да се работи с най-малко осем посоки на вятъра. Статистическите данни за метеорологичната ситуация трябва да се набавят от наблизно разположена, представителна метеорологична станция. В Приложение 4.Б се съдържа информацията относно групирането на метеорологичните данни в метеорологични класове и статистически данни за известен брой метеорологични станции.

Височината на смесването обикновено не е значим параметър при изчисляването на леталните ефекти. Стойности на височината на смесването могат да се открият в Жълтата книга [CPR14E].

В Таблица 4.9 се съдържат стойности “по подразбиране” за някои метеорологични параметри. Стойностите представляват средногодишни показатели. При необходимост могат да се използват отделни стойности за определени моменти от времето, което предоставя възможност за сравняване между ситуацията “през деня” и ситуацията “през нощта”, както и за сравняване между различни периоди от годината.

Таблица 4.9. Стойности “по подразбиране” за някои метеорологични параметри

Параметър	Стойност по подразбиране

Температура на атмосферния въздух	282 K
Температура на почвата/ограждащия защитен насип	282 K
Температура на водата	282 K
Налягане на атмосферния въздух	101510 N/m ²
Влажност	83 %
Слънчева радиация	0,12 kW/m

Скоростта на вятъра, температурата и налягането се изменят в зависимост от височината над земната повърхност [CPR14E]. Флуктуациите на скоростта на вятъра във вертикалното направление трябва да бъдат съобразени с методиката на изчисленията от Жълтата книга. Минималната скорост на вятъра е онази скорост, която съответства на височина над земната повърхност 1 метър.

Приложение 4.A. Модел за изчисляване на вероятността за забавено възпламеняване

Вероятността за забавено възпламеняване причинено от даден източник на запалване може да се моделира като:

$$P(t) = P_{\text{present}} \cdot (1 - e^{-\omega t}),$$

където:

P(t) е вероятността за запалване в интервала от време между 0 и t (-)

P_{present} е вероятността източникът да бъде налице по времето на преминаването на облака (-)

ω е ефективността на възпламеняването (s⁻¹)

t е времето (s)

Ефективността на възпламеняването, **ω**, може да се изчисли въз основа на вероятността за възпламеняване за даден интервал от време. В Таблица 4.A.1 се

съдържат данни за вероятността за възпламеняване за интервал от една минута за различни източници. Трябва, все пак, да отбележим, че посочените стойности не са добре проверени и могат да се използват единствено ориентировъчно.

Таблица 4.А.1. Вероятност за възпламеняване за интервал една минута за различни източници

Източник	Вероятност за възпламеняване за една минута
Точков източник	
Моторно превозно средство	0,4
Факел	1,0
Открита пещ	0,9
Пещ в помещение	0,45
Открит котел	0,45
Котел в помещение	0,23
Кораб	0,5
Кораб за превоз на запалими материали	0,3
Риболовен кораб	0,2
Плавателен съд за развлечение	0,1
Дизелов локомотив	0,4
Електрически локомотив	0,8
Линеен източник	
Електропреносна линия	0,2 за 100 м
Автомобилен път	Забележка 1
Железен път	Забележка 1
Пространствен източник	
Химическа инсталация	0,9 за обект
Нефтена рафинерия	0,9 за обект
Предприятие на тежката промишленост	0,7 за обект
Склад за стоки на леката промишленост	както за антропогенните източници
Антропогенен източник	
Населен район	0,01 за 1 лице
Съсредоточие на работна сила	0,01 за 1 лице

Забележки:

1. Вероятността за възпламеняване за автомобилен или железен път, минаващ в близост до разглежданото предприятие или транспортен маршрут е функция на средната интензивност на пътното движение. Средната интензивност на пътното движение, **d**, се изчислява по следния начин:

$$d = N E / v$$

където:

N е броят на преминаващите превозни средства за 1 час (h^{-1})

E е дължината на избраната отсечка от автомобилния или железния път (km)

v е средната скорост на движение на превозните средства ($km h^{-1}$)

Ако $d \leq 1$, стойността на d представлява вероятността, източникът да е налице по времето на преминаването на облака; вероятността за възпламеняване в интервала от време между 0 и t , $P(t)$ е равна на:

$$P(t) = d \cdot (1 - e^{-\omega t}),$$

където:

ω е ефективността на възпламеняването за едно превозно средство (s^{-1})

Ако $d \geq 1$, d представлява средният брой източници, които са налице по времето на преминаването на облака; вероятността за възпламеняване в интервала от време между 0 и t , $P(t)$ е равна на:

$$P(t) = (1 - e^{-d\omega t}),$$

където:

ω е ефективността на възпламеняването за едно превозно средство (s^{-1})

2. Вероятността за възпламеняване на клетка от мрежата на населен район в интервала от време между 0 и t , $P(t)$ е равна на:

$$P(t) = (1 - e^{-n\omega t}),$$

където:

ω е ефективността на възпламеняването за едно лице (s^{-1})

n е средният брой на хората, които се намират в съответната клетка от мрежата

3. В случаите, когато моделът се позовава на независеща от времето вероятност за възпламеняване, вероятността за възпламеняване е равна на вероятността за възпламеняване за интервала от една минута.

Приложение 4.Б. Метеорологични данни

В повечето случаи може да се открие информация за такива метеорологични характеристики като посоката на вятъра, скоростта на вятъра и класовете на устойчивост. Обикновено информацията се представя под формата на фракционни честоти или брой наблюдения. За съкращаване на времето за изготвяне на КОР е целесъобразно данните да бъдат групирани в известен брой представителни метеорологични класове, дефинирани чрез скоростта на вятъра и класовете на устойчивост.

Препоръчително е да се работи с класификация на устойчивостта, която се основава на дължината L на Монин-Обухов, ако има на разположение надеждни статистически данни от наблизо разположена метеорологична станция [NNM98, CPR14E]. Набавянето на подобни дългосрочни статистически данни, обаче, може да не е толкова лесно, в който случай може да се работи с класовете на Паскуил. В настоящото приложение е извършен преглед на статистическите данни

съобразно системата от класове на устойчивост на Паскуил, основани върху рутинни метеорологични наблюдения, на скоростта на вятъра, облачната покривка и часа.

При изготвянето на КОР трябва да се работи с най-малко шест представителни метеорологични класа, обхващащи състоянията “устойчиво”, “неутрално” и “неустойчиво” и скорост на вятъра “ниска” и “висока”. При класифициране по Паскуил, трябва да се обхванат най-малко шест метеорологични класа (виж Таблица 4.Б.1).

Таблица 4.Б.1. Шестте представителни метеорологични класа

Клас на устойчивост	Скорост на вятъра ⁽¹⁾
B	средна
D	ниска
D	средна
D	висока
E	средна
F	ниска

⁽¹⁾ “Ниска скорост на вятъра” съответства на $1 - 2 \text{ m s}^{-1}$
 “Средна скорост на вятъра” съответства на $3 - 5 \text{ m s}^{-1}$
 “Висока скорост на вятъра” съответства на $8 - 9 \text{ m s}^{-1}$

По отношение на групирането в шестте метеорологични класа се прилагат следните правила:

1. Наблюденията за класове на устойчивост по Паскуил А, А/В, В и В/С се присвояват на клас на устойчивост В. Скоростта на вятъра за този метеорологичен клас е равна на средната скорост на вятъра при наблюденията.
2. Наблюденията за класове на устойчивост по Паскуил С, С/Д и Д се присвояват на клас на устойчивост Д. Скоростите на вятъра под 2.5 m s^{-1} (5 възли), между 2.5 m s^{-1} и 6 m s^{-1} (12 възли) и над 6 m s^{-1} се присвояват, съответно, на категориите за скоростта на вятъра ниска, средна и висока. Скоростта на вятъра за всеки метеорологичен клас е равна на средната скорост от наблюденията в съответния метеорологичен клас.
3. Наблюденията за класове на устойчивост по Паскуил Е и F се присвояват въз основа на скоростта на вятъра. Скоростите на вятъра под 2.5 m s^{-1} и над 6 m s^{-1} се присвояват, съответно, на метеорологични класове F и Е. Скоростта на вятъра за всеки метеорологичен клас е равна на средната скорост от наблюденията в съответния метеорологичен клас.

Разпределението, за което току що стана дума, е отразено на Фигура 4.Б.1.

Фигура 4.Б.1. Разпределение на наблюденията в шест метеорологични класа

Скорост на вятъра	A	B	V/C	C	C/D	D	E	F
$< 2,5 \text{ m s}^{-1}$					D, ниска			F, ниска
$2,5 - 6 \text{ m s}^{-1}$		B, средна			D, средна			E, средна
$> 6 \text{ m s}^{-1}$					D, висока			

Наличните данни могат да се отнасят до времето “през нощта” и времето “през деня”, и в този случай статистическите данни за периода от денонощието, схващан като време “през деня”, трябва да бъдат обединени коректно. Трябва да

се знае, че данните за населението също се подразделят на данни за времето “през деня” и такива за времето “през нощта”. Трябва да се внимава за коректното съчетаване на данните за населението с метеорологичните данни.

В следващите таблици (Таблицы 1-15) е отразено разпределението на честотите за известен брой метеорологични станции, като данните са взаимствани от [KNMI72]. Разпределенията с осем посоки на вятъра са получени от разпределенията с дванадесет посоки на вятъра с помощта на формулите за превръщане от Таблица 4.Б.2.

Времето “през деня” (т.е. дневното часово време) се позовава на различни отрязъци от време в различни моменти от календарната година. За месец юни, например, дневното време съответства на часовете между 6.00 и 21.00 средноевропейско време, а нощното време - на часовете между 22.00 и 5.00 средноевропейско време, докато през декември аналогичните часови зони са съответно между 10.00 и 11.00 и 17.00 и 9.00 часа. Средностатистически погледнато, дневното часово време попада в интервала между 8:00 и 18:30 часа средноевропейско време (относителен дял 0,44), а нощното часово време попада в интервала между 18:30 и 8:00 часа средноевропейско време (относителен дял 0,56).

Посока 346-015 съответства на вятър, който духа от север.

Таблица 4.Б.2. Преход от разпределение с дванадесет посоки на вятъра към разпределение с осем посоки на вятъра

Клас на устойчивост	Посока на вятъра
B 3,0 m s ⁻¹ → B 4,0 m s ⁻¹	част (C ¹ -СИ ²) = 0,5 x част (346-015) + част (016-045)
D 1,5 m s ⁻¹ → D 1,5 m s ⁻¹	
D 5,0 m s ⁻¹ → D 4,0 m s ⁻¹
D 9,0 m s ⁻¹ → D 8,0 m s ⁻¹	...
E 5,0 m s ⁻¹ → F 4,0 m s ⁻¹	
F 1,5 m s ⁻¹ → F 1,5 m s ⁻¹	

Таблицы с метеорологични данни.

град в Холандия - Беек							
Ден	B 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	2.01	0.99	2.01	0.72	0.00	0.00	5.73
016-045	2.39	0.69	1.96	1.13	0.00	0.00	6.17
046-075	3.33	0.80	2.21	1.91	0.00	0.00	8.26
076-105	2.25	0.64	1.66	2.21	0.00	0.00	6.76
106-135	0.97	0.49	0.64	0.28	0.00	0.00	2.38
136-165	0.96	0.54	0.92	0.56	0.00	0.00	2.97
166-195	1.91	0.88	2.67	2.78	0.00	0.00	8.24
196-225	3.03	1.53	5.88	7.10	0.00	0.00	17.54
226-255	3.49	2.27	7.89	6.31	0.00	0.00	19.96
256-285	2.29	1.82	4.54	2.45	0.00	0.00	11.11
286-315	1.20	1.19	2.44	1.25	0.00	0.00	6.07
316-345	1.28	0.99	1.80	0.76	0.00	0.00	4.84
Общо	25.11	12.83	34.61	27.46	0.00	0.00	100.00
Нощ	B 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо

¹ С- север

² СИ – северо-изток

346-015	0.00	0.88	1.33	0.39	0.60	1.04	4.24
016-045	0.00	0.79	1.84	0.77	1.06	1.21	5.67
046-075	0.00	0.94	2.00	1.15	1.79	1.83	7.69
076-105	0.00	0.77	1.87	1.22	1.76	1.61	7.23
106-135	0.00	0.72	1.13	0.26	0.96	1.49	4.56
136-165	0.00	0.93	1.50	0.64	1.11	1.89	6.07
166-195	0.00	1.41	5.01	3.64	2.51	2.32	14.88
196-225	0.00	2.14	7.38	6.99	2.56	2.11	21.18
226-255	0.00	2.49	5.46	3.80	1.08	1.61	14.44
256-285	0.00	1.78	2.66	1.06	0.45	1.15	7.10
286-315	0.00	1.13	1.36	0.40	0.25	0.77	3.91
316-345	0.00	0.84	0.98	0.19	0.25	0.80	3.05
Общо	0.00	14.80	32.51	20.48	14.38	17.83	100.00

град в Холандия - Веек									
Ден	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	3.4	4.5	2.1	1.9	4.0	4.6	2.3	2.3	25.1
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	1.2	1.1	0.8	1.0	2.0	3.2	2.1	1.5	12.8
D 4.0 m/s	3.0	3.0	1.5	2.3	7.2	10.2	4.7	2.8	34.6
D 8.0 m/s	1.5	3.0	1.4	1.9	8.5	7.5	2.5	1.1	27.5
F 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	9.0	11.6	5.8	7.1	21.7	25.5	11.6	7.7	100.0
Нощ	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	1.2	1.3	1.1	1.6	2.8	3.4	2.0	1.3	14.8
D 4.0 m/s	2.5	2.9	2.1	4.0	9.9	6.8	2.7	1.6	32.5
D 8.0 m/s	1.0	1.8	0.9	2.5	8.8	4.3	0.9	0.4	20.5
F 1.5 m/s	1.7	2.6	2.3	3.1	3.3	2.2	1.3	1.3	17.8
F 4.0 m/s	1.4	2.7	1.8	2.4	3.8	1.3	0.5	0.5	14.4
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	7.8	11.3	8.2	13.5	28.6	18.0	7.5	5.2	100.0

С-север; СИ- северо-изток; И-изток; ЮИ- юго-изток; Ю- юг; ЮЗ- юго-запад; З-запад; СЗ-северо-запад

град в Холандия - Deelen							
Ден	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	1.17	1.18	1.51	0.84	0.00	0.00	4.70
016-045	2.09	1.49	1.39	0.65	0.00	0.00	5.62
046-075	3.21	1.57	2.14	1.64	0.00	0.00	8.55
076-105	2.89	1.17	1.92	1.63	0.00	0.00	7.61
106-135	2.07	0.91	1.41	0.77	0.00	0.00	5.16
136-165	1.88	1.27	2.07	1.23	0.00	0.00	6.44
166-195	1.36	1.53	2.67	2.07	0.00	0.00	7.63
196-225	1.60	1.89	4.64	4.48	0.00	0.00	12.60
226-255	1.66	1.76	4.87	6.39	0.00	0.00	14.67
256-285	1.09	1.39	3.63	5.01	0.00	0.00	11.12
286-315	1.20	1.26	3.07	3.42	0.00	0.00	8.95
316-345	1.32	1.20	2.13	2.30	0.00	0.00	6.95
Общо	21.54	16.61	31.44	30.43	0.00	0.00	100.00
Нощ	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	0.00	1.37	0.71	0.19	0.30	2.35	4.91
016-045	0.00	1.50	1.10	0.47	0.64	2.76	6.47
046-075	0.00	1.84	2.68	1.45	2.18	3.35	11.50

076-105	0.00	1.38	2.27	1.01	1.73	3.49	9.88
106-135	0.00	1.66	1.51	0.41	1.23	4.20	9.01
136-165	0.00	1.54	1.88	1.04	0.62	2.39	7.47
166-195	0.00	1.72	2.28	1.75	0.45	1.53	7.73
196-225	0.00	2.12	3.76	3.49	0.87	2.13	12.36
226-255	0.00	1.97	3.74	4.26	0.80	1.69	12.45
256-285	0.00	1.60	2.55	2.26	0.61	1.38	8.40
286-315	0.00	1.37	1.32	0.99	0.29	1.20	5.16
316-345	0.00	1.33	0.92	0.42	0.21	1.78	4.66
Общо	0.00	19.39	24.71	17.74	9.92	28.25	100.00

град в Холандия - Deelen									
Ден	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	2.7	4.7	3.5	2.6	2.3	2.2	1.7	1.9	21.5
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Д 1.5 m/s	2.1	2.2	1.5	2.0	2.7	2.5	2.0	1.8	16.6
Д 4.0 m/s	2.1	3.1	2.4	3.4	6.0	6.7	4.9	2.9	31.4
Д 8.0 m/s	1.1	2.5	1.6	2.3	5.5	8.9	5.9	2.7	30.4
Ф 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ф 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ф 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	8.0	12.4	9.0	10.3	16.4	20.2	14.5	9.3	100.0
Нощ	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Д 1.5 m/s	2.2	2.5	2.3	2.4	3.0	2.8	2.2	2.0	19.4
Д 4.0 m/s	1.5	3.8	2.6	3.0	4.9	5.0	2.6	1.3	24.7
Д 8.0 m/s	0.6	2.0	0.9	1.9	4.4	5.4	2.1	0.5	17.7
Ф 1.5 m/s	3.9	5.1	5.9	3.2	2.9	2.4	1.9	3.0	28.2
Ф 4.0 m/s	0.8	3.0	2.1	0.8	1.1	1.1	0.6	0.4	9.9
Ф 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	8.9	16.4	14.0	11.3	16.2	16.7	9.4	7.1	100.0

С-север; СИ- северо-изток; И-изток; ЮИ- юго-изток; Ю- юг; ЮЗ- юго-запад; З-запад; СЗ-северо-запад

град в Холандия - Den Helder							
Ден	В 3.0 m/s	Д 1.5 m/s	Д 5.0 m/s	Д 9.0 m/s	Е 5.0 m/s	Ф 1.5 m/s	Общо
346-015	0.52	0.25	1.10	4.81	0.00	0.00	6.68
016-045	0.71	0.28	1.02	4.34	0.00	0.00	6.36
046-075	1.80	0.37	1.69	5.01	0.00	0.00	8.87
076-105	1.43	0.36	1.93	3.38	0.00	0.00	7.10
106-135	0.96	0.40	1.43	1.37	0.00	0.00	4.15
136-165	0.73	0.52	1.36	0.49	0.00	0.00	3.10
166-195	1.21	0.71	2.59	3.26	0.00	0.00	7.77
196-225	0.73	0.46	1.98	11.30	0.00	0.00	14.47
226-255	1.17	0.38	2.32	9.79	0.00	0.00	13.67
256-285	1.29	0.44	1.91	7.28	0.00	0.00	10.92
286-315	1.20	0.37	1.32	5.13	0.00	0.00	8.02
316-345	1.09	0.36	1.43	6.03	0.00	0.00	8.91
Общо	12.83	4.90	20.08	62.20	0.00	0.00	100.00
Нощ	В 3.0 m/s	Д 1.5 m/s	Д 5.0 m/s	Д 9.0 m/s	Е 5.0 m/s	Ф 1.5 m/s	Общо
346-015	0.00	0.36	2.01	4.04	0.81	0.47	7.70
016-045	0.00	0.34	1.56	2.85	0.63	0.49	5.86

046-075	0.00	0.20	0.84	3.78	0.30	0.27	5.38
076-105	0.00	0.41	2.36	4.80	1.07	0.49	9.14
106-135	0.00	0.58	2.06	1.67	1.06	0.78	6.15
136-165	0.00	0.95	2.02	0.61	1.04	1.13	5.75
166-195	0.00	1.31	4.66	4.06	2.22	1.39	13.63
196-225	0.00	0.53	2.04	9.04	0.71	0.77	13.08
226-255	0.00	0.30	1.76	7.28	0.46	0.38	10.17
256-285	0.00	0.32	1.56	7.09	0.44	0.31	9.71
286-315	0.00	0.20	0.98	4.89	0.30	0.24	6.61
316-345	0.00	0.24	1.06	4.98	0.28	0.25	6.82
Общо	0.00	5.75	22.89	55.08	9.31	6.97	100.00

град в Холандия - Den Helder									
Ден	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	1.0	2.5	1.7	1.3	1.3	1.8	1.8	1.4	12.8
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	0.4	0.5	0.6	0.9	0.8	0.6	0.6	0.5	4.9
D 4.0 m/s	1.6	2.7	2.4	2.7	3.3	3.3	2.3	2.0	20.1
D 8.0 m/s	6.7	6.7	3.1	2.1	2.9	13.4	8.8	8.4	52.2
F 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	9.7	12.4	7.7	7.0	8.4	19.1	13.5	12.2	90.0
Нощ	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	0.5	0.4	0.8	1.6	1.2	0.5	0.4	0.4	5.7
D 4.0 m/s	2.6	2.0	3.2	4.3	4.4	2.5	1.8	2.1	22.9
D 8.0 m/s	4.9	6.2	4.1	2.6	11.1	10.8	8.4	7.0	55.1
F 1.5 m/s	0.7	0.5	1.0	1.8	1.5	0.5	0.4	0.5	7.0
F 4.0 m/s	1.0	0.8	1.6	2.2	1.8	0.7	0.5	0.7	9.3
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	9.7	10.0	10.7	12.6	19.9	15.0	11.5	10.7	100.0

С-север; СИ- северо-изток; И-изток; ЮИ- юго-изток; Ю- юг; ЮЗ- юго-запад; З-запад; СЗ-северо-запад

град в Холандия - Eelde							
Ден	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	1.80	0.89	1.80	0.96	0.00	0.00	5.44
016-045	2.38	1.05	1.71	1.11	0.00	0.00	6.25
046-075	2.56	0.97	2.03	1.93	0.00	0.00	7.49
076-105	2.63	1.05	2.09	2.06	0.00	0.00	7.83
106-135	2.15	0.91	1.68	1.46	0.00	0.00	6.20
136-165	1.23	0.83	1.40	0.82	0.00	0.00	4.28
166-195	1.52	1.06	2.54	2.22	0.00	0.00	7.35
196-225	1.67	1.17	3.88	5.47	0.00	0.00	12.18
226-255	1.59	1.10	3.92	7.87	0.00	0.00	14.48
256-285	1.90	1.12	3.57	6.11	0.00	0.00	12.69
286-315	1.52	1.03	2.88	3.41	0.00	0.00	8.84
316-345	1.50	0.91	2.34	2.22	0.00	0.00	6.98
Общо	22.43	12.09	29.85	35.63	0.00	0.00	100.00
Нощ	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	0.00	0.91	0.74	0.29	0.33	1.35	3.62
016-045	0.00	1.19	0.99	0.32	0.66	2.25	5.41

046-075	0.00	1.15	2.00	1.43	1.34	2.84	8.76
076-105	0.00	1.22	2.22	1.51	1.54	2.65	9.15
106-135	0.00	1.41	1.77	0.98	0.90	2.22	7.27
136-165	0.00	1.24	1.45	0.74	0.54	1.67	5.63
166-195	0.00	1.49	2.68	2.04	0.94	2.01	9.16
196-225	0.00	1.76	4.59	4.52	1.64	2.55	15.07
226-255	0.00	1.52	3.96	5.15	1.57	2.34	14.54
256-285	0.00	1.71	2.80	2.68	1.12	2.56	10.87
286-315	0.00	1.40	1.53	1.19	0.42	1.84	6.38
316-345	0.00	0.90	1.14	0.64	0.28	1.20	4.15
Общо	0.00	15.90	25.87	21.49	11.27	25.47	100.00

град в Холандия - Eelde									
Ден	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	3.3	3.9	3.5	2.0	2.4	2.5	2.5	2.4	22.4
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	1.5	1.5	1.4	1.4	1.7	1.7	1.6	1.4	12.1
D 4.0 m/s	2.6	3.1	2.7	2.7	5.1	5.7	4.7	3.2	29.8
D 8.0 m/s	1.6	3.0	2.5	1.9	6.6	10.9	6.5	2.7	35.6
F 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	9.0	11.4	10.1	7.9	15.8	20.8	15.2	9.7	100.0
Нощ	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	1.6	1.8	2.0	2.0	2.5	2.4	2.3	1.4	15.9
D 4.0 m/s	1.4	3.1	2.9	2.8	5.9	5.4	2.9	1.5	25.9
D 8.0 m/s	0.5	2.2	1.7	1.8	5.5	6.5	2.5	0.8	21.5
F 1.5 m/s	2.9	4.2	3.5	2.7	3.6	3.6	3.1	1.9	25.5
F 4.0 m/s	0.8	2.1	1.7	1.0	2.1	2.1	1.0	0.4	11.3
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	7.2	13.3	11.8	10.2	19.6	20.0	11.8	6.0	100.0

С-север; СИ- северо-изток; И-изток; ЮИ- юго-изток; Ю- юг; ЮЗ- юго-запад; З-запад; СЗ-северо-запад

град в Холандия - Eindhoven							
Ден	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	1.76	1.03	1.88	1.39	0.00	0.00	6.06
016-045	2.28	1.28	1.93	1.04	0.00	0.00	6.53
046-075	2.91	0.92	2.08	1.77	0.00	0.00	7.69
076-105	2.41	0.81	1.57	1.55	0.00	0.00	6.34
106-135	1.90	0.81	1.57	1.13	0.00	0.00	5.41
136-165	1.56	1.07	1.36	0.57	0.00	0.00	4.56
166-195	1.43	1.20	2.36	2.07	0.00	0.00	7.06
196-225	1.58	1.41	3.82	6.28	0.00	0.00	13.08
226-255	1.73	1.50	4.86	9.23	0.00	0.00	17.32
256-285	1.24	1.30	3.51	5.76	0.00	0.00	11.81
286-315	1.12	0.86	2.35	3.23	0.00	0.00	7.56
316-345	1.23	0.94	2.10	2.31	0.00	0.00	6.58
Общо	21.15	13.14	29.39	36.32	0.00	0.00	100.00
Нощ	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	0.00	0.83	1.00	0.42	0.60	1.84	4.69
016-045	0.00	1.40	1.44	0.60	0.95	2.73	7.11
046-075	0.00	1.14	2.00	1.03	1.53	2.90	8.61
076-105	0.00	0.80	1.47	1.04	1.17	1.83	6.31

106-135	0.00	1.27	1.60	0.80	1.00	2.38	7.05
136-165	0.00	1.54	1.69	0.56	0.81	2.46	7.05
166-195	0.00	1.80	2.56	1.75	0.88	2.47	9.45
196-225	0.00	1.89	4.05	5.10	1.33	2.41	14.77
226-255	0.00	1.76	4.41	6.31	1.22	1.78	15.49
256-285	0.00	1.48	2.54	2.82	0.82	1.68	9.33
286-315	0.00	1.08	1.39	1.04	0.49	1.45	5.45
316-345	0.00	0.87	1.15	0.56	0.39	1.71	4.69
Общо	0.00	15.84	25.29	22.04	11.20	25.63	100.00

град в Холандия - Eindhoven									
Ден	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	3.2	4.1	3.1	2.3	2.3	2.4	1.7	2.1	21.1
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Д 1.5 m/s	1.8	1.3	1.2	1.7	2.0	2.2	1.5	1.5	13.1
Д 4.0 m/s	2.9	2.9	2.4	2.5	5.0	6.6	4.1	3.0	29.4
Д 8.0 m/s	1.7	2.5	1.9	1.6	7.3	12.1	6.1	3.0	36.3
Ф 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ф 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ф 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	9.6	10.9	8.6	8.1	16.6	23.2	13.5	9.6	100.0
Нощ	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Д 1.5 m/s	1.8	1.5	1.7	2.4	2.8	2.5	1.8	1.3	15.8
Д 4.0 m/s	1.9	2.7	2.3	3.0	5.3	5.7	2.7	1.6	25.3
Д 8.0 m/s	0.8	1.6	1.3	1.4	6.0	7.7	2.5	0.8	22.0
Ф 1.5 m/s	3.6	3.8	3.3	3.7	3.6	2.6	2.3	2.6	25.6
Ф 4.0 m/s	1.3	2.1	1.6	1.2	1.8	1.6	0.9	0.7	11.2
Ф 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	9.5	11.8	10.2	11.8	19.5	20.2	10.1	7.0	100.0

С-север; СИ- северо-изток; И-изток; ЮИ- юго-изток; Ю- юг; ЮЗ- юго-запад; З-запад; СЗ-северо-запад

град в Холандия - Gilze - Rijen							
Ден	В 3.0 m/s	Д 1.5 m/s	Д 5.0 m/s	Д 9.0 m/s	Е 5.0 m/s	Ф 1.5 m/s	Общо
346-015	2.06	1.24	2.11	0.98	0.00	0.00	6.39
016-045	2.90	1.35	2.37	1.51	0.00	0.00	8.14
046-075	2.67	0.94	2.07	2.30	0.00	0.00	7.98
076-105	1.53	0.66	1.33	1.72	0.00	0.00	5.24
106-135	1.46	0.68	1.31	1.06	0.00	0.00	4.51
136-165	1.20	0.81	1.44	0.70	0.00	0.00	4.14
166-195	1.18	0.97	2.50	2.51	0.00	0.00	7.16
196-225	1.74	1.45	4.70	5.71	0.00	0.00	13.60
226-255	2.01	1.67	5.14	7.20	0.00	0.00	16.01
256-285	1.99	1.63	4.02	5.10	0.00	0.00	12.74
286-315	1.55	1.41	3.14	2.24	0.00	0.00	8.34
316-345	1.30	1.05	2.22	1.17	0.00	0.00	5.74
Общо	21.59	13.87	32.34	32.20	0.00	0.00	100.00
Нощ	В 3.0 m/s	Д 1.5 m/s	Д 5.0 m/s	Д 9.0 m/s	Е 5.0 m/s	Ф 1.5 m/s	Общо
346-015	0.00	1.36	1.06	0.30	0.96	3.02	6.70
016-045	0.00	1.43	1.62	0.65	1.29	3.47	8.45
046-075	0.00	1.06	1.81	1.32	1.24	2.37	7.79
076-105	0.00	0.72	1.00	0.85	0.62	1.20	4.38

106-135	0.00	0.91	1.30	0.62	0.65	1.47	4.94
136-165	0.00	1.08	1.43	0.66	0.64	1.98	5.79
166-195	0.00	1.43	2.93	2.20	1.06	1.92	9.54
196-225	0.00	2.21	4.58	4.47	1.66	2.87	15.79
226-255	0.00	2.40	4.44	4.96	1.69	3.33	16.81
256-285	0.00	2.02	2.24	1.95	0.81	2.98	9.99
286-315	0.00	1.44	1.37	0.60	0.41	1.88	5.70
316-345	0.00	1.05	0.80	0.25	0.35	1.67	4.13
Общо	0.00	17.10	24.56	18.81	11.37	28.16	100.00

град в Холандия - Gilze - Rijen									
Ден	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	3.9	3.4	2.2	1.8	2.3	3.0	2.5	2.3	21.6
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	2.0	1.3	1.0	1.3	1.9	2.5	2.2	1.7	13.9
D 4.0 m/s	3.4	2.7	2.0	2.7	5.9	7.2	5.2	3.3	32.3
D 8.0 m/s	2.0	3.2	1.9	2.0	7.0	9.7	4.8	1.7	32.2
F 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	11.3	10.6	7.1	7.7	17.2	22.4	14.7	8.9	100.0
Нощ	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	2.1	1.4	1.3	1.8	2.9	3.4	2.4	1.7	17.1
D 4.0 m/s	2.1	2.3	1.8	2.9	6.0	5.6	2.5	1.3	24.6
D 8.0 m/s	0.8	1.7	1.0	1.8	5.6	5.9	1.6	0.4	18.8
F 1.5 m/s	5.0	3.0	2.1	2.9	3.8	4.8	3.4	3.2	28.2
F 4.0 m/s	1.8	1.5	1.0	1.2	2.2	2.1	0.8	0.8	11.4
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	11.8	10.0	7.1	10.6	20.6	21.8	10.7	7.5	100.0

С-север; СИ- северо-изток; И-изток; ЮИ- юго-изток; Ю- юг; ЮЗ- юго-запад; З-запад; СЗ-северо-запад

град в Холандия - Hoek van Holland							
Ден	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	2.36	0.67	2.75	5.01	0.00	0.00	10.79
016-045	1.18	0.49	1.77	2.33	0.00	0.00	5.77
046-075	1.25	0.70	1.71	1.61	0.00	0.00	5.26
076-105	2.86	0.99	2.24	1.77	0.00	0.00	7.85
106-135	1.35	0.60	1.38	1.14	0.00	0.00	4.47
136-165	1.60	0.79	1.81	1.56	0.00	0.00	5.77
166-195	1.00	0.70	2.46	3.77	0.00	0.00	7.92
196-225	0.62	0.47	1.97	6.31	0.00	0.00	9.37
226-255	1.25	0.48	2.42	11.38	0.00	0.00	15.53
256-285	2.01	0.65	2.51	6.12	0.00	0.00	11.29
286-315	1.63	0.69	1.82	3.91	0.00	0.00	8.05
316-345	1.69	0.64	1.85	3.77	0.00	0.00	7.94
Общо	18.77	7.87	24.69	48.66	0.00	0.00	100.00
Нощ	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	0.00	0.44	1.48	2.73	0.43	0.49	5.57
016-045	0.00	0.84	1.82	1.58	1.23	1.09	6.57
046-075	0.00	1.32	2.37	1.67	1.82	2.25	9.42
076-105	0.00	1.67	2.92	1.31	2.92	2.77	11.58

106-135	0.00	0.77	1.62	0.90	0.95	1.34	5.56
136-165	0.00	0.87	2.30	1.70	0.85	1.23	6.96
166-195	0.00	1.06	3.37	4.14	1.23	1.26	11.07
196-225	0.00	0.51	2.31	6.55	0.63	0.57	10.58
226-255	0.00	0.39	1.94	8.50	0.54	0.46	11.82
256-285	0.00	0.46	1.80	5.41	0.35	0.38	8.39
286-315	0.00	0.36	1.33	4.41	0.30	0.43	6.82
316-345	0.00	0.37	1.33	3.28	0.32	0.39	5.68
Общо	0.00	9.07	24.56	42.18	11.54	12.65	100.00

град в Холандия - Hoek van Holland									
Ден	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	2.4	2.7	2.8	2.1	1.1	2.2	2.6	2.9	18.8
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	0.8	1.2	1.1	1.1	0.8	0.8	1.0	1.0	7.9
D 4.0 m/s	3.1	2.8	2.5	3.0	3.2	3.7	3.1	3.2	24.7
D 8.0 m/s	4.8	2.5	2.0	3.4	8.2	14.4	7.0	6.3	48.7
F 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	11.2	9.2	8.4	9.7	13.3	11.2	13.7	13.3	100.0
Нощ	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	1.1	2.2	1.6	1.4	1.0	0.6	0.6	0.6	9.1
D 4.0 m/s	2.6	3.8	3.1	4.0	4.0	2.8	2.2	2.1	24.6
D 8.0 m/s	2.9	2.3	1.6	3.8	8.6	11.2	7.1	4.6	42.2
F 1.5 m/s	1.3	3.6	2.7	1.9	1.2	0.6	0.6	0.6	12.6
F 4.0 m/s	1.4	3.3	2.4	1.5	1.2	0.7	0.5	0.5	11.5
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	9.4	15.2	11.4	12.5	16.1	16.0	11.0	8.5	100.0

С-север; СИ- северо-изток; И-изток; ЮИ- юго-изток; Ю- юг; ЮЗ- юго-запад; З-запад; СЗ-северо-запад

град в Холандия - IJmuiden							
Ден	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	0.87	0.48	1.80	3.94	0.00	0.00	7.09
016-045	0.71	0.41	1.57	1.84	0.00	0.00	4.53
046-075	1.15	0.37	1.59	3.10	0.00	0.00	6.21
076-105	2.11	0.54	2.74	4.39	0.00	0.00	9.77
106-135	1.25	0.65	1.62	1.60	0.00	0.00	5.11
136-165	0.86	0.67	1.96	2.04	0.00	0.00	5.51
166-195	0.58	0.58	1.99	2.99	0.00	0.00	6.13
196-225	0.91	0.52	2.31	8.06	0.00	0.00	11.80
226-255	1.65	0.57	2.65	9.95	0.00	0.00	14.82
256-285	1.50	0.55	2.08	7.11	0.00	0.00	11.24
286-315	1.24	0.51	1.83	5.29	0.00	0.00	8.86
316-345	1.41	0.49	2.16	4.85	0.00	0.00	8.91
Общо	14.23	6.33	24.29	55.15	0.00	0.00	100.00
Нощ	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	0.00	0.56	1.39	1.69	0.48	0.45	4.58
016-045	0.00	0.73	2.59	1.70	1.35	0.80	7.17
046-075	0.00	0.40	1.76	3.11	1.05	0.69	7.02
076-105	0.00	0.85	3.47	4.35	2.42	1.37	12.45

106-135	0.00	1.09	2.28	1.48	1.33	1.15	7.33
136-165	0.00	1.11	3.05	2.32	1.39	1.23	9.09
166-195	0.00	0.97	2.80	3.62	1.19	0.88	9.45
196-225	0.00	0.36	1.77	6.89	0.53	0.42	9.96
226-255	0.00	0.31	1.55	8.04	0.37	0.40	10.67
256-285	0.00	0.25	1.45	6.91	0.40	0.32	9.32
286-315	0.00	0.26	1.17	5.36	0.30	0.26	7.34
316-345	0.00	0.29	1.14	3.71	0.23	0.27	5.63
Общо	0.00	7.18	24.40	49.17	11.03	8.23	100.00

град в Холандия - IJmuiden									
Ден	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	1.1	2.2	2.3	1.1	1.2	2.4	2.0	1.8	14.2
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Д 1.5 m/s	0.6	0.6	0.9	1.0	0.8	0.8	0.8	0.7	6.3
Д 4.0 m/s	2.5	3.0	3.0	2.9	3.3	3.7	2.9	3.1	24.3
Д 8.0 m/s	3.8	5.3	3.8	3.5	9.6	13.5	8.8	6.8	55.2
Ф 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ф 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ф 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	8.1	11.1	10.0	8.6	14.9	20.4	14.5	12.5	100.0
Нощ	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Д 1.5 m/s	1.0	0.8	1.5	1.6	0.8	0.4	0.4	0.6	7.2
Д 4.0 m/s	3.3	3.5	4.0	4.4	3.2	2.3	1.9	1.8	24.4
Д 8.0 m/s	2.5	5.3	3.7	4.1	8.7	11.5	8.8	4.6	49.2
Ф 1.5 m/s	1.0	1.4	1.8	1.7	0.9	0.6	0.4	0.5	8.2
Ф 4.0 m/s	1.6	2.3	2.5	2.0	1.1	0.6	0.5	0.5	11.0
Ф 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	9.5	13.2	13.6	13.8	14.7	15.3	12.0	7.9	100.0

С-север; СИ- северо-изток; И-изток; ЮИ- юго-изток; Ю- юг; ЮЗ- юго-запад; З-запад; СЗ-северо-запад

град в Холандия - Leeuwarden							
Ден	В 3.0 m/s	Д 1.5 m/s	Д 5.0 m/s	Д 9.0 m/s	Е 5.0 m/s	Ф 1.5 m/s	Общо
346-015	1.42	0.77	2.07	1.87	0.00	0.00	6.13
016-045	1.92	0.84	2.13	2.33	0.00	0.00	7.22
046-075	1.84	0.88	1.88	2.48	0.00	0.00	7.08
076-105	2.23	0.97	1.91	2.58	0.00	0.00	7.69
106-135	1.25	0.74	1.45	1.02	0.00	0.00	4.45
136-165	1.13	0.82	1.74	0.92	0.00	0.00	4.62
166-195	1.77	1.45	2.93	2.56	0.00	0.00	8.70
196-225	1.70	1.50	3.89	5.91	0.00	0.00	13.00
226-255	1.47	1.17	3.37	6.87	0.00	0.00	12.87
256-285	1.49	0.91	2.93	6.75	0.00	0.00	12.09
286-315	1.12	0.69	2.10	4.28	0.00	0.00	8.19
316-345	1.28	0.68	2.35	3.66	0.00	0.00	7.96
Общо	18.63	11.42	28.75	41.21	0.00	0.00	100.00
Нощ	В 3.0 m/s	Д 1.5 m/s	Д 5.0 m/s	Д 9.0 m/s	Е 5.0 m/s	Ф 1.5 m/s	Общо
346-015	0.00	0.85	1.17	0.76	0.47	1.23	4.48
016-045	0.00	1.02	1.28	0.72	0.71	1.63	5.36
046-075	0.00	1.15	1.74	1.43	1.27	2.33	7.92
076-105	0.00	1.17	2.19	2.08	1.77	2.48	9.68

106-135	0.00	0.87	1.73	1.05	0.99	1.38	6.03
136-165	0.00	1.08	2.20	1.07	0.82	1.21	6.37
166-195	0.00	1.85	3.52	2.40	1.73	2.74	12.23
196-225	0.00	2.00	4.05	4.84	1.72	3.10	15.71
226-255	0.00	1.40	2.82	3.78	1.03	2.09	11.11
256-285	0.00	1.10	2.10	3.26	0.84	1.55	8.85
286-315	0.00	0.87	1.61	2.40	0.70	1.03	6.60
316-345	0.00	0.90	1.46	1.79	0.44	1.06	5.65
Общо	0.00	14.25	25.87	25.57	12.50	21.82	100.00

град в Холандия - Leeuwarden									
Ден	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	2.6	3.0	2.4	2.0	2.6	2.2	1.9	2.0	18.6
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	1.2	1.4	1.2	1.5	2.2	1.6	1.2	1.1	11.4
D 4.0 m/s	3.2	2.8	2.4	3.2	5.3	4.8	3.6	3.4	28.7
D 8.0 m/s	3.3	3.8	2.3	2.2	7.2	10.2	7.7	4.6	41.2
F 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	10.3	10.9	8.3	9.0	17.4	18.9	14.2	11.0	100.0
Нощ	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	1.4	1.7	1.5	2.0	2.9	1.9	1.4	1.3	14.3
D 4.0 m/s	1.9	2.8	2.8	4.0	5.8	3.9	2.7	2.1	25.9
D 8.0 m/s	1.1	2.5	2.1	2.3	6.0	5.4	4.0	2.2	25.6
F 1.5 m/s	2.2	3.6	2.6	2.6	4.5	2.9	1.8	1.7	21.8
F 4.0 m/s	0.9	2.2	1.9	1.7	2.6	1.5	1.1	0.7	12.5
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	7.6	12.8	10.9	12.5	21.8	15.5	11.0	7.9	100.0

С-север; СИ- северо-изток; И-изток; ЮИ- юго-изток; Ю- юг; ЮЗ- юго-запад; З-запад; СЗ-северо-запад

град в Холандия - Rotterdam							
Ден	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	2.17	0.84	2.26	1.88	0.00	0.00	7.16
016-045	1.97	0.84	1.62	1.42	0.00	0.00	5.85
046-075	2.86	0.85	2.13	2.23	0.00	0.00	8.07
076-105	2.91	0.84	2.02	1.89	0.00	0.00	7.66
106-135	1.58	0.52	1.40	0.93	0.00	0.00	4.43
136-165	1.31	0.88	1.61	0.81	0.00	0.00	4.60
166-195	1.66	1.19	3.26	2.44	0.00	0.00	8.54
196-225	1.64	1.08	3.76	4.86	0.00	0.00	11.34
226-255	2.04	1.31	3.86	7.11	0.00	0.00	14.33
256-285	2.75	1.36	4.09	4.38	0.00	0.00	12.57
286-315	2.40	0.87	2.74	2.88	0.00	0.00	8.90
316-345	1.22	0.61	2.01	2.72	0.00	0.00	6.57
Общо	24.50	11.19	30.76	33.55	0.00	0.00	100.00
Нощ	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	0.00	1.19	1.13	0.46	0.54	2.44	5.76
016-045	0.00	1.20	1.30	0.61	0.77	2.66	6.53
046-075	0.00	1.17	2.26	1.67	1.52	2.96	9.58
076-105	0.00	1.22	1.83	1.01	1.20	2.26	7.51

106-135	0.00	0.79	1.30	0.53	0.71	1.42	4.75
136-165	0.00	1.19	2.08	0.80	0.74	1.50	6.31
166-195	0.00	1.55	3.75	2.37	1.15	2.10	10.91
196-225	0.00	1.49	3.62	4.79	1.26	2.50	13.65
226-255	0.00	1.93	3.81	4.76	1.15	3.30	14.96
256-285	0.00	1.66	2.26	1.96	0.88	2.24	8.99
286-315	0.00	0.94	1.51	1.78	0.53	1.45	6.20
316-345	0.00	0.86	1.23	1.13	0.41	1.22	4.86
Общо	0.00	15.19	26.06	21.87	10.85	26.04	100.00

град в Холандия - Rotterdam									
Ден	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	3.1	4.3	3.0	2.1	2.5	3.4	3.8	2.3	24.5
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Д 1.5 m/s	1.3	1.3	0.9	1.5	1.7	2.0	1.6	1.0	11.2
Д 4.0 m/s	2.8	3.1	2.4	3.2	5.4	5.9	4.8	3.1	30.8
Д 8.0 m/s	2.4	3.2	1.9	2.0	6.1	9.3	5.1	3.7	33.6
Ф 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ф 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ф 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	9.4	11.9	8.3	8.9	15.6	20.6	15.2	10.2	100.0
Нощ	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Д 1.5 m/s	1.8	1.8	1.4	2.0	2.3	2.8	1.8	1.5	15.2
Д 4.0 m/s	1.9	3.2	2.2	4.0	5.5	4.9	2.6	1.8	26.1
Д 8.0 m/s	0.8	2.2	1.0	2.0	6.0	5.7	2.8	1.4	21.9
Ф 1.5 m/s	3.9	4.1	2.5	2.6	3.5	4.4	2.6	2.4	26.0
Ф 4.0 m/s	1.0	2.1	1.3	1.3	1.8	1.6	1.0	0.7	10.8
Ф 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	9.4	13.3	8.5	11.8	19.1	19.5	10.7	7.7	100.0

С-север; СИ- северо-изток; И-изток; ЮИ- юго-изток; Ю- юг; ЮЗ- юго-запад; З-запад; СЗ-северо-запад

град в Холандия - Schiphol							
Ден	В 3.0 m/s	Д 1.5 m/s	Д 5.0 m/s	Д 9.0 m/s	Е 5.0 m/s	Ф 1.5 m/s	Общо
346-015	1.25	0.62	1.84	2.63	0.00	0.00	6.33
016-045	1.23	0.45	1.50	2.44	0.00	0.00	5.62
046-075	2.09	0.62	2.36	4.12	0.00	0.00	9.18
076-105	2.01	0.69	1.86	1.88	0.00	0.00	6.45
106-135	1.32	0.54	1.35	0.95	0.00	0.00	4.15
136-165	1.30	0.76	2.00	1.56	0.00	0.00	5.62
166-195	1.49	0.94	2.85	3.04	0.00	0.00	8.33
196-225	1.19	0.83	3.24	6.26	0.00	0.00	11.51
226-255	1.23	0.78	2.62	9.44	0.00	0.00	14.07
256-285	1.58	0.75	3.01	7.52	0.00	0.00	12.86
286-315	1.21	0.61	2.02	4.46	0.00	0.00	8.31
316-345	1.23	0.60	1.93	3.82	0.00	0.00	7.58
Общо	17.21	8.17	26.59	48.12	0.00	0.00	100.00
Нощ	В 3.0 m/s	Д 1.5 m/s	Д 5.0 m/s	Д 9.0 m/s	Е 5.0 m/s	Ф 1.5 m/s	Общо
346-015	0.00	0.83	1.60	1.03	0.83	1.87	6.15
016-045	0.00	0.55	1.24	1.33	0.69	1.04	4.84
046-075	0.00	0.75	2.15	3.11	1.21	1.27	8.49
076-105	0.00	0.90	2.42	2.20	1.63	1.53	8.68

106-135	0.00	0.86	1.60	0.67	0.83	1.36	5.32
136-165	0.00	1.14	2.74	1.81	1.27	1.61	8.57
166-195	0.00	1.51	3.76	2.99	1.31	2.10	11.66
196-225	0.00	1.19	4.14	5.99	1.38	1.36	14.06
226-255	0.00	1.24	2.66	5.28	1.01	1.75	11.94
256-285	0.00	0.96	1.77	3.60	0.67	1.26	8.26
286-315	0.00	0.73	1.35	2.36	0.49	1.03	5.96
316-345	0.00	0.86	1.65	1.48	0.62	1.46	6.06
Общо	0.00	11.52	27.07	31.85	11.91	17.65	100.00

град в Холандия - Schiphol									
Ден	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	1.9	3.1	2.3	2.0	1.9	2.0	2.0	1.9	17.1
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	0.8	1.0	0.9	1.2	1.3	1.2	1.0	0.9	8.2
D 4.0 m/s	2.4	3.3	2.3	3.4	4.7	4.1	3.5	2.8	26.6
D 8.0 m/s	3.8	5.1	1.9	3.1	7.8	13.2	8.2	5.1	48.1
F 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	8.8	12.4	7.4	9.8	15.7	20.5	14.7	10.7	100.0
Нощ	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	1.0	1.2	1.3	1.9	1.9	1.7	1.2	1.3	11.5
D 4.0 m/s	2.0	3.4	2.8	4.6	6.0	3.5	2.2	2.4	27.1
D 8.0 m/s	1.8	4.2	1.8	3.3	7.5	7.1	4.2	2.0	31.9
F 1.5 m/s	2.0	2.0	2.1	2.7	2.4	2.4	1.7	2.4	17.7
F 4.0 m/s	1.1	2.0	1.6	1.9	2.0	1.3	0.8	1.0	11.9
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	7.9	12.8	9.7	14.4	19.9	16.1	10.1	9.1	100.0

С-север; СИ- северо-изток; И-изток; ЮИ- юго-изток; Ю- юг; ЮЗ- юго-запад; З-запад; СЗ-северо-запад

град в Холандия - Soesterberg							
Ден	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	1.99	1.49	2.59	1.53	0.00	0.00	7.60
016-045	3.75	1.74	2.86	1.44	0.00	0.00	9.79
046-075	2.16	1.18	1.67	1.02	0.00	0.00	6.03
076-105	2.33	1.11	1.61	1.20	0.00	0.00	6.25
106-135	1.62	0.98	1.35	0.48	0.00	0.00	4.43
136-165	1.33	1.34	1.76	0.57	0.00	0.00	5.01
166-195	1.51	2.03	3.01	1.19	0.00	0.00	7.74
196-225	1.65	2.45	5.37	3.53	0.00	0.00	13.00
226-255	1.39	1.59	4.70	5.15	0.00	0.00	12.83
256-285	1.51	1.58	3.82	4.84	0.00	0.00	11.76
286-315	1.64	1.25	3.99	2.73	0.00	0.00	9.62
316-345	1.04	1.13	2.16	1.64	0.00	0.00	5.96
Общо	21.93	17.85	34.91	25.32	0.00	0.00	100.00
Нощ	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	0.00	1.42	0.98	0.25	0.37	2.24	5.26
016-045	0.00	2.24	1.98	0.52	1.26	4.07	10.07
046-075	0.00	1.44	1.67	0.67	1.13	2.96	7.87
076-105	0.00	1.50	1.66	0.67	1.41	3.27	8.50

106-135	0.00	1.39	0.97	0.21	0.52	2.58	5.67
136-165	0.00	2.00	1.77	0.59	0.54	3.08	7.97
166-195	0.00	3.13	2.72	1.05	0.75	3.57	11.23
196-225	0.00	3.01	4.27	2.67	0.97	3.02	13.93
226-255	0.00	2.04	3.53	3.33	0.74	1.82	11.46
256-285	0.00	1.85	2.15	1.83	0.62	1.90	8.34
286-315	0.00	1.31	1.24	0.68	0.35	1.64	5.22
316-345	0.00	1.17	1.12	0.42	0.21	1.55	4.48
Общо	0.00	22.49	24.07	12.88	8.88	31.69	100.00

град в Холандия - Soesterberg									
Ден	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	4.7	3.3	2.8	2.1	2.4	2.1	2.4	2.0	21.9
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	2.5	1.7	1.5	2.4	3.5	2.4	2.0	1.9	17.9
D 4.0 m/s	4.2	2.5	2.2	3.3	6.9	6.6	5.9	3.5	34.9
D 8.0 m/s	2.2	1.6	1.1	1.2	4.1	7.6	5.2	2.4	25.3
F 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	13.6	9.1	7.6	8.9	16.9	18.7	15.5	9.8	100.0
Нощ	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	3.0	2.2	2.1	3.6	4.6	3.0	2.2	1.9	22.5
D 4.0 m/s	2.5	2.5	1.8	3.1	5.6	4.6	2.3	1.6	24.1
D 8.0 m/s	0.6	1.0	0.5	1.1	3.2	4.2	1.6	0.5	12.9
F 1.5 m/s	5.2	4.6	4.2	4.9	4.8	2.8	2.6	2.7	31.7
F 4.0 m/s	1.4	1.8	1.2	0.9	1.3	1.0	0.7	0.4	8.9
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	12.7	12.1	9.9	13.6	19.5	15.6	9.4	7.1	100.0

С-север; СИ- северо-изток; И-изток; ЮИ- юго-изток; Ю- юг; ЮЗ- юго-запад; З-запад; СЗ-северо-запад

град в Холандия - Twente							
Ден	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	1.75	1.38	1.60	0.70	0.00	0.00	5.43
016-045	2.38	1.38	1.64	0.36	0.00	0.00	5.77
046-075	3.19	1.46	2.07	0.86	0.00	0.00	7.59
076-105	3.36	1.50	1.85	0.81	0.00	0.00	7.52
106-135	2.45	1.45	1.29	0.25	0.00	0.00	5.43
136-165	1.67	1.30	1.11	0.20	0.00	0.00	4.29
166-195	1.80	1.63	2.93	1.26	0.00	0.00	7.63
196-225	2.56	2.72	6.86	5.12	0.00	0.00	17.25
226-255	1.97	2.05	5.53	4.90	0.00	0.00	14.45
256-285	1.36	1.51	3.22	3.30	0.00	0.00	9.38
286-315	1.46	1.41	3.02	2.72	0.00	0.00	8.60
316-345	1.63	1.48	2.26	1.30	0.00	0.00	6.67
Общо	25.59	19.25	33.38	21.78	0.00	0.00	100.00
Нощ	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	0.00	1.07	0.69	0.18	0.27	1.46	3.66
016-045	0.00	1.48	1.16	0.14	0.61	2.66	6.04
046-075	0.00	1.81	2.00	0.54	1.67	3.39	9.41
076-105	0.00	1.73	1.86	0.61	1.94	3.24	9.39

106-135	0.00	1.71	1.18	0.16	1.25	2.88	7.18
136-165	0.00	1.60	1.15	0.22	0.60	2.49	6.06
166-195	0.00	2.26	3.21	1.13	1.47	3.03	11.10
196-225	0.00	3.19	5.98	4.32	1.73	3.35	18.57
226-255	0.00	2.21	4.09	3.40	0.99	1.99	12.68
256-285	0.00	1.46	2.06	1.57	0.52	1.51	7.12
286-315	0.00	1.38	1.30	0.84	0.35	1.37	5.24
316-345	0.00	1.10	0.88	0.28	0.17	1.12	3.56
Общо	0.00	21.03	25.56	13.37	11.56	28.48	100.00

град в Холандия - Twente									
Ден	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	3.3	4.9	4.1	2.6	3.5	2.7	2.1	2.5	25.6
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Д 1.5 m/s	2.1	2.2	2.2	2.1	3.5	2.8	2.2	2.2	19.3
Д 4.0 m/s	2.4	3.0	2.2	2.6	8.3	7.1	4.6	3.1	33.4
Д 8.0 m/s	0.7	1.3	0.6	0.8	5.7	6.5	4.4	1.7	21.8
Ф 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ф 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ф 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	8.5	11.3	9.2	8.1	21.1	19.1	13.3	9.4	100.0
Нощ	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Д 1.5 m/s	2.0	2.7	2.6	2.7	4.3	2.9	2.1	1.6	21.0
Д 4.0 m/s	1.5	2.9	2.1	2.8	7.6	5.1	2.3	1.2	25.6
Д 8.0 m/s	0.2	0.8	0.5	0.8	4.9	4.2	1.6	0.4	13.4
Ф 1.5 m/s	3.4	5.0	4.5	4.0	4.9	2.7	2.1	1.8	28.5
Ф 4.0 m/s	0.7	2.6	2.2	1.3	2.5	1.2	0.6	0.3	11.6
Ф 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	7.9	14.1	11.9	11.6	24.1	16.2	8.8	5.4	100.0

С-север; СИ- северо-изток; И-изток; ЮИ- юго-изток; Ю- юг; ЮЗ- юго-запад; З-запад; СЗ-северо-запад

град в Холандия - Valkenburg							
Ден	В 3.0 m/s	Д 1.5 m/s	Д 5.0 m/s	Д 9.0 m/s	Е 5.0 m/s	Ф 1.5 m/s	Общо
346-015	1.93	0.65	2.40	4.32	0.00	0.00	9.30
016-045	1.26	0.75	1.59	1.61	0.00	0.00	5.20
046-075	1.93	0.81	2.01	2.87	0.00	0.00	7.62
076-105	1.89	0.72	1.79	1.99	0.00	0.00	6.39
106-135	1.16	0.51	1.26	1.39	0.00	0.00	4.32
136-165	1.44	0.78	1.76	1.57	0.00	0.00	5.56
166-195	1.32	0.96	2.12	2.43	0.00	0.00	6.84
196-225	0.76	0.85	2.74	5.24	0.00	0.00	9.59
226-255	1.00	0.79	3.01	9.86	0.00	0.00	14.66
256-285	2.13	0.99	3.94	6.77	0.00	0.00	13.83
286-315	1.71	0.76	2.38	3.96	0.00	0.00	8.81
316-345	1.58	0.65	2.11	3.55	0.00	0.00	7.89
Общо	18.11	9.23	27.10	45.57	0.00	0.00	100.00
Нощ	В 3.0 m/s	Д 1.5 m/s	Д 5.0 m/s	Д 9.0 m/s	Е 5.0 m/s	Ф 1.5 m/s	Общо
346-015	0.00	0.70	1.43	1.63	0.52	1.59	5.86
016-045	0.00	1.33	1.87	1.13	1.14	3.42	8.88
046-075	0.00	1.21	2.07	1.92	1.30	2.72	9.21
076-105	0.00	0.89	1.77	1.66	1.02	2.03	7.36

106-135	0.00	0.61	1.10	0.87	0.38	0.90	3.86
136-165	0.00	1.43	1.95	1.27	0.76	2.69	8.09
166-195	0.00	1.67	2.30	2.26	0.68	3.28	10.20
196-225	0.00	1.30	2.92	5.10	0.71	2.17	12.21
226-255	0.00	1.03	2.67	6.60	0.59	1.56	12.45
256-285	0.00	0.96	2.32	4.45	0.59	1.19	9.52
286-315	0.00	0.62	1.51	3.24	0.35	0.90	6.62
316-345	0.00	0.58	1.42	2.51	0.36	0.88	5.74
Общо	0.00	12.34	23.33	32.63	8.38	23.32	100.00

град в Холандия - Valkenburg									
Ден	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	2.2	2.9	2.1	2.1	1.4	2.1	2.8	2.5	18.1
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	1.1	1.2	0.9	1.3	1.3	1.3	1.3	1.0	9.2
D 4.0 m/s	2.8	2.9	2.2	2.8	3.8	5.0	4.4	3.3	27.1
D 8.0 m/s	3.8	3.9	2.4	2.8	6.5	13.2	7.3	5.7	45.6
F 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	9.9	10.8	7.5	9.0	13.0	21.6	15.7	12.5	100.0
Нощ	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	1.7	1.7	1.1	2.3	2.1	1.5	1.1	0.9	12.3
D 4.0 m/s	2.6	3.0	2.0	3.1	4.1	3.8	2.7	2.1	23.3
D 8.0 m/s	1.9	2.7	1.7	2.4	6.2	8.8	5.5	3.3	32.6
F 1.5 m/s	4.2	3.7	1.9	4.3	3.8	2.2	1.5	1.7	23.3
F 4.0 m/s	1.4	1.8	0.9	1.1	1.1	0.9	0.6	0.6	8.4
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	11.8	12.9	7.5	13.2	17.3	17.2	11.4	8.7	100.0

С-север; СИ- северо-изток; И-изток; ЮИ- юго-изток; Ю- юг; ЮЗ- юго-запад; З-запад; СЗ-северо-запад

град в Холандия - Vlissingen							
Ден	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	2.10	0.64	2.44	2.80	0.00	0.00	7.98
016-045	2.31	0.76	2.16	2.23	0.00	0.00	7.46
046-075	1.89	0.58	1.86	2.62	0.00	0.00	6.95
076-105	2.28	0.54	1.52	1.49	0.00	0.00	5.82
106-135	1.91	0.58	1.41	0.99	0.00	0.00	4.89
136-165	1.23	0.50	1.36	1.18	0.00	0.00	4.28
166-195	1.19	0.51	2.22	3.99	0.00	0.00	7.91
196-225	1.19	0.54	2.60	6.72	0.00	0.00	11.04
226-255	1.71	0.66	2.47	9.42	0.00	0.00	14.26
256-285	2.84	0.68	3.56	8.42	0.00	0.00	15.50
286-315	1.36	0.56	2.02	2.93	0.00	0.00	6.86
316-345	1.57	0.63	2.19	2.68	0.00	0.00	7.07
Общо	21.56	7.18	25.80	45.46	0.00	0.00	100.00
Нощ	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	0.00	0.86	1.57	0.86	0.89	1.62	5.79
016-045	0.00	1.19	2.24	1.47	2.02	2.45	9.37
046-075	0.00	1.02	2.61	2.05	2.12	1.77	9.56
076-105	0.00	0.62	1.55	1.49	0.98	1.22	5.86

106-135	0.00	0.48	1.34	1.09	0.60	0.82	4.34
136-165	0.00	0.54	2.04	1.68	0.73	0.78	5.76
166-195	0.00	0.66	3.10	5.00	0.83	0.81	10.39
196-225	0.00	0.68	3.92	8.58	1.15	1.04	15.38
226-255	0.00	0.58	2.80	7.94	0.92	0.83	13.07
256-285	0.00	0.61	1.72	3.90	0.51	0.81	7.54
286-315	0.00	0.72	1.69	2.63	0.70	1.16	6.89
316-345	0.00	0.94	1.65	1.11	0.69	1.67	6.06
Общо	0.00	8.89	26.24	37.79	12.12	14.96	100.00

град в Холандия - Vlissingen									
Ден	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	3.4	3.0	3.0	1.8	1.8	3.1	2.8	2.6	21.6
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	1.1	0.9	0.8	0.8	0.8	1.0	0.9	1.0	7.2
D 4.0 m/s	3.4	2.6	2.2	2.5	3.7	4.2	3.8	3.4	25.8
D 8.0 m/s	3.6	3.4	1.7	3.2	8.7	13.6	7.1	4.1	45.5
F 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	11.4	9.9	7.8	8.2	15.0	22.0	14.6	11.1	100.0
Нощ	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	1.6	1.3	0.8	0.9	1.0	0.9	1.0	1.4	8.9
D 4.0 m/s	3.0	3.4	2.1	3.6	5.5	3.7	2.6	2.4	26.2
D 8.0 m/s	1.9	2.8	1.8	4.2	11.1	9.9	4.6	1.5	37.8
F 1.5 m/s	3.3	2.4	1.4	1.2	1.4	1.2	1.6	2.5	15.0
F 4.0 m/s	2.5	2.6	1.1	1.1	1.6	1.2	1.0	1.1	12.1
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	12.3	12.5	7.3	11.0	20.6	16.8	10.7	8.9	100.0

С-север; СИ- северо-изток; И-изток; ЮИ- юго-изток; Ю- юг; ЮЗ- юго-запад; З-запад; СЗ-северо-запад

град в Холандия - Volkel							
Ден	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	2.11	1.38	1.91	0.94	0.00	0.00	6.34
016-045	2.23	1.22	1.65	1.06	0.00	0.00	6.15
046-075	3.02	1.08	1.95	2.03	0.00	0.00	8.08
076-105	2.50	0.92	1.49	1.41	0.00	0.00	6.31
106-135	1.76	0.76	1.18	0.79	0.00	0.00	4.49
136-165	1.50	1.04	1.45	0.95	0.00	0.00	4.94
166-195	1.60	1.61	2.56	1.91	0.00	0.00	7.68
196-225	2.12	2.18	4.35	4.79	0.00	0.00	13.43
226-255	2.45	2.37	5.90	6.24	0.00	0.00	16.95
256-285	2.00	2.11	4.24	3.97	0.00	0.00	12.33
286-315	1.59	1.48	2.70	1.94	0.00	0.00	7.71
316-345	1.32	1.21	1.94	1.10	0.00	0.00	5.58
Общо	24.21	17.36	31.32	27.11	0.00	0.00	100.00
Нощ	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	0.00	1.30	0.86	0.27	0.57	2.88	5.87
016-045	0.00	1.35	1.32	0.61	0.82	3.27	7.37
046-075	0.00	1.20	1.80	1.28	1.41	2.96	8.65
076-105	0.00	1.17	1.45	0.82	1.00	2.52	6.95

106-135	0.00	1.02	0.96	0.35	0.50	1.84	4.67
136-165	0.00	1.26	1.53	0.76	0.57	1.93	6.04
166-195	0.00	2.16	2.59	1.48	0.92	2.41	9.57
196-225	0.00	2.48	4.08	3.72	1.42	3.29	14.98
226-255	0.00	2.61	4.61	4.15	1.43	2.85	15.65
256-285	0.00	1.97	2.42	1.91	0.86	2.73	9.89
286-315	0.00	1.60	1.30	0.59	0.42	2.25	6.15
316-345	0.00	1.14	0.72	0.21	0.31	1.84	4.22
Общо	0.00	19.24	23.64	16.13	10.22	30.77	100.00

град в Холандия - Volkel									
Ден	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	3.3	4.3	3.0	2.3	2.9	3.5	2.6	2.4	24.2
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	1.9	1.5	1.2	1.8	3.0	3.4	2.5	1.9	17.4
D 4.0 m/s	2.6	2.7	1.9	2.7	5.6	8.0	4.8	2.9	31.3
D 8.0 m/s	1.5	2.7	1.5	1.9	5.7	8.2	3.9	1.6	27.1
F 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	9.3	11.2	7.6	8.8	17.3	23.1	13.9	8.7	100.0
Нощ	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	2.0	1.8	1.6	2.3	3.6	3.6	2.6	1.8	19.2
D 4.0 m/s	1.8	2.5	1.7	2.8	5.4	5.8	2.5	1.2	23.6
D 8.0 m/s	0.7	1.7	0.8	1.5	4.5	5.1	1.5	0.3	16.1
F 1.5 m/s	4.7	4.2	3.1	3.1	4.5	4.2	3.6	3.3	30.8
F 4.0 m/s	1.1	1.9	1.0	1.0	1.9	1.9	0.8	0.6	10.2
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	10.3	12.1	8.1	10.8	19.8	20.6	11.1	7.2	100.0

С-север; СИ- северо-изток; И-изток; ЮИ- юго-изток; Ю- юг; ЮЗ- юго-запад; З-запад; СЗ-северо-запад

град в Холандия - Woensdrecht							
Ден	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	1.36	1.03	1.88	0.79	0.00	0.00	5.06
016-045	2.09	1.07	2.62	1.34	0.00	0.00	7.11
046-075	3.29	1.21	2.44	1.94	0.00	0.00	8.88
076-105	3.32	1.32	1.78	0.98	0.00	0.00	7.39
106-135	1.01	0.91	0.78	0.18	0.00	0.00	2.88
136-165	1.03	1.39	1.06	0.15	0.00	0.00	3.63
166-195	1.46	2.08	3.15	1.19	0.00	0.00	7.88
196-225	2.16	2.71	7.08	4.06	0.00	0.00	16.01
226-255	1.83	1.99	5.39	5.55	0.00	0.00	14.76
256-285	2.36	1.64	3.63	4.72	0.00	0.00	12.34
286-315	2.17	1.46	3.10	1.86	0.00	0.00	8.59
316-345	1.17	1.05	2.14	1.09	0.00	0.00	5.47
Общо	23.24	17.87	35.05	23.83	0.00	0.00	100.00
Нощ	В 3.0 m/s	D 1.5 m/s	D 5.0 m/s	D 9.0 m/s	E 5.0 m/s	F 1.5 m/s	Общо
346-015	0.00	1.16	0.72	0.14	0.28	1.95	4.25
016-045	0.00	1.51	1.55	0.64	1.11	2.93	7.74
046-075	0.00	1.67	2.41	1.38	1.88	4.10	11.44
076-105	0.00	1.81	1.20	0.47	0.95	4.04	8.46

106-135	0.00	1.70	0.58	0.09	0.19	2.30	4.87
136-165	0.00	1.88	0.81	0.08	0.23	2.44	5.43
166-195	0.00	3.02	3.00	1.18	0.76	3.25	11.21
196-225	0.00	3.62	5.80	3.21	1.78	4.00	18.40
226-255	0.00	2.36	4.46	3.18	1.05	2.44	13.48
256-285	0.00	1.14	1.55	1.68	0.40	1.21	5.97
286-315	0.00	1.17	1.20	0.72	0.38	1.38	4.85
316-345	0.00	1.22	0.84	0.25	0.18	1.42	3.91
Общо	0.00	22.24	24.12	13.02	9.19	31.44	100.00

град в Холандия – Woensdrecht									
Ден	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	2.8	4.9	2.7	1.8	2.9	3.0	3.3	1.9	23.2
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Д 1.5 m/s	1.6	1.9	1.6	2.4	3.8	2.8	2.3	1.6	17.9
Д 4.0 m/s	3.6	3.3	1.7	2.6	8.7	7.2	4.9	3.1	35.1
Д 8.0 m/s	1.7	2.4	0.7	0.7	4.7	7.9	4.2	1.5	23.8
Ф 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ф 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ф 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	9.6	12.6	6.6	7.6	20.0	20.9	14.8	8.0	100.0
Нощ	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Д 1.5 m/s	2.1	2.6	2.6	3.4	5.1	2.9	1.7	1.8	22.2
Д 4.0 m/s	1.9	3.0	1.2	2.3	7.3	5.2	2.0	1.2	24.1
Д 8.0 m/s	0.7	1.6	0.3	0.7	3.8	4.0	1.6	0.3	13.0
Ф 1.5 m/s	3.9	6.1	4.3	4.1	5.6	3.0	2.0	2.4	13.4
Ф 4.0 m/s	1.2	2.4	0.7	0.6	2.2	1.2	0.6	0.3	9.2
Ф 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	9.9	15.7	9.1	11.0	24.0	16.5	7.8	6.0	100.0

С-север; СИ- северо-изток; И-изток; ЮИ- юго-изток; Ю- юг; ЮЗ- юго-запад; З-запад; СЗ-северо-запад

град в Холандия - Ipenburg							
Ден	В 3.0 m/s	Д 1.5 m/s	Д 5.0 m/s	Д 9.0 m/s	Е 5.0 m/s	Ф 1.5 m/s	Общо
346-015	1.71	0.95	2.41	2.58	0.00	0.00	7.65
016-045	1.65	1.00	1.81	1.33	0.00	0.00	5.78
046-075	2.72	1.14	2.36	2.82	0.00	0.00	9.04
076-105	2.20	0.98	1.66	1.82	0.00	0.00	6.65
106-135	1.74	0.77	1.32	1.06	0.00	0.00	4.90
136-165	0.88	0.73	1.10	0.73	0.00	0.00	3.43
166-195	0.77	0.95	2.19	2.08	0.00	0.00	5.98
196-225	1.10	1.14	3.41	5.11	0.00	0.00	10.75
226-255	1.51	1.26	3.54	7.41	0.00	0.00	13.73
256-285	2.34	1.40	3.76	8.39	0.00	0.00	15.90
286-315	1.42	0.76	2.38	3.35	0.00	0.00	7.90
316-345	1.53	0.88	2.46	3.42	0.00	0.00	8.29
Общо	19.56	11.95	28.40	40.09	0.00	0.00	100.00
Нощ	В 3.0 m/s	Д 1.5 m/s	Д 5.0 m/s	Д 9.0 m/s	Е 5.0 m/s	Ф 1.5 m/s	Общо
346-015	0.00	1.22	1.42	0.77	0.67	2.34	6.42
016-045	0.00	1.62	1.67	0.90	1.36	3.05	8.60
046-075	0.00	1.56	2.41	2.00	1.72	3.69	11.37
076-105	0.00	1.22	1.40	0.97	0.75	2.19	6.52

106-135	0.00	1.05	1.15	0.49	0.45	1.49	4.63
136-165	0.00	1.05	1.16	0.73	0.35	1.29	4.57
166-195	0.00	1.30	2.34	2.06	0.61	1.30	7.60
196-225	0.00	1.25	4.16	5.07	1.16	1.64	13.27
226-255	0.00	1.84	3.31	4.88	1.03	2.69	13.74
256-285	0.00	1.49	2.36	4.25	0.56	1.85	10.50
286-315	0.00	0.76	1.54	2.68	0.42	0.97	6.36
316-345	0.00	1.03	1.78	1.86	0.50	1.25	6.42
Общо	0.00	15.38	24.69	26.62	9.58	23.74	100.00

град в Холандия – Irenburg									
Ден	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	2.5	3.8	2.8	1.3	1.5	2.7	2.6	2.4	19.6
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	1.5	1.6	1.3	1.2	1.6	2.0	1.5	1.4	11.9
D 4.0 m/s	3.0	3.2	2.2	2.2	4.5	5.4	4.3	3.7	28.4
D 8.0 m/s	2.6	3.7	2.0	1.8	6.2	11.6	7.5	4.7	40.1
F 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	9.6	12.4	8.2	6.4	13.7	21.7	15.9	12.1	100.0
Нощ	С-СИ	СИ-И	И-ЮИ	ЮИ-Ю	Ю-ЮЗ	ЮЗ-З	З-СЗ	СЗ-С	Общо
В 1.5 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 4.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
В 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D 1.5 m/s	2.2	2.2	1.7	1.7	1.9	2.6	1.5	1.6	15.4
D 4.0 m/s	2.4	3.1	1.8	2.3	5.3	4.5	2.7	2.5	24.7
D 8.0 m/s	1.3	2.5	1.0	1.8	6.1	7.0	4.8	2.2	26.6
F 1.5 m/s	4.2	4.8	2.6	1.9	2.3	3.6	1.9	2.4	23.7
F 4.0 m/s	1.7	2.1	0.8	0.7	1.5	1.3	0.7	0.8	9.6
F 8.0 m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Общо	11.8	14.6	7.9	8.4	17.1	19.0	11.6	9.6	100.0

С-север; СИ- северо-изток; И-изток; ЮИ- юго-изток; Ю- юг; ЮЗ- юго-запад; З-запад; СЗ-северо-запад

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.В. КОМЕНТАР

4.В.1. Модели на изтичане

В Таблица 4.1. е отразена връзката между събитията със “загуба на съдържание” и приложимите към тях модели, при редица допускания:

- Моделирането на напълно разрушен съд, пълен с газ под налягане и течност (която не се намира в състояние на кипене) е в съответствие с информацията, поместена в Раздел 2.5.1 от Жълтата книга.
- Продължителното изпускане при съдове, резервоари и транспортни средства включва събития със “загуба на съдържание”, по-конкретно, изпускане в продължение на 10 минути и изпускане през пробиви с ефективен диаметър 10 mm, както и с диаметър, равен на размера на най-широката съединителна връзка в системата на течната фаза. Извършва се допускането, че изпускането става през остроръбест пробив в стената на технологичния съд ($C_d = 0,62$), което се явява най-подходящият начин за типизиране на разрушаването на по-малките тръби, преминаващи през стената на съда (от системата на контролно-

измервателните прибори) и нарушаване на херметичността, поради външни въздействия и разкъсвания на заварки. Моделирането на изпускането (изтичането) през заоблен отвор с $C_d = 0,95 - 0,99$ може да бъде по-целесъобразно за охарактеризирането на непрекъснатите изпускания от най-широките съединителни връзки за течна фаза при транспортните средства. За улеснение, е избран само един тип отвор, със съответните стойности за C_d . Стойността на C_d съответства на предписанията от Жълтата книга и е почти равна на стойността, посочена в [IPO], $C_d = 0,6$.

- Изпускането в резултат на теч по тръбопровод е моделирано като стационарно. Допуска се, че налягането на обратния поток остава постоянно, поради наличието на голям технологичен съд в този участък или наличието на компресори/помпи.
- Избраната стойност “по подразбиране” за грапавината на стената, ϵ , е типична за стоманите с търговско предназначение и съответства на величината, заложена в Жълтата книга (Таблица 2.2). Стойността е междинна и попада между стойностите за бронз, олово и стъкло ($\epsilon = 1.5 \mu\text{m}$) и стойността за лят чугун ($\epsilon = 250 \mu\text{m}$).
- При моделите за изпускане от течната фаза, описани в Жълтата книга, се допуска, че от съдовете изтича чиста течност, т.е. изпаряването от течността протича извън съда. Някои комплексни модели за оценка на риска допускат изпаряване в отвора на изтичането. Допускането за изтичане на течност без изпаряване в отвора е съвместимо с избраната стойност за C_d , т.е. $C_d = 0,62$. При някои обстоятелства може да е по-целесъобразно да се извърши допускане за изпаряване в отвора. Подобни начини на работа трябва да бъдат добре мотивирани.
- Местоположението на отвора се определя от конкретната конструкция на резервоара или съда. От значение е да се вземат под внимание, например, разположението на съединителните връзки към резервоара, разположението на предпазните устройства и разпределението на опасните вещества в колоните. Може да не е рационално да се работи с няколко точки на изпускане за всяка част на инсталацията. При типовите анализи се работи в отсъствие на специфични данни от реалната практика. В такива случаи, за местоположението на отвора се избират стойности “по подразбиране”. Избраните стойности трябва да са близки до реалното географско равнище, при което живеят хора с цел да не се подцени риска. Избраната височина, например 1 метър над земната повърхност, се използва в качеството на еталон при изчисляването на ефектите.
- Времетраенето на изпусканията се ограничава до 30 минути:
 - при продължително изпускане на запалими вещества, максималната маса на запалимия облак, т.е. масата в границите на взривяване обикновено се достига в рамките на първите пет минути. След изтичането на този първоначален период, всяко увеличаване на масата на запалимия облак се компенсира чрез разсейване и отдалечаване на веществото извън запалимия облак. По тази причина, времетраенето на изпускането при лесно запалимите вещества се ограничава до 30 минути.
 - При освобождаване на токсични вещества, максималната продължителност на излагане на въздействието им е също 30 минути (виж Раздел 5.2.2). И в този случай, времетраенето на изпускането се ограничава до 30 минути.
- Посоката на изпускането се определя от конструкцията на резервоара или съда. Ако липсват конкретни данни за това, се избират стойности “по

подразбиране”. Хоризонталната посока е съобразена със случаи от текущата практика. В моделите се възприема, че посоката на емисиите е успоредна на тази на вятъра.

Подземно разположените транспортиращи тръбопроводи са изключение от правилото. Поради това, че същите са “положени” в земята, “по подразбиране” се приема вертикална ориентация на емисиите, които се отделят от тях.

- Условието по отношение на преградените потоци са взаимствани от (IPO). Нововъведението се изразява във включване на метод за изчисляване на дължината на свободната струя, L_j . Дължината на свободната струя, L_j , се получава от скоростта на газа в свободната струя в съответствие с уравнение 4.76 от Жълтата книга (CPR14E):

$$u_c(s) / u_o = C_u \times b_o / s$$

където:

u_c е скоростта на газа в струята ($m s^{-1}$)

u_o е скоростта на струята при източника ($m s^{-1}$)

C_u е емпирична константа, равна на 12 (-)

b_o е радиус на източника (m)

s е координата по оста на струята (m)

Това уравнение се отнася до изпускане в еднородна статична атмосфера.

Дължината на свободната струя се изчислява въз основа на допускането, че скоростта на газа в края на свободната струя е сравнима със скоростта на вятъра в района. Дължината на свободната струя, L_j , се дефинира като разстояние до точката s , в която скоростта на газа в струята, $u_c(s)$, е равна на скоростта на вятъра u_{air} :

$$L_j = C_u \times u_o \times b_o / u_{air}$$

където:

C_u е емпирична константа, равна на 12 (-)

u_o е скорост на струята при източника ($m s^{-1}$)

b_o е радиус на източника (m)

u_{air} е скорост на вятъра в района на инцидента ($m s^{-1}$)

По силата на едно по-опростено (независещо от метеорологичната ситуация) представяне на дължината на свободната струя, скоростта на вятъра се усреднява на нивото $5 m s^{-1}$.

Моделирането за преградена от препятствие свободна струя, при което се извършва четирикратно намаляване на импулса на струята, е взаимствано от (DNV98).

4.B.2 Системи за блокиране

Стойностите “по подразбиране”, характеризиращи действието на системите за блокиране, са взаимствани от (IPO). Съгласно (IPO) се прави разграничение между “отказ при поискване” на системата за блокиране и “отказ при поискване”

на спирателните вентили. Това различие, обаче, не е описано достатъчно задълбочено по отношение на трите основни типа системи за блокиране. По тази причина, в настоящия вариант “отказът при поискване” е описан като отказ на системата за изолиране като цяло. Времето за затваряне на системите е съобразено със следните особености (IPO):

- Времето за затваряне при автоматичните системи за блокиране се определя при допускането за наличие на напълно автоматизирана система за засичане на изтичане на газ. Времето за затваряне от 2 минути включва:
 - 30 секунди, през които газът достига до детектора
 - 30 секунди, през които сигналът за затваряне преминава от детектора към подлежащия на затваряне вентил
 - 1 минута за затваряне на вентилите
- Времето за затваряне при системите за блокиране с дистанционно управление се определя при допускането за наличие на напълно автоматизирана система за засичане на изтичане на газ. Времето за затваряне от 10 минути включва:
 - 30 секунди, през които газът достига до детектора
 - 30 секунди, през които предупредителният сигнал преминава от детектора до командната зала
 - 7 минути за потвърждаване на сигнала
 - 2 минути за затваряне на вентилите
- Времето за затваряне при системите за блокиране с ръчно управление се определя при допускането за наличие на напълно автоматизирана система за засичане на изтичане на газ. Времето за затваряне от 30 минути включва:
 - 30 секунди, през които газът достига до детектора
 - 30 секунди, през които предупредителният сигнал преминава от детектора до командната зала
 - 7 минути за потвърждаване на сигнала
 - 15 минути, през които операторът отива до спирателния вентил и подготвя средствата си за лична защита
 - 7 минути за снемане на предпазните блокировки и затваряне на вентилите

Трябва да отбележим, че ефектът от действието на системите за блокиране с ръчно управление не се взема под внимание при КОР предвид на факта, че максималното времетраене на изпусканията е ограничено до 30 минути.

4.В.3 Системи за ограничаване

Използването на системи за подтискане съответства на предписанията в (IPO), където е формулирано изрично задължение за онагледяване и количествено охарактеризиране на ефекта от системите за ограничаване. Разгледаните в настоящия раздел системи за ограничаване намаляват емисиите във времето след настъпване на събития, съпроводени със “загуба на съдържание”. При други системи за ограничаване, например, оросителите за цистерните за съхранение на втечен нефтен газ под налягане или системите за охлаждане на вагон-цистерните, намиращи се в съседство с “огневи” съоръжения, целта е ограничаване на вероятността от възникване на събития, съпроводени със “загуба на съдържание”. Ефектите от цитираните типове системи за ограничаване се вземат под внимание при определянето на честотите на отказите.

4.В.4 Изпаряване от локва

Стойностите “по подразбиране” от Таблица 4.2 и Таблица 4.3 са взети от Жълтата книга. Поради факта, че моделите за изчисляване на изпаряването от течни локви се позовават на разливи с кръгла форма, се дефинира т.нар. ефективен радиус на течната локва.

4.В.5 Променящи се с времето изпускания

Поради невъзможността на някои модели да боравят с мултисегментно представяне на времето е въведено трансформиране на, променящите се във времето, изпускания в единичен сегмент на изпускане. При запалимите вещества се възприема висока скорост на изпускане поради факта, че въздействието на запалимите газове се определя най-вече от масата, изпусната в първите няколко минути след инцидентите. В тази връзка, условията на изпускане на първите 20 % от масата се считат за решаващи. При токсичните вещества, въздействието се определя от дозата, приета през цялото време на излагане на действието на токсичните вещества. В този случай може да се извършва усредняване на условията на изпускането спрямо цялото времетраене на последното. Независимо от това, за предпочитане е да се прибегва до известно завишаване на стойностите за скоростта на изпускането, тъй като леталните ефекти при повечето токсични вещества не се намират в строга линейна зависимост от концентрацията на веществата. За най-представителни може да се считат условията на изпускането във втория сегмент при подразделяне на явлението в общо пет отрязъка от време.

Като по-консервативен подход за представяне на разсейването, се прибегва до моделиране на независимо и устойчиво изпускане.

4.В.6 Моделиране на разсейването на парния облак

Процесите на отлагане на вещество върху земната повърхност могат да се моделират при условие, че съществуват подходящи данни. В повечето случаи прилаганите модели не се занимават с отлагането. Поради тази причина, при изчисленията за расейването не трябва да се третира въпроса за отлагането.

Стойностите “по подразбиране” за дължината на неравността z_0 са взети от Жълтата книга.

Както може да се види от Жълтата книга, усредненото време на разсейване при запалимите вещества е относително кратко. Изборът на конкретна стойност в това отношение се извършва въз основа на текущо използваните стойности. Усредненото време на разсейване при токсичните вещества трябва да бъде съизмеримо с времето на експозицията, т.е. с времетраенето на изпускането. При необходимост от обработка на голям брой сценарии не е рационално да се избират отделни усреднени времена за изчисленията при различните сценарии. Усредненото време при токсичните вещества се получава от времето на

експозиция, равно на 10 минути. До известна степен, това е произволно избрана стойност, т.е. намираща се някъде по средата между краткотрайните изпускания с време на експозиция от порядъка на 30-60 секунди и по-продължителните изпускания с време на експозиция от порядъка до 30 минути.

4.V.7 Изпускане във вътрешността на сграда

Изчисленията по отношение на изпускането на вещества в сгради се основават допускането, че концентрацията в помещението, където протича самото изпускане, влиза в (почти) незабавно равновесие с концентрацията на емисията при източника. В случаите, когато подобна ситуация не изглежда достоверна, се изчислява концентрацията във вентилационния въздух, C_{vent} , с помощта на следното диференциално уравнение:

$$V \times dC_{vent} / dt = Q_{in} - C_{vent} \times F,$$

в което V е обемът на помещението в m^3 , а Q_{in} е (променящата се във времето) емисия във вътрешността на сградата.

Емисията към атмосферата, Q_{out} , е $Q_{out} = C_{vent} \times F$.

В [Wi98] е анализирано влиянието на подветрената страна на сградите. Уравнението за концентрацията в зоната на рециркулация е предмет на описание и в [IPO]. Съгласно [IPO], дължината на зоната на рециркулация се определя от височината на сградата. В [NM86] дължината на зоната на рециркулация се определя от по-малката от следните две величини: височината и широчината на сградата. Формулировката от [NM86] е възприета в настоящия документ. В документа е вписана и стойността "по подразбиране" $K=1$, която се възприема като средногодишна концентрация за сградите по принцип.

4.V.8 Пожари и образуване на издигащ се факел

Жълтата книга се позовава на формулата на Бриг, описваща образуването на възходящ факел. Първоначално, формулите в Жълтата книга са се отнасяли до инцидентите с изпускане от традиционния тип заводски комини, поради което същите не са приложими към пожарите в открити пространства. В съответствие с метода от CPR-15, се допуска, че концентрацията на токсичните вещества в приземния слой е ниска, поради тенденцията към издигане на димния факел и неговото разсейване в атмосферата.

Съгласно тази схема не се очакват поражения с фатален изход. Независимо от това, ако моделите предполагат техническа възможност за изчисляване на концентрацията в приземния слой в случаите на открити пожари, целесъобразно е тя да се използва за изчисляване траекторията на факела.

4.V.9 Възпламеняване

Данните за директното възпламеняване и вероятността от BLEVE са взети от [IPO].

За стационарните инсталации се извършва допускането, че 70 % от случаите на мигновени изпускания, съпроводени с директно възпламеняване се причиняват от нагриване, поради запалване на разлива под аварирания резервоар, или от топлинното излъчване от наблизо възникнал пожар. В резултат на всичко това настъпва BLEVE и се оформя огнено кълбо. Поради това, че интензивната топлина на пожара води до увеличаване на налягането в резервоара, цялото съдържание на резервоара се включва към възникналата BLEVE. Допуска се, че 30 % от съпроводените с директно запалване мигновени изпускания настъпват, поради други причини. В отсъствие на интензивна топлина, например, се образуват парен облак и течен разлив. Директното възпламеняване на парния облак води до мигновен, светкавичен пожар и експлозия (виж Раздел 4.8), а директното възпламеняване на течния разлив води до прерастването му в пожар на локва.

Наскоро бе извършен анализ на относителния дял на оставащата във въздуха емисия [VITO97]. Резултатите от анализа показват, че относителният дял на освободената във въздушната среда маса е вероятно два пъти по-голяма от тази на мигновено възпламенената част, поради което се препоръчва да се възприемат зависимостите от Таблица 4.8, отнасящи се до мигновените изпускания. Тези зависимости са директно взаимствани в настоящия документ.

Налягането в момента на авария на технологичния съд трябва да бъде равно на 1,21 x налягането на отваряне на предпазното устройство, или, ако няма инсталирано предпазно устройство, трябва да бъде равно на налягането на изпробване на съответния съд.

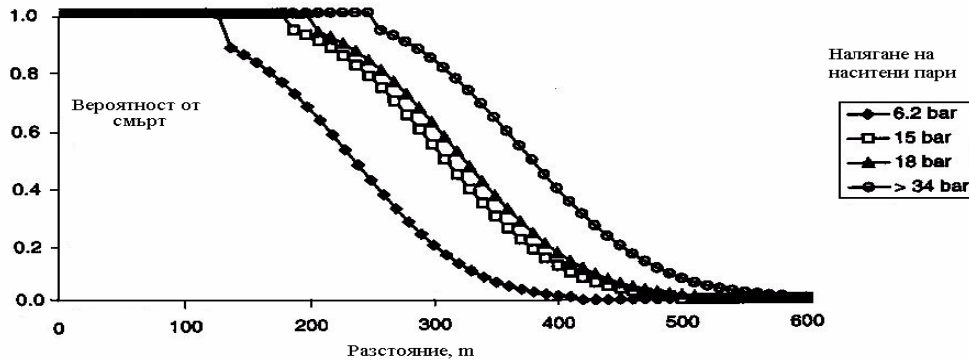
Въздействието от огненото кълбо се определя от относителния дял на топлината, генерирана и излъчена от огненото кълбо [CPR14E]. Относителният дял на произведената от кълбото топлина е число между 0,2 и 0,4 и е функция на налягането на парите от запалимия материал във вътрешността на съда в момента на аварията. В съответствие с това, от значение е конкретната стойност на налягането на разрушаване, характерно за съответния съд.

В Таблица 7.1 от Жълтата книга са посочени характеристични стойности за налягането и температурата в момента на отказ на съда [PR14E]. Ако отказът е настъпил поради корозия или ерозия на съда, дефекти на материала, външни въздействия или амортизиране на съда, налягането към момента на аварията е равно на налягането на съхранение или на работното налягане. Ако като причина за отказа може да се посочи въздействието на наблизо възникнал пожар, налягането към момента на аварията е равно на 1.21 x налягането на отваряне на предпазния клапан. При преливане на съдържанието или прегряване, съчетано с отказ на предпазния клапан, налягането към момента на аварията се умножава по коефициент за безопасност (чиято стойност обикновено е равна на 2.5).

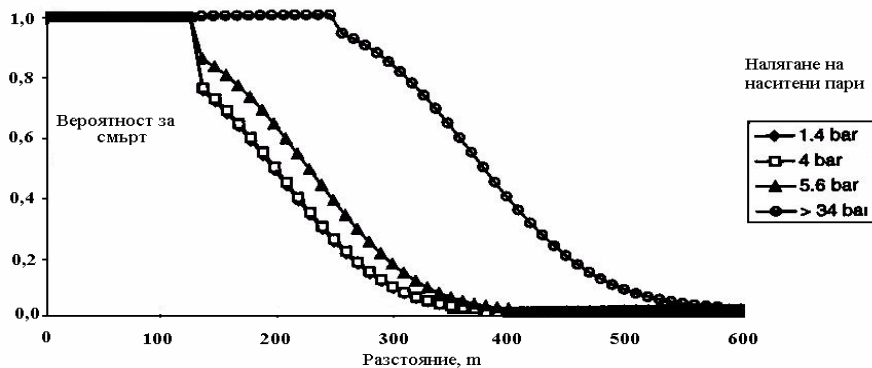
На Фигури 4.B.1 и 4.B.2, отнасящи се до съхраняване съответно на 100 тона пропан и 100 тона бутан, е илюстрирано влиянието на налягането върху ефективните разстояния на BLEVE. За стойността на налягането към момента на аварията се избира:

- налягането на съхранение, ако става дума за съхранение при температурата на околната среда, 282 K

- $1,21 \times$ налягането на отваряне на предпазния клапан (налягането на аварийно отваряне на клапана е равно на налягането на наситените пари при 308 K).
- изпитвателното налягане; изпитвателното налягане се изчислява чрез умножаване на свръхналягането при 308 K + 1,7 бара по коефициент 1,4. Налягането на отваряне на предпазния клапан трябва да бъде винаги по-малко от изпитвателното налягане [CPR8-3].
- налягането, съответстващо на максималния относителен дял на излъчена топлина 0,4 е равно на 34 бара или по-високо.



Фигура 4.В.1 Вероятността от настъпване на смърт като функция на разстоянието на разпространение на BLEVE при съхраняване на 100 тона пропан в резервоар. Означени са: налягането на съхранение при температура на околната среда (6.2 bar), $1,21 \times$ налягането на отваряне на предпазния клапан (15 bar), налягането на изпробване на резервоара (18 bar) и налягането, съответстващо на максималния относителен дял на излъчената топлина (> 34 bar).



Фигура 4.В.2 Вероятността от настъпване на смърт като функция на разстоянието на разпространение на BLEVE при съхраняване на 100 тона бутан в резервоар. Означени са: налягането на съхранение при температура на околната среда (6.2 bar), $1,21 \times$ налягането на отваряне на предпазния клапан (15 bar), налягането на изпробване на резервоара (18 bar) и налягането, съответстващо на максималния относителен дял на излъчената топлина (> 34 bar).

В много случаи, при извършване на изчисленията за въздействието на BLEVE се работи със стойностите на налягането на съхранение или работното налягане. Независимо от това се приема, че възникването на BLEVE се дължи най-вече на намаляването на здравината на стената на съдовете или резервоарите, поради възпламеняване на течни разливи под тях или поради наблизено възникналите пожари. В съответствие с това налягането при отказ се фиксира на 1,21 x налягането на отваряне на предпазния клапан. Ако предпазен клапан няма, за налягането се избира стойността на изпитвателното налягането за съответния резервоар.

По отношение на забавеното възпламеняване в [IPO] е направено разграничение между стационарните инсталации и транспортните средства на територията на предприятието. При стационарните инсталации забавено възпламеняване е равно на (1–директно възпламеняване), докато при транспортните средства същата се дефинира като вероятност. Това разграничаване не е обвързано с аргументи.

Изчисленията за “свободно поле” генерират контури на риска, които не зависят от околната среда. Възприема се умерен подход за моделиране на забавеното възпламеняване, който се основава на допускането за максимално въздействие. Това е в общи линии итеративен процес, като се има предвид, че масата на облака намалява с увеличаване на преминатото разстояние. За опростяване на изчисленията се приема, че забавеното възпламеняване настъпва при максимално уголемяване на парния облак. Последното, като дефиниция, съответства на формирането на максимална маса в очертанията на ДКГВ – контура. Тази дефиниция, обаче, означава, че при мигновено изпускане би трябвало да настъпи незабавно възпламеняване в мястото на изпускането. Поради тази причина бе решено максималното уголемяване на парния облак да съответства на максималната площ на ДКГВ-проекцията на облака върху земната повърхност.

По принцип, изчисленията за определяне на индивидуалния риск трябва да се извършват по метод Б, т.е. изчисления за “свободно поле”. В специални случаи, обаче, е позволено да се работи по изчислителен метод А. Тъй като все още не са дефинирани критерии за прилагането на метод А, решението по този специфичен въпрос се взема от компетентните органи.

Решено е веществата, които са едновременно и токсични и запалими, да се моделират като запалими при наличие на вероятност от директно запалване, и като токсични – във всички останали случаи. Независимо от това, някои вещества (например амоняк) обикновено се моделират като чисто токсични. Допустимо е веществата с ниска реакционна способност да се моделират като чисто токсични такива.

За определяне на вероятността за запалване се прилага подхода, описан в [DNV96, AM94] (виж Приложение 4.А). Трябва да се отбележи, че стойностите не са съвсем надеждни и в това отношение трябва да се проявява нужната доза предпазливост. Следователно, не е изключено да се наложи да се работи с независеща от времето вероятност за възпламеняване, в който случай стойността за времето на преминаване на облака се фиксира произволно на

1 минута.

В [IPO] са предоставени някои стойности на независещата от времето вероятност за възпламеняване. В Таблица 4.В.1 е извършено сравняване с цифровите данни, възприети в [AM94]; тук дължината на пътния елемент е фиксирана на 100 метра, а скоростта на превозното средство - на 50 километра за час.

Таблица 4.В.1 Вероятност за възпламеняване съгласно [IPO] и [AM94]

Източник	[IPO]	[AM94]
Промислен обект	0.9	0.9
Технологични инсталации	0.5	0 – 0.9
Път, N < 50 превозни средства за час	0.5	0 – 0.1
Път, N > 50 превозни средства за час	1	0.1 - 1

4.В.10 Последствия при възпламеняването на парния облак

След забавено възпламеняване на неограничен в пространството парен облак настъпва събитие, което съчетава характеристиките на пожар в резултат на мигновено възпламеняване с тези на експлозия. Диапазонът на възможните събития се разпределя в две ясно разграничими категории, по-конкретно, (1) чист пожар в резултат на мигновено възпламеняване и (2) чиста експлозия. Разумно приемливото съотношение на вероятностите на двете събития е 60 % - 40 % [DNV96]. Едно проучване [LPG – Integraal], обаче се позовава на друго съотношение между вероятностите за мигновен пожар и експлозия, т.е. 30 % - 70 % [TNO83]. Тъй като цифрите са ненадеждни, едната от стойностите се избира произволно.

Разстоянията на въздействие до пиковите контури на свръхналягането на преминаващата вълна или максималното свръхналягане на ударната вълна от 0.1 barg и 0.3 barg, т.е. $R_{0,1 \text{ barg}}$ и $R_{0,3 \text{ barg}}$, се изчисляват по т.нар. мултиенергиен метод [CPR14E]. Преизчислените въз основа на енергията на изгарянето разстояния се отчитат от Фигура 5.8А от [CPR14E] с позоваване на най-високата възможна стойност на силата на ударната вълна, 10. Стойностите на преизчислените въз основа на топлината на изгарянето разстояния, съответстващи на 0,1 barg и 0,3 barg, т.е. $r_{0,1 \text{ barg}}$ и $r_{0,3 \text{ barg}}$, са съответно 3 и 1,5.

Резултатите от прилагането на мултиенергийния метод с позоваване на най-високата стойност на силата на ударната вълна са сравними с тези от прилагането на равностойния ТНТ-метод (ТНТ - тринитротолуол) при коефициент на ТНТ-еквивалентност 20 % в диапазона на свръхналягания между 10 и 100 kPa [CPR14E]. По-рано разстоянията до контурите на свръхналягането са изчислявани като $R_{0,3} = 0,03 \times (\eta \times E)^{1/3}$ и $R_{0,1} = 0,06 \times (\eta \times E)^{1/3}$ [CPR14E]. TNT-еквивалента, η , е фиксиран на 10 %. Използването на стойност “по подразбиране” равна на 0,08 за относителния дял на масата в преградените участъци, следователно, би възпроизвело по-рано използваните разстояния.

4.В.11. Разрушаване на съдове

Ударните вълни и хвърчащите с висока скорост отломки след разрушаването на намиралите се под високо налягане съдове могат да нанесат смъртоносни поражения извън територията на инсталацията. Въпреки това тези въздействия не се вземат под внимание при КОР поради следните причини:

- Очаква се физическото въздействие от ударната вълна на по-големи разстояния, т.е. извън територията на инсталацията, да бъде далеч по-незначително, отколкото токсичното и запалително въздействие.
- Вероятността от удар от летяща отломка извън територията на инсталацията е твърде ограничена.

По тази причина съответните въздействия не се вземат под внимание при КОР.

4.В.12. Метеорологични данни

Противно на предписанията от [IPO], е решено да не се извършва точно дефиниране на скоростта на вятъра, като вместо това се работи с категориите “ниска”, “средна” и “висока”. По този начин може да се избегне преобразуването на данните, ако наличните данни за разпределението на скоростите на вятъра не съответстват напълно на използваната в [IPO] класификация.

В ръководството [IPO] е решено да се работи с данни от най-близо разположената метеорологична станция. В същото време, тези данни могат да не бъдат най-представителни. Особено за обекти по крайбрежието, е по-добре да се ползват услугите на метеорологични станции, които са по-близо до бреговата ивица, отколкото тези във вътрешността.

В Приложение 4.Б се съдържат данни за разпределението на честотите на посоките на вятъра за известен брой метеорологични станции. Данните са взаимствани от [KNM172] и се позовават на класификацията за устойчивост по Паскуил, базирана на рутинни метеорологични наблюдения, например, на скоростта на вятъра, облачната покривка и часа от денонощието. Наскоро бе предложен нов метод за класифициране на устойчивостта, обуславящ намаляване на честотата на неутралните състояния [NNM98]. Настоятелно се препоръчва разпределенията на честотите да бъдат избрани в съответствие с новия метод за класификация при условие, че има на разположение надеждни статистически данни. От друга страна, обаче, повечето метеорологични станции могат да не разполагат с дългосрочни статистически данни. Прибягването до усреднени за територията на Холандия данни или на данни от разположени надалече метеорологични станции може да доведе до несъответствия между подлежащата на моделиране ситуация и използваните данни.

Поместените в настоящия документ стойности на метеорологичните параметри се различават от посочените в [IPO] стойности в смисъл на това, че са по-подходящи да бъдат разглеждани като средногодишни стойности. Стойностите са получени от [KNM192]:

На практика, между средната температура на почвата и средната температура на въздуха има малка разлика, от порядъка на 1° С. Тъй като това е малка разлика, е решено различните температури да се фиксират на еднакви помежду си нива.

Температура на атмосферния въздух	Равна на средногодишната стойност 9,3 °С
Температура на почвата/ обваловката	Равна на температурата на атмосферния въздух
Температура на водата	Равна на температурата на атмосферния въздух
Налягане на атмосферния въздух	Равна на средногодишната стойност, 1015,1 hPa
Влажност	Равна на средногодишната стойност, 83 %
Слънчева радиация	Равна на средното излъчване за света за една година (364 584 J cm ⁻²), разделено на периода от време (т.е една година)

5. МОДЕЛИРАНЕ НА ЕКСПОЗИЦИЯТА И ПОРАЖЕНИЯТА

5.1 Въведение

След изпускането и разсейването на емисиите в околната среда се определя експозицията и въздействието от емисиите. Тъй като подзаконовия акт се основава върху вероятността от настъпване на смърт, се разглеждат само въздействията със летален изход. В настоящия раздел са описани изчислителни методи за определяне на вероятността от нанасяне на смъртоносни поражения вследствие на експозиция (излагането на въздействието на изпуснатите вещества) и относителния дял на населението, за който експозицията има фатални последици. За онагледяване на леталните поражения в настоящия документ са използвани два параметъра:

- Вероятност от настъпване на смърт, P_E , обозначаваща възможността отделно лице да загине в резултат на излагане на въздействието на изпуснатите вещества. Допуска се, че разглежданото лице се намира на открито и не е

снабдено с предпазни средства. Въпросният параметър, P_E , се използва по-късно, за изчисляване на контурите на индивидуалния риск.

- Относителен дял на загиналите, F_{E_i} , показващ частта от населението, която намира смъртта си на дадено място в резултат на дадена експозиция. Поне част от населението е защитено в резултат на това, че остава в помещения и носи защитно облекло. По тази причина се работи с два показателя, т.е. $F_{E_{in}}$ и $F_{E_{out}}$, които обозначават относителните дялове на загиналите “на закрито” и загиналите “на открито”. Тези параметри, $F_{E_{in}}$ и $F_{E_{out}}$, се използват по-късно, за изчисляване на контурите на риска за обществеността.

За изчисляване на вероятността от смърт поради токсични вещества и излагане на въздействието на топлинното излъчване при дадена експозиция се работи с т.нар. “пробит - функции”(“Probit” от probability - вероятност). Правилата за прилагане на пробит - функциите са описани в Раздел 5.2.1. Въздействието от токсичните вещества, пожарите и експлозиите са описани в Раздели 5.2.2, 5.2.3 и 5.2.4. В Раздел 5.3 се съдържат указания за изчисляване на броя на населението, което се намира в определен район.

5.2 Моделиране на пораженията

5.2.1. Пробит-функции

Изчисленията за определяне на индивидуалния риск и риска за обществеността са свързани с определянето на вероятността от настъпване на смърт при едно лице при дадена експозиция. Вероятността от смърт се изчислява с помощта на пробит-функции. Връзката между вероятността от проявяване на даден ефект, P , и съответната пробит- функция, P_r , се дава от:

$$P = 0.5 \times [1 + \operatorname{erf} (Pr \cdot 5 / \sqrt{2})]$$

където:

$$\operatorname{erf} (x) = 2 / \sqrt{\pi} \int_0^x e^{-t^2} dt$$

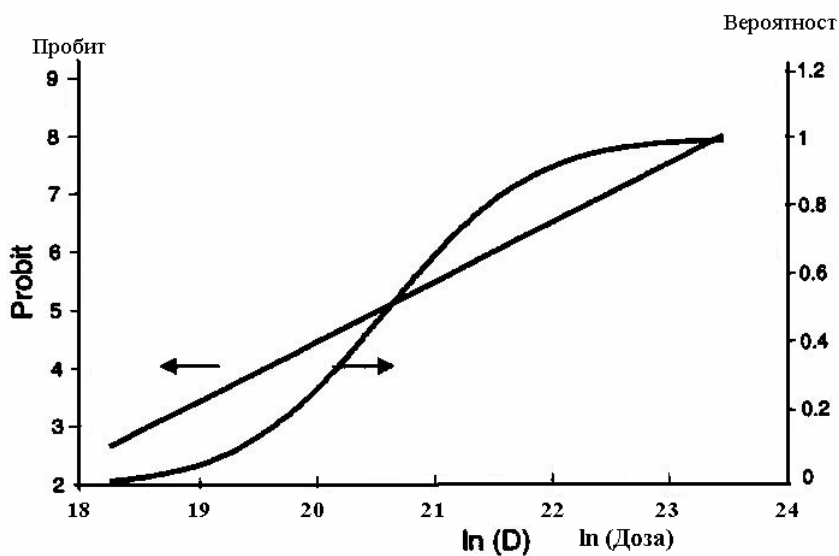
Връзката между вероятността от проявяване на даден ефект, P , и съответния пробит, P_r , е дадена в Таблица 5.1.

Връзката между вероятността от проявяване на дадено въздействие и експозицията обикновено се представя чрез сигмоидна крива. Сигмоидната крива се заменя с права линия, ако вместо вероятността се работи с пробит, така както това е показано на Фигура 5.1.

Таблица 5.1 Пробит, P_r , като функция на вероятността, P

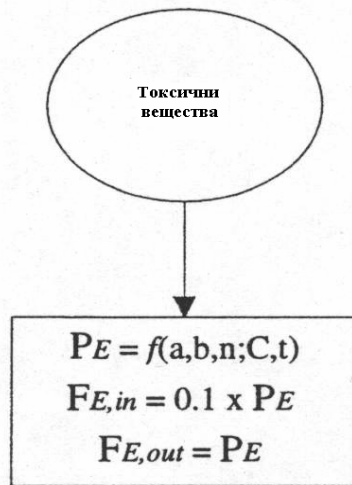
P	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0	-	2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66

0.1	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
0.2	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
0.3	4.48	4.50	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
0.4	4.75	4.77	4.80	4.82	4.85	4.87	4.90	4.92	4.95	4.97
0.5	5.00	5.03	5.05	5.08	5.10	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
0.6	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.50
0.7	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
0.8	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
0.9	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33



Фигура 5.1 Вероятността, P , и пробит, Pr , като функция на експозицията по отношение на амоняк. Експозицията е представена чрез $\ln(D)$, където D е токсичната доза (виж Раздел 5.2.2). Фигурата илюстрира замяната на сигмоидната крива с права линия в случай на работа с пробит.

5.2.2. Експозиция на токсични вещества



Фигура 5.2 Изчисляване на вероятността от смърт, P_E , и относителните дялове на населението, което намира смъртта си “на закрито” и “на открито”, $F_{E,in}$ и $F_{E,out}$, в резултат на излагането на въздействието на токсичния облак. Функцията $f(a, b, n; C, t)$ представлява пробит функция за експозиция на токсични вещества.

На Фигура 5.2 са отразени вероятността от настъпване на смърт в резултат на излагането на въздействието на токсичния облак, P_E , и относителните дялове на населението, което намира смъртта си “на закрито” и “на открито”, $F_{E,in}$ и $F_{E,out}$. Вероятността от смърт, P_E , е изчислена с помощта на пробит - функция и зависимостта 5.1 от Раздел 5.2.1. Пробит-функцията настъпване на смърт, в резултат на излагане на токсично въздействие се дава от:

$$P_r = a + b \times \ln(C^n \times t),$$

където:

P_r е пробит, съответстваща на вероятността от настъпване на смърт (-)

a, b, n са константи, описващи токсичността на веществото (-)

C е концентрацията (mg m^{-3})

t времето на експозиция (минути)

Забележки:

1. Стойността на константата a зависи от дименсиите на концентрацията, C , и времето на експозицията, t . Дименсиите на концентрацията и времето на експозицията трябва да съответстват на стойността на постоянната величина “ a ” в пробит -функцията.

2. Пробит е функция на токсичната доза при отделното лице. Токсичната доза, D , е $D = C^n \times t$, ако концентрацията C остава постоянна през времетраенето на експозицията t . Ако концентрацията не остава постоянна с времето, токсичната доза се изчислява като $D = \int C^n dt$; пробит, P_r , се изчислява в съответствие с това.

3. Времето на експозицията, t , е ограничено до максимум 30 минути считано от появата на облака. Появяването на облака може да се дефинира като момент, в който вероятността от смърт, P_E , е по-голяма от 1 %.

4. Оставането “на закрито” намалява токсичната доза, тъй като по време на преминаването на облака концентрацията в помещенията е по-ниска, отколкото концентрацията навън. Тази особеност се отчита чрез прилагане на типов коефициент 0,1 за определяне на относителния дял на загиналите във вътрешността на сградите от общия брой на жертвите при инцидентите. Вместо прилагането на въпросния коефициент, за определяне на дозата “на закрито” и фракцията на жертвите във вътрешността на сградите може да се работи с големината на интензивността на вентилацията (кратността на обмяна на въздуха) на сградите. Този метод е описан в [CPR16]. Трябва да се отбележи, че дозата “на закрито” се влияе изключително много от времето на преминаване на облака, степента на вентилация на въздуха по време на преминаването на облака и след преминаването на облака.

- Времето на преминаване на облака варира в зависимост от разстоянието от източника и е различно за различните, съпроводени със загуба на съдържание, събития. Следователно, дозата “на закрито” трябва да се изчислява индивидуално за всяко събитие и за всяко разстояние.
- Интензивността на вентилацията зависи изключително от такива параметри като типа и възрастта на сградите, климатичните условия и отварянето и затварянето на прозорците на сградите. Ако няма на разположение конкретна информация, се извършва допускане за степента на вентилация на въздуха (1 час^{-1}) и липса на адсорбция.
- Нормално е хората да не знаят кога облакът е преминал. В съответствие с това, степента на вентилация на въздуха след преминаването на облака остава същата, както и по време на преминаването на облака, а времезакъснението от отминаването на облака до началото на пълното проветряване чрез широко разтваряне на прозорците е голямо, т.е. най-малко 0,5 часа.
- Максималното време на експозицията “на закрито” е 30 минути. Времезакъснението от отминаването на облака до началото на пълното проветряване чрез широко разтваряне на прозорците, следователно, може да бъде най-много 0,5 часа

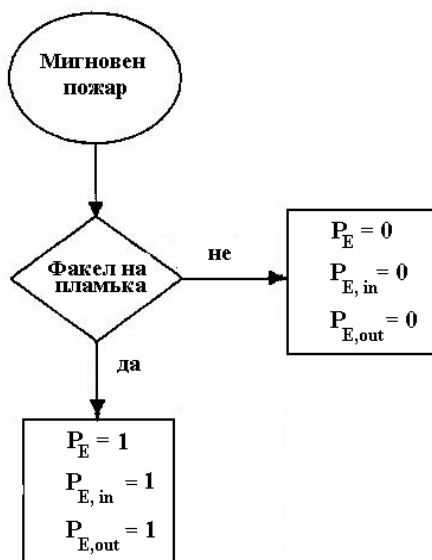
5. В Таблица 5.2 са поместени стойности на константите, описващи токсичността на веществото, a , b и n , за известен брой вещества. Константи на токсичността за тези и редица други вещества могат да бъдат открити и в базата от данни за веществата [RIVM99].

Пробит-функцията на токсично вещество, неописано в Таблица 5.2 или в базата от данни за веществата [RIVM99], може да се определи въз основа на данните за острата токсичност при животните. В [CPR16] е описана процедура за извеждане на константите a , b и n от данните за токсичността. Въпреки това, извеждането на пробит-функция от данните за токсичността не трябва да се извършва без съответно експертно съдействие.

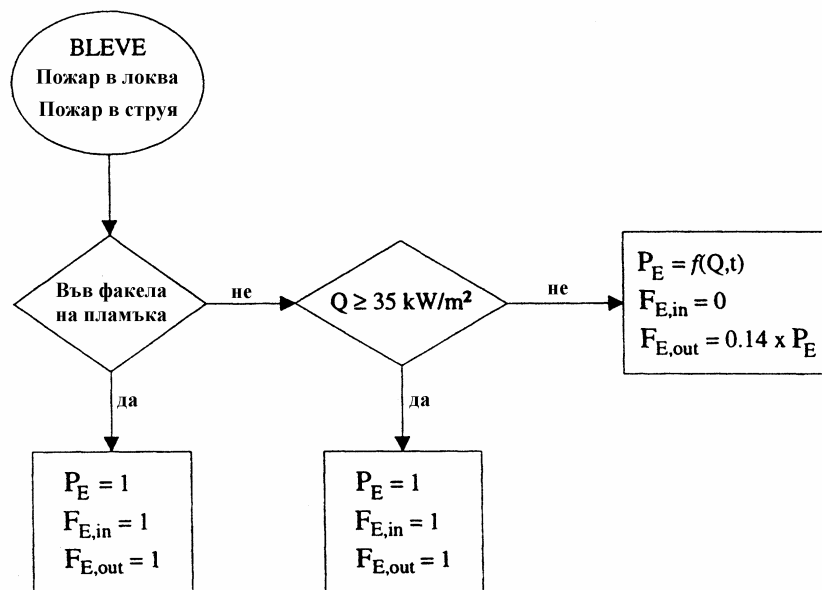
Таблица 5.2. Стойности на константите a , b и n , описващи токсичността на веществата. Стойностите са валидни за пробит-функция с концентрация C ($mg\ m^{-3}$) и време на експозиция t (минути).

Вещество	a	b	N
Акролеин	-4.1	1	1
Акрилонитрил	-8.6	1	1.3
Алилалкохол	-11.7	1	2
Амоняк	-15.6	1	2
Азинфос-метил	-4.8	1	2
Бром	-12.4	1	2
Въглероден оксид	-7.4	1	1
Хлор	-6.35	0.5	2.75
Етиленов оксид	-6.8	1	1
Хлороводород	-37.3	3.69	1
Циановодород	-9.8	1	2.4
Флуороводород	-8.4	1	1.5
Сероводород	-11.5	1	1.9
Метилбромид	-7.3	1	1.1
Метилизоцианат	-1.2	1	0.7
Азотен диоксид	-18.6	1	3.7
Паратион	-6.6	1	2
Фосген	-10.6	2	1
Фосфамидон	-2.8	1	0.7
Фосфин	-6.8	1	2
Серен диоксид	-19.2	1	2.4
Тетраетил олово	-9.8	1	2

5.2.3. Пожар



Фигура 5.3 Изчисляване на вероятността от настъпване на смърт, P_E , при относителни дялове на населението, умиращо “на закрито” $F_{E,in}$ и “на открито” $F_{E,out}$, в резултат на излагане на въздействието на мигновен пожар.



Фигура 5.4 Изчисляване на вероятността от настъпване на смърт, P_E , при относителни дялове на населението, умиращо “на закрито” $F_{E,in}$ и “на открито” $F_{E,out}$, в резултат на излагане на въздействието на BLEVE, пожар в локва и струен пожар (факелно горене). Пробит - функцията за топлинно излъчване е $f(Q, t)$.

Вероятността от настъпване на смърт, поради мигновен пожар, P_E , и съответните относителни дялове на населението, което намира смъртта си “на закрито” и “на открито”, $F_{E,in}$ и $F_{E,out}$, са отразени на Фигура 5.3. Вероятността от настъпване на смърт поради BLEVE, (факелно горене) пожар в струя или пожар в локва, P_E , и съответните относителни дялове на населението, което намира смъртта си “на закрито” и “на открито”, $F_{E,in}$ и $F_{E,out}$, са отразени на Фигура 5.4. Вероятността от смърт поради излагане на топлинно лъчение се изчислява с помощта на Пробит-функцията и зависимостта 5.1 от Раздел 5.2.1. Пробит-функцията за случая на настъпване на смърт поради топлинно излъчване се дава от израза:

$$Pr = -36,38 + 2,56 \times \ln(Q^{4/3} \times t),$$

където:

Pr е Пробит, съответстваща на вероятността от смърт (-)

Q е топлинното излъчване ($W m^{-2}$)

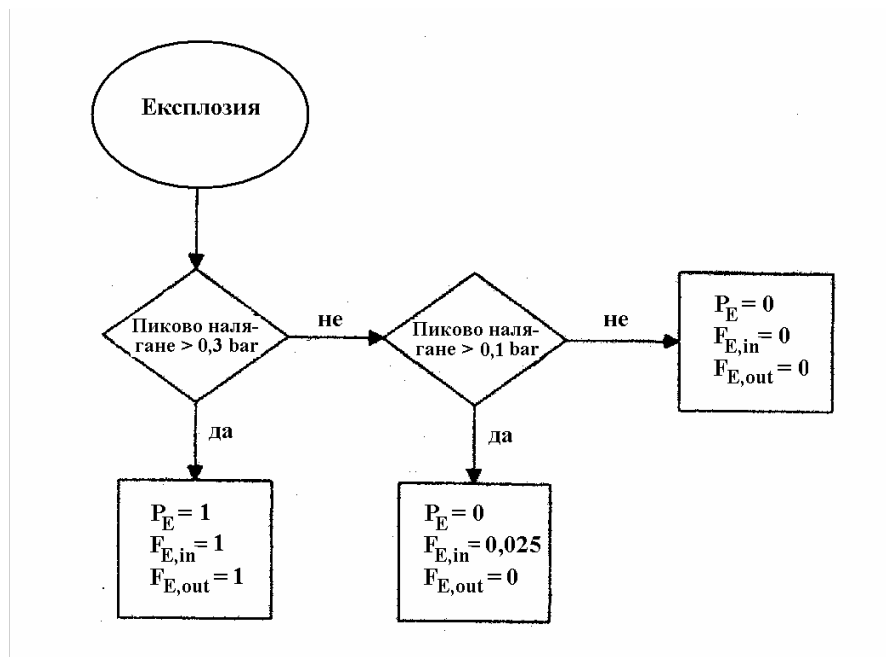
t е времето на експозицията (s)

Забележки:

1. В момента Пробит-функцията за случая на смърт, поради въздействие на топлинно излъчване е в процес на преразглеждане. Функцията може да бъде променена, което ще бъде отразено в новото издание на Зелената книга (CPR16).

2. Факелът на пламъка при мигновен пожар съвпада с ДКГВ-очертанието в момента на възпламеняването.
3. Времето на експозиция, t , е равно на времетраенето на пожара. Независимо от това, времето на експозиция е ограничено до 20 секунди.
4. Допуска се, че хората във вътрешността на сградите са защитени срещу топлинното излъчване до момента, в който сградата се запали. Праговата стойност за възпламеняване на сградите е фиксирана на 35 kW m^{-2} . Допуска се, че ако сградата се запали, всички намиращи се във вътрешността ѝ хора загиват. От това следва, че $F_{E \text{ in}} = 1$, когато топлинното излъчване Q е по-голямо от 35 kW m^{-2} и $F_{E \text{ in}} = 0$, когато топлинното излъчване Q е по-малко от 35 kW m^{-2} .
5. При изчисляване на риска за обществеността се допуска, че намиращите се на открито хора са защитени срещу топлинното излъчване благодарение на облеклото си, докато същото не се запали. Носенето на облекло намалява броя на загиналите хора с коефициент 0,14 спрямо броя на загиналите, който би се получил, ако хората не притежаваха облекло. Праговата стойност за възпламеняване на облеклото е фиксирана на 35 kW m^{-2} като се възприема, че хората загиват когато тяхното облекло се възпламени при надхвърлянето на този праг. От това следва, че $F_{E \text{ out}} = 1$ когато топлинното излъчване Q е по-голямо от 35 kW m^{-2} и $F_{E \text{ out}} = 0,14 \times P_E$ когато топлинното излъчване Q е по-малко от 35 kW m^{-2} .

5.2.4. Въздействие на налягането при експлозия на парен облак



Фигура 5.5 Изчисляване на вероятността от смърт, P_E , и относителните дялове на населението, $F_{E \text{ in}}$ и $F_{E \text{ out}}$, което намира смъртта си "на закрито" и "на открито" в резултат на излагането на въздействието на взрив/експлозия/.

На Фигура 5.5 са представени вероятността от смърт, P_E , и относителните дялове на населението, $F_{E_{in}}$ и $F_{E_{out}}$, което намира смъртта си “на закрито” и “на открито” в резултат на излагането на въздействието на експлозия. Трябва да се отбележи, че посочените стойности са приложими само за случаите на експлозия на парен облак. Стойностите не са приложими за случаите на детонация на експлозивни, поради разлики във времетраенето на взрива.

5.3. Население

5.3.1. Проучване за населението в заобикалящия район

Числеността на населението в заобикалящия район е от значение за изчисляване, както на риска за обществеността, така и на вероятността за възпламеняване. Необходимо е, следователно, да се извърши проучване за наличното население. В сила са следните правила:

1. За определяне на числеността на населението трябва да се вземат под внимание реалната ситуация. Необходимо е, също така, да се вземе под внимание и населението в бъдещите населени райони, за пространственото разположение, на които към текущия момент има одобрени планове. Гъстотата на населението във въпросните райони трябва да се изчислява въз основа на упоменатите планове. Ако няма на разположение актуална информация, по отношение на гъстотата на населението в новите жилищни райони се възприемат стойности “по подразбиране” [CPR16]. Степента на точност на информацията се определя от конкретните цели на КОР.

2. Трябва да се вземе предвид населението в зоните за отдих. Ако характерът на отдиха зависи от сезона, за различните периоди от календарната година трябва да се подберат индивидуални стойности за показателя “гъстота на населението”. При наличие на големи групи от хора в рамките на кратки отрязъци от време, например по стадионите, за различните периоди от времето трябва да се подберат различни стойности за гъстотата на населението. Независимо от това, ако относителният дял от времето, през което е налице присъствие на големи групи от хора, е подчертано незначителен, прибягването до въпросните дискретни стойности може да се пропусне. Това може да се случи, например, ако даден стадион се използва за кратки периоди от време през календарната година. Ориентировъчно, ако производението на сумираната честота на съответните сценарии с относителния дял от време, през което е налице присъствие на голяма група от хора, е по-малко от 10^{-9} за година, присъствието на голямата група може да не бъде взето под внимание.

3. За преценка на необходимостта от вземане под внимание на присъствието на хора на такива места като промишлени зони, учреждения, болници и училища, (други) промишлени обекти и пътни магистрали трябва да се извършва справка с действащото законодателство^a. Решението за включване или изключване на определени групи от хора зависи, също така, и от конкретните цели на КОР.

^a Наредбата с правила за включване или изключване на групи от хора се съдържа в новия AMvB.

4. Гъстотата на наличното население се изменя с течение на времето, поради това, че хората напускат района и пътуват до своите работни места, училищата и т.н. Това определя необходимостта от използване на различни стойности за гъстотата на населението за дневните и нощните периоди. За определяне на наличното население се прилагат следните правила:

- Под време “през деня” се разбира периода между 8:00 и 18:30 часа средно-европейско време, а с “нощно” време се обозначава периода между 18:30 и 8:00 часа средноевропейско време.
- За относителния дял на населението, присъстващо в жилищните райони “през деня”, се избира стойността 0.7. Относителният дял на населението, присъстващо нощно време е 1.0. Ако на територията на жилищния район има училища и/или работни места, под внимание трябва да се вземе броя на хората в тези места.
- За относителния дял на населението, присъстващо в промишлените зони “през деня”, се избира стойността 1.0. При извършване на дейности в рамките на нощни смени, за относителния дял на населението, присъстващо по време на нощните смени, се избира стойността 0.2; в противен случай, този показател се приема за равен на 0.
- Населението, присъстващо “през деня” и “през нощта” в зоните за отдих, зависи от характера на отдиха.

По принцип, използваните данни за населението трябва да бъдат възможно най-подробни. Събирането на достатъчно подробни данни за населението може да се окаже твърде трудна за изпълнение задача. Съществуват различни източници, от които може да се почерпи информация за населението, например общините и областните администрации. Информация може да се заяви, също така, и срещу заплащане. При обработка на данните за населението може да се прибегне до услугите на т.нар. географско-информационни системи. Могат да се открият следните, подредени в низходящ ред по отношение на своята детайлност, видове данни:

1. Местоположение на жилищните единици (домовете), например чрез преброяване на сградите върху карта. Гъстотата на населението се изчислява при допускането, че всеки дом се обитава от 2,4 лица. Трябва да се отчете и факта, че някои от отбелязаните върху картите сгради, например жилищните блокове, се състоят от няколко елементарни жилищни единици.

2. Определяне на центровете на групите от жилищни единици, например, въз основа на бази от данни, предоставящи информация за “центровете на тежестта” на сградите, на които съответства един и същ пощенски код. Гъстотата на населението се изчислява при допускането, че всеки дом се обитава от 2,4 лица. Трябва, обаче, да се проявява особено внимание по отношение на големите жилищни блокове, в който случай, идентифицираният в съответствие с пощенския код “център на тежестта” може да бъде на известно разстояние от местонахождението на отделните апартаменти.

3. Ако няма никаква информация за гъстотата на населението, например, ако плановете за разположението на бъдещите жилищни райони съществуват във възможно най-неопределен вид, за гъстотата на населението могат да се изберат

стойности “по подразбиране”. В [CPR16] са поместени стойности “по подразбиране” за различни видове райони.

Тъй като броят на хората в населените зони се определя въз основа на средната гъстота на населението, хората, намиращи се по пътищата в района се включват по начало в цифрите за средната гъстота на населението.

5.3.2. Относителни дялове на хората “на закрито” и хората “на открито”

При изчисленията за определяне на риска за обществеността се допуска, че поне част от хората са защитени, оставайки “на закрито” или носейки защитно облекло. Поради факта, че по отношение на относителните дялове на хората, които намират смъртта си “на закрито” и “на открито”, се прилагат различни стойности, е необходимо да се определят съответните относителни дялове на хората, които се намират “на открито” и “на закрито”, т.е. $f_{pop\ in}$ и $f_{pop\ out}$. В Таблица 5.3 са поместени стойности “по подразбиране”. Стойностите се отнасят за промишлени и населени зони, освен ако няма на разположение друга информация. При зоните за отдих, съотношението между хората “на закрито” и “на открито” се определя от предназначението на зоната (конкретния характер на отдиха).

Таблица 5.3. Относителни дялове на хората “на закрито” ($f_{pop\ in}$) и “на открито” ($f_{pop\ out}$), за времето “през деня” и “през нощта”, при което под време “през деня” се разбира периода между 8:00 и 18:30 часа средноевропейско време, а с време “през нощта” се обозначава периода между 18:30 и 8:00 часа средноевропейско време.

	$f_{pop\ in}$	$f_{pop\ out}$
“през деня”	0.93	0.07
“през нощта”	0.99	0.01

Приложение 5.А. КОМЕНТАР

5.А 1. Обща информация

Връзката между вероятността от проявление на дадено въздействие, P , и съответния пробит, Pr , от Таблица 5.1 е взaimствана от [CPR16].

5.А.2. Излагане на въздействието на токсични вещества

Пробит - функцията за определяне на вероятността от смърт при излагане на въздействието на токсични вещества е описана в [CPR16]. Фигуриращите в Таблица 5.2 стойности на константите на токсичността a , b и n (с изключение на тези за амоняк и фосген) са взaimствани от [КО 24-2]. Пробит - функцията за амоняка е взета от [КО 59], а тази за фосгена – от [КО 86]. За известен брой вещества в [КО 24-2] са посочени две различни пробит - функции, при едната от които се приема, че $n = 1$, а при другата $n = 2$. В [CPR16] се препоръчва да се работи с $n = 2$ в случаите, когато стойността на n не е известна. По тази причина, в настоящия документ е взета под внимание единствено пробит -функцията, която се позовава на $n = 2$.

Времето на експозицията t не може да бъде по-голямо от 30 минути, което е в съгласие с посочената в [IPO] гранична стойност. Необходимостта от фиксиране на максимална стойност за времето на експозицията е продиктувана от това, че пробит - функцията показва, че при продължително изпускане на неголеми количества вещества всички човешки индивиди ще бъдат застигнати от смърт, ако времето на експозицията е достатъчно голямо. Тъй като, очевидно това не трябва да се случва, е дефинирано максимално време на експозиция. Няма обяснение, от което да става ясно защо за максималното време на експозиция е избрана точно стойността 30 минути. Тази стойност вероятно е съобразена с необходимото време за евакуация и/или времето, което изтича до момента на оказване на първа помощ.

Времето на експозицията за хората “на закрито” може да бъде по-голямо от времето на преминаване на облака и се определя от степента на вентилация в съответната сграда. Максималното време на експозицията е 30 минути и в тези 30 минути е отчетена възможността за разтваряне на прозорците в периода след преминаването на облака.

Концентрацията на токсичните вещества “на закрито” може да се изчисли с помощта на модел, който третира вентилацията на сградите. Изчисленията са, обаче, твърде усложнени, при което концентрацията в помещенията, наред с много други фактори, се определя от конкретните метеорологични условия и режима на вентилацията. Освен това, концентрацията във вътрешността на дадена сграда не е равномерно разпределена, а различна за различните помещения, което се определя от спецификата на вентилацията в сградата [TNO98a]. Все пак, независимо от цитираните затруднения, за изчисляване на концентрацията във вътрешността на сградите може да се работи с цитирания модел за вентилацията. Прилагането на този тип модел е описано в [CPR16]. Като параметри “по подразбиране” се приемат “липсата на адсорбция” и “степен на вентилация 1 час^{-1} ” (в съгласие с данните от [CPR16]). Приема се, че степента на

вентилация на въздуха остава непроменена след преминаването на облака, както и че максималното време на експозиция е 30 минути. В случаите, когато времето на преминаване на облака е относително кратко, редуцирането на дозата може да се изчисли като се приеме, че времезакъснението между преминаването на облака и началото на тоталното проветряване е равно на 0.5 часа.

Доколкото прилагането на моделите за вентилация при КОР е относително рядко явление на практика се работи с общ коефициент за редуциране. В [IPO] се посочва коефициент на редуциране 0,1 по отношение на всички присъстващи хора (“на закрито” и “на открито”). Относителният дял на загиналите се представя отделно по отношение на хората “на закрито” и хората “на открито”.

- Хората “на открито” са незащитени, поради което по отношение на $F_{E\ out}$ не се прилага никакъв коефициент на редуциране.
- Хората “на закрито” се считат за защитени. По отношение на $F_{E\ in}$ се прилага коефициент на редуциране 0,1. Допуска се, че “през деня” 7 % от хората се намират “на открито”. Редуциращият коефициент 0,1 за фракцията от хора, умиращи “на закрито” и през деня съответства на фактор 0,16 за фракцията от умиращи хора от цялото население. Приема се, че “през нощта” почти всички хора (99 %) се намират “на закрито” (виж Раздел 5.3.2) и само 1 % от хората се намират “на открито”. Редуциращият коефициент 0,1 за фракцията от хора, умиращи през нощта, на закрито води до почти същите резултати, както и коефициент 0,1 за цялото население. Освен това, “през нощта” ефективните разстояния са по-големи, тъй като преобладават стабилните атмосферни условия и ниските скорости на вятъра. По тази причина е решено по отношение на $F_{E\ in}$ да се прилага коефициент на редуциране 0,1.

5.A.3 Пожар

Стойностите на вероятността за смърт поради пожар от мигновено възпламеняване, BLEVE, (факелно горене) пожар в струя и пожар в локва са взети от [CPR16, IPO].

В (КО 20-2) е описан алтернативен метод за изчисляване на пробит-функцията, в рамките на който се извършва дефиниране на зоната на пораженията. Например, зоната на пораженията при мигновен пожар се намира във факела на пламъка, а зоната на пораженията при BLEVE се дефинира като пространство, в което стойността на топлинното излъчване е по-голямо от $12,5\text{ kW m}^{-2}$. Вероятността от смърт в зоната на пораженията се дефинира поотделно по отношение на хората “на закрито” и хората “на открито”. Препоръчително е този метод да не се прилага повече в практиката, като на негово място се използва тук описания метод [IPO, CPR16].

Вероятността от смърт във факела на пламъка е равна на единица поради високото ниво на топлинно излъчване и факта на запалване на облеклото на хората и сградите. Приема се, че извън очертанията на факела, възникнал в резултат на мигновен пожар, топлинното излъчване е слабо, а вероятността от смърт – равна на нула. Въздействието извън факела при BLEVE, факелно горене

(пожар в струя) и “пожар в локва” се определят от нивото на топлинното излъчване.

Факелът на пламъка при мигновенните пожари съвпада с ДКГВ-контура, т.е. не се взема под внимание разширяването на облака в процеса на горенето.

За максималното време на експозиция се приема стойност 20 секунди. Допуска се, че хората могат да притичат до относително безопасно място за 20 секунди. Трябва да се отбележи, че преди се приемаше, че хората могат да се доберат полесно до безопасно място в застроените райони и съответно, при оценката на риска за обществеността, максималното време на експозиция за подобни райони е съкратено до 10 секунди [IPO]. След това, обаче, е решено максималното време на експозиция да се уеднакви на 20 секунди за всички случаи, което допринася за улесняване на изчисленията по отношение на предприятията, в околностите на които съществуват, както застроени, така и неблагоустроени зони.

При определянето на индивидуалния риск, изчисляването на вероятността от смърт, поради топлинно излъчване с помощта на пробит-функция се извършва като за незащитени лица. Защитният ефект на облеклото не се взема предвид при изчисляването на индивидуалния риск.

При определяне на риска за обществеността, защитният ефект от носеното облекло се взема под внимание, а вероятността от смърт поради топлинно излъчване за хората “на открито” се изчислява по отношение на хората заедно с техните дрехи. Приема се, че защитната роля на облеклото намалява вероятността от смърт; в това отношение се прилага коефициент 0,14 [CPR16]. Ако, обаче, дрехите се запалят, вероятността от смърт става равна на единица. Праговата стойност за възпламеняване на облеклото е $Q^2 \times t = 2.5 \times 10^4 \text{ kW}^2 \text{ m}^{-4} \text{ s}$ [CPR16]. При време на експозицията равно на 20 секунди праговата стойност е 35 kW m^{-2} . Тъй като се допуска, че сградите се възпламеняват при същото ниво на топлинно излъчване, границата на запалване на дрехи 35 kW m^{-2} се възприема като прагова стойност и по отношение на застроените зони.

Предпазното действие на сградите се взема изрично под внимание при изчисляване на риска за обществеността. В близкото минало са използвани два основни подхода:

1. При КОР за предприятията, предпазните мерки за сградите не са предмет на разглеждане. По отношение на хората “на закрито” и “на открито” се е прилагал автоматично коефициент на редукция 0,14 [IPO].

2. При КОР за разпределителни гари се приема, че смърт на хора настъпва при нива на топлинно излъчване, по-високи от 40 kW m^{-2} . Счита се, че под това ниво, намиращите се във вътрешността на сградите хора са в безопасност [SAVE97]. По отношение на хората “на открито”, обаче, не е прилаган коефициент на редукция 0,14.

Тук описаният начин за моделиране се базира на допускането, че хората във вътрешността на сградите са в безопасност до момента, в който сградите се възпламенят. Ако дадена сграда се запали, очаква се всички намиращи се във

вътрешността ѝ хора да загинат. За съжаление, не е открита задоволителна информация за праговете нива на възпламеняване на сградите. От наличната информация става ясно, че [CPR16]:

- Стъклото се разрушава при 4 kW m^{-2}
- Критичната интензивност на топлинното излъчване, т.е. нивото на топлинно излъчване, при което настъпва възпламеняване при продължителна експозиция е от порядъка на $25\text{--}35 \text{ kW m}^{-2}$ за дървесни влакна, дървесина, текстилни материали, плоскости от влакнеста маса, талашитни плоскости и пластмаси. Критичната интензивност на топлинно излъчване е от порядъка на $10\text{--}15 \text{ kW m}^{-2}$ при наличие на компоненти на пламъка, например, огневи искри.
- Възпламеняване на различните видове тапицерии настъпва, когато топлинното излъчване Q и времето на експозицията t удовлетворяват условието $Q^2 \times t \geq 2,5 - 4,5 \cdot 10^4 \text{ kW}^2 \text{ m}^{-4} \text{ s}$. При време на експозиция $t = 20$ секунди най-ниската стойност на топлинното излъчване е $Q \sim 35 \text{ kW m}^{-2}$.

Предвид на тази информация, праговото ниво на възпламеняване при сградите е установено на 35 kW m^{-2} .

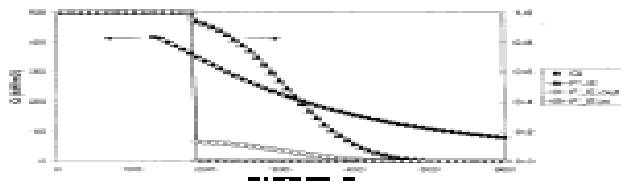
На Фигура 5.A.1 е демонстрирано изчисляването на въздействието от BLEVE при възпламеняване на 100 тона втечен нефтен газ.

Приема се, че обикновено по-голямата част от хората се намират “на закрито” (виж Раздел 5.3.2). В тази връзка може да се очаква, че по отношение на предприятията описаният тук изчислителен метод ще има за резултат по-ниски стойности за риска за обществеността, отколкото използвания преди изчислителен метод. При разпределителните гари въздействието се счита за незначително. От една страна, увеличаването на праговата стойност за топлинното излъчване от 35 на 40 kW m^{-2} ще доведе до увеличаване на риска за обществеността. От друга страна, прилаганият по отношение на хората “на открито” коефициент от 0,14 ще доведе до намаляване на риска за обществеността.

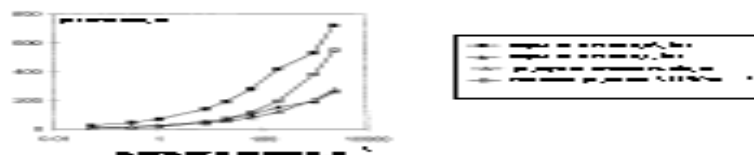
Трябва да се отбележи, BLEVE също води до въздействие от взрив. Понастоящем това въздействие не се разглежда при КОР. Пиковото свръхналягане на ударната вълна може да се изчисли с помощта на метод, описан в Раздел 7 от Жълтата книга [CPR14E]. TNO са извършили известен брой примерни изчисления за определяне на въздействието на ударната вълна, свързани с въздействието на топлинното излъчване [TNO98d]. Резултатите са показани на Фигура 5.A.2, където разстоянията за различни нива на налягането и топлоизлъчването са представени като функция от съдържанието на резервоара:

1. свръхналягане 0,03 bar, съответстващо на критичното свръхналягане, което причинява счупване на прозорците;
2. свръхналягане 0,1 bar, съответстващо на 10 % сериозно засегнати къщи и вероятност от смърт “на закрито”, равна на 0,025 (виж Раздел 5.2.4);
3. радиус на огненото кълбо, съответстващ на 100 % смъртност;

4. топлинно излъчване, равно на 35 kW m^{-2} , съответстващо на нивото на топлинно излъчване, при което хората “на закрито” са напълно защитени.



Фигура 5.А.1 Примерни изчисления за BLEVE на 100 тона пропан (налягане на разрушаване 15 bar). За времето на експозиция е избрана максимална стойност, 20 секунди. Отразени са: топлинното излъчване (Q), вероятността от смърт (P_E), относителния дял на хората, които намират смъртта си “на открито” ($F_{E\ out}$), и относителния дял на хората, които намират смъртта си “на закрито” ($F_{E\ in}$).



Фигура 5.А.2 Разстояния до различни нива на въздействие при BLEVE като функция от съдържанието на резервоара [TNO98d]. Отразените нива на въздействие , радиуса на огненото кълбо, топлинно излъчване 35 kW m^{-2} и свръхналягане 0,1 bar и 0,03 bar.

Резултатите показват, че при изчисляване на индивидуалния риск, въздействието на налягането при BLEVE може да бъде пренебрегнато, тъй като влиянието на огненото кълбо върху незащитените лица е много по-съществено, отколкото

влиянието на свръхналягането. При изчисляване на риска за обществеността, обаче, е необходимо да се проявява предпазливост. Резултатите показват, че въздействието на ударната вълна на разстояние, съответстващо на топлинно излъчване с интензивност 35 kW m^{-2} , се равняват на свръхналягане между 0,1 и 0,03 bar. В подобна ситуация би настъпило счупване на стъклата на прозорците, при което ще се разхвърчат отломки и ще се намали сигурността на намиращите се наоколо хора. Освен това, стъклото частично пропуска топлинното лъчение, а може също да се разруши в резултат на интензивното топлинно излъчване. В наши дни се извършва строителство, при което цели стени на сградите са изработени от стъкло, особено що се отнася до обществените сгради. В тази връзка, въпросът за това, доколко намиращите се във вътрешността на сградите хора са напълно защитени при нива на топлинното лъчение, до 35 kW m^{-2} , е напълно основателен.

Допускането, че намиращите се във вътрешността на сградите хора са напълно защитени, ако топлинното излъчване е по-ниско от 35 kW m^{-2} , се основава на следната логика:

- Хората във вътрешността на сградите са в състояние да се прикрият зад стени за съвсем кратко време
- Хората във вътрешността на сградите не са обект на смъртоносни поражения от удари от стъклени отломки

Последното допускане е в съгласие с описанието на въздействието на свръхналягането в Раздел 5.2.4, където се посочва, че при свръхналягане под на 0,1 bar смъртоносни поражения не се очакват.

5.A.4 Въздействие на налягането

Вероятността от смърт, поради излагане на въздействието на ударна вълна (P_E) се изчислява чрез използването на три различни зони, зависещи от пиковото свръхналягане (P_{peak}). Стойностите на Фигура 5.5 са взаимствани от стойностите, посочени в максималното [IPO].

Произходът на стойността 0,025 за относителния дял на хората, които намират смъртта си “на закрито”, не са добре изяснени. В проучването “LPG-Integraal” е посочено, че: (1) около 10 % от сградите извън зоната на облака и постройките във вътрешността на съответстващия на 0,1 bar контур получават сериозни поражения и (2) приблизително едно на всеки осем лица, намиращи се в сграда със сериозни поражения, загива [TNO83]. От това се получава стойност $0,1 \times 0,125 = 0,0125$ за относителния дял на хората, които намират смъртта си “на закрито”, т.е. коефициент с два пъти по-малка стойност.

5.A.5. Население

Стойностите, касаещи присъствието на населението, са взаимствани основно от [CPR16].

В [CPR16] се дава един диапазон за относителния дял на хората, които присъстват “през деня” (0,3 – 0,7); в настоящия документ е възприета максималната стойност.

Времето “през деня” е установено, (фиксирано) между 8:00 и 18:30 средноевропейско време. Налице е съответствие с периода, възприет по отношение на метеорологичните данни.

Препоръчителният брой обитатели за елементарна жилищна единица (дом) се получава от общия брой на населението и броя на домовете в Холандия [BR97].

Присъствието на големи групи от хора може да бъде пренебрегнато, ако произведението на сумарната честота на съответните сценарии с относителния дял на времето, през което те са съсредоточени на съответното място, е по-малко от 10^{-9} за година. Този критерий е получен от представяне на кривата на риска за обществеността (честоти под 10^{-9} за година не трябва да бъдат отразявани върху кривата на колективния риск) (виж Раздел 6).

Стойностите за съответните относителни дялове на хората “на закрито” и хората “на открито”, $f_{pop\ in}$ и $f_{pop\ out}$, също са взети от [CPR16].

6. ИЗЧИСЛЯВАНЕ И ПРЕДСТАВЯНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

6.1 Въведение

Резултатите от КОР се изразяват на две нива: индивидуален риск и риск за обществеността.

- Индивидуалният риск представлява честотата на смърт на едно лице поради настъпване на събития със “загуба на херметичност”. Приема се, че потърпевшото лице е незащитено, както и че същото остава в мястото на инцидента през цялото време на експозицията, така както това е посочено в Раздел 5. Индивидуалният риск се представя върху топографска карта с помощта на контурни линии.
- Рискът за обществеността представлява честотата на възникване на аварии F, които засягат смъртоносно и едновременно N или повече лица. Приема се, че засегнатите лица разполагат с някои средства за защита, така както това е посочено в Раздел 5. Рискът за обществеността се представя с помощта на FN-крива, където N е броят на смъртните случаи, а F е кумулативната честота на аварията с N или повече смъртни случаи.

В настоящия раздел се съдържа описание на изчислителен метод за определяне на индивидуалния риск и риска за обществеността, последвано от представяне на резултатите от изчисленията.

6.2. Изчисляване на индивидуалния риск и риска за обществеността

Описани са методи за изчисляване на индивидуалния риск и риска за обществеността за токсични и запалими вещества. В Раздел 6.2.1 е дефинирана мрежата на изчисленията, Раздел 6.2.2 съдържа описание на метода за изчисляване на индивидуалния риск, а Раздел 6.2.3 – на метода за изчисляване на риска за обществеността. Охарактеризирането на събитията, съпроводени с възпламеняване, е извършено в Раздел 6.2.4. Изключително важна стъпка е изчисляването на вероятността от смърт и относителния дял на хората, за които инцидентите имат летален изход. Изчисляването на тези фактори при токсичните и лесно запалимите вещества е изяснено, съответно, в Раздел 6.2.5 и Раздел 6.2.6.

Описаната в настоящия документ изчислителна процедура е съставен елемент от редица компютърни програми. Описанието не отразява всички възможни събития; чрез него се цели по-скоро илюстриране на принципите на изчисленията. Измежду многото изчислителни методи, в настоящия документ е представен метод, който възприема, че метеорологичните данни съществуват под формата на честотни таблици, отразяващи метеорологичните класове и посоките на вятъра (виж Раздел 4). Като алтернативен подход на току що цитирания може да се работи със симулацията “Монте Карло”, която обхваща голям брой метеорологични поредици.

Забележка:

1. Вероятността от смърт и относителният дял на хората, за които инцидентите имат смъртоносен изход, се изчисляват до максимално ниво на смъртност 1 %.

6.2.1. Дефиниране на мрежата

Изчисляването на индивидуалния риск и риска за обществеността започва с дефиниране на мрежа, покриваща представляващата интерес област, или т.нар. мрежа на изчисленията. Центърът на отделната клетка от мрежата се нарича точка от мрежата, при което изчисляването на индивидуалния риск се извършва за всяка точка от мрежата поотделно. За получаване на прецизни резултати от изчисленията, размерите на клетката от мрежата трябва да бъдат достатъчно малки, т.е. такива, че големината на индивидуалния риск да не се променя съществено във вътрешността на клетката. Като ориентир, ако разстоянията на въздействието при значимите сценарии са по-малки или близки до 300 метра, размерите на клетката от мрежата не трябва да бъдат по-големи от 25 x 25 метра. При разстояния на въздействие за значимите сценарии, по-големи от 300 метра, може да се работи с размери на клетката 100 x 100 метра. Ако е уместно, може да се прибегне до комбинация, т.е. избор на малки размери за клетката при изчисленията за разстоянията до 300 метра и избор на големи размери на клетката при изчисленията за разстоянията от 300 метра нагоре.

Следващата стъпка включва определянето на броя на хората, които се намират във вътрешността на всяка клетка. Разпределението на населението се определя в съответствие с указанията, формулирани в Раздел 5. Всяко местоположение на хора (например дом или централно местоположение на група домове) се присвоява на една от клетките на мрежата и се приема, че хората са разпределени равномерно във вътрешността на съответната клетка, т.е. приема се, че във вътрешността на дадена клетка гъстотата на населението е постоянна. Трябва да се отбележи, че дадено местоположение на населението може да представлява твърде голяма група от сгради, която да обхваща няколко клетки от мрежата. В подобни случаи е препоръчително населението да се разпредели върху няколко на брой представителни клетки от мрежата.

Накрая, на всяка клетка от мрежата се присвоява определена вероятност за настъпване на възпламеняване. Всички източници на възпламеняване в клетката от мрежата се обединяват в един единствен източник на възпламеняване, условно разположен в центъра на клетката.

6.2.2 Изчисляване на индивидуалния риск

Индивидуалният риск се изчислява за всяка точка от мрежата поотделно. Процедурата за определяне на индивидуалния риск в дадена точка от мрежата е схематично показана на Фигура 6.1. Честотата на смъртните случаи на отделно

лице в точката от мрежата се изчислява по отношение на всички събития със “загуба на херметичност”, всички метеорологични класове, всички съпроводени с възпламеняване събития (само при запалимите вещества) и всички посоки на вятъра. Големината на индивидуалния риск в съответната точка от мрежата се определя чрез сумиране на честотите на всички допринасящи за фаталния изход събития.

Различните стъпки от процедурата за изчисляване на индивидуалния риск, IR, в дадена точка от мрежата са както следва:

1. Избира се събитие със “загуба на херметичността” S. Честотата на отказите за съответното събитие год⁻¹ се дава чрез f_s . Различните събития и съответстващите им честоти на отказите са описани в Раздел 2.

2. Избира се метеорологичен клас, M, с вероятност P_M (-). Различните метеорологични класове са описани в Раздел 4.10. Избира се посока на вятъра, ϕ , с условна вероятност P_ϕ (-). Условната вероятност P_ϕ е вероятността за съществуване на посоката на вятъра ϕ при съответния метеорологичен клас M. В много случаи се дава произведението $P_M \times P_\phi$, т.е. произведението, което определя вероятността от едновременното съществуване на метеорологичния клас M и посоката на вятъра ϕ .

3. В случаите на изпускане на запалими материали се избира съпроводено с възпламеняване събитие, i, с условна вероятност P_i (-). Събитията, съпроводени с възпламеняване, са описани в Раздел 6.2.4.

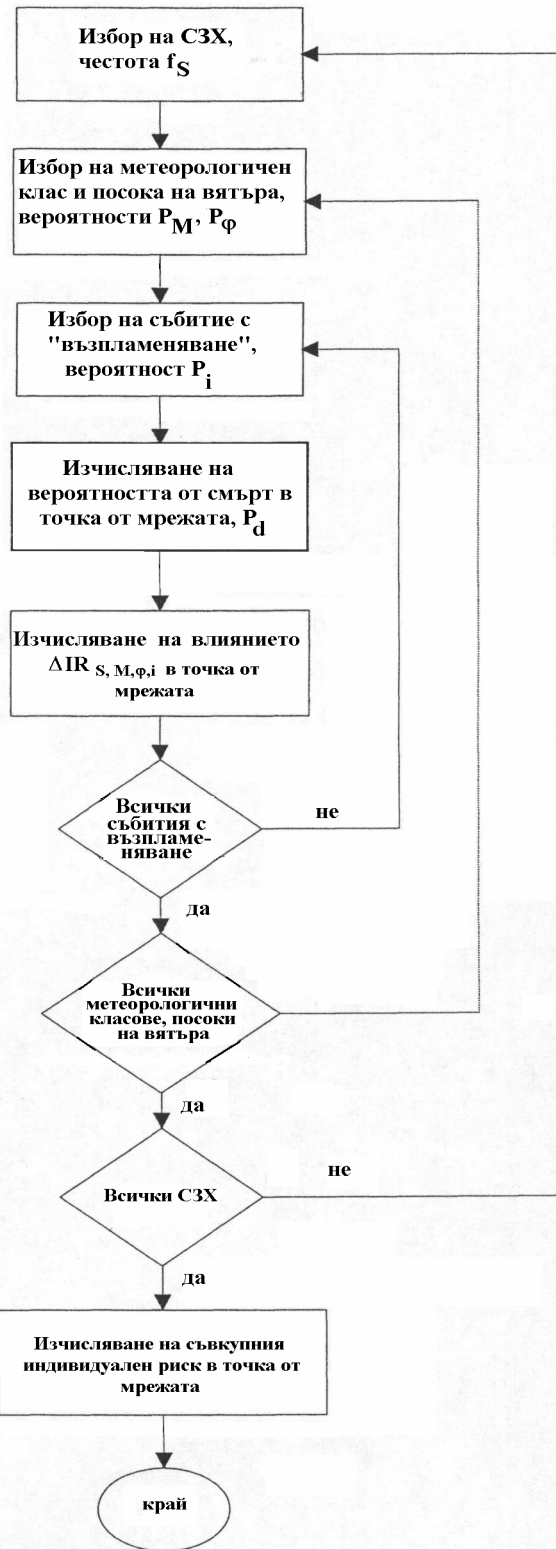
4. Изчислява се вероятността от настъпване на смърт P_d в точка от мрежата за събитието със “загуба на херметичността”, метеорологичния клас M, посоката на вятъра ϕ и съпроводеното с възпламеняване събитие i (запалими вещества). Изчисляването на P_d е изяснено в Раздел 6.2.5 (токсични вещества) и Раздел 6.2.6 (запалими вещества). Базовата височина при изчисляването на въздействието е равно на един метър.

5. Изчислява се приноса $\Delta IR_{S, M, \phi, i}$ на събитието със “загуба на херметичността”, метеорологичния клас M, посоката на вятъра ϕ и “съпроводеното с възпламеняване” събитие i към формирането на индивидуалния риск в съответната точка от мрежата:

$$\Delta IR_{S, M, \phi, i} = f_s \times P_M \times P_\phi \times P_i \times P_d \text{ (год}^{-1}\text{)}$$

6. Стъпки 3-5 от изчислителната процедура се повтарят за всички “съпроводени с възпламеняване” събития, стъпки 2-5 – за всички метеорологични класове и посоки на вятъра и стъпки 1-5 – за всички събития със “загуба на херметичност”. Сумарният индивидуален риск IR за съответната точка от мрежата се изчислява чрез формулата:

$$IR = \sum_S \sum_M \sum_\phi \sum_i \Delta IR_{S, M, \phi, i}$$



Фигура 6.1 Процедура за изчисляване на индивидуалния риск IR в точка от мрежата

6.2.3 Изчисляване на риска за обществеността

Процедурата за определяне на риска за обществеността е показана на Фигура 6.2. Изчислява се очаквания брой на смъртните случаи за всяка клетка от мрежата за дадена комбинация от събитие със “загуба на херметичност”, метеорологичен клас, посока на вятъра и “съпроводено с възпламеняване” събитие. След това се изчислява очаквания брой на смъртните случаи N за всички клетки от мрежата за всички комбинации от събития със “загуба на херметичност”, метеорологични класове, посоки на вятъра и “съпроводени с възпламеняване” събития. Накрая се определя кумулативната честота за настъпване на смърт на повече от N лица. Методът за изчисляване на риска за обществеността е показан на Фигура 6.2. Различните стъпки от процедурата за изчисляване на риска за обществеността са както следва:

1. Избират се:

- събитие със “загуба на херметичност” S с честота f_s (год⁻¹).
- метеорологичен клас M с вероятност P_M (-)
- посока на вятъра ϕ с условна вероятност P_ϕ (-)
- съпроводено с “възпламеняване” събитие i с условна вероятност P_i (-), само за запалимите вещества

Вероятността за едновременно съществуване на метеорологичен клас M и посока на вятъра ϕ се дава от произведението $P_M \times P_\phi$.

2. Избира се клетка от мрежата. Броят на хората във вътрешността на клетката е N_{cell} .

3. Изчислява се относителния дял на смъртните случаи F_d за клетката от мрежата, за комбинацията от събития със “загуба на херметичност”, метеорологичен клас M, посока на вятъра ϕ и “съпроводено с възпламеняване” събитие i. Тези изчисления са демонстрирани в Раздел 6.2.5 (токсични вещества) и Раздел 6.2.6 (запалими вещества). Базовата височина при изчисляване на въздействието е равна на един метър.

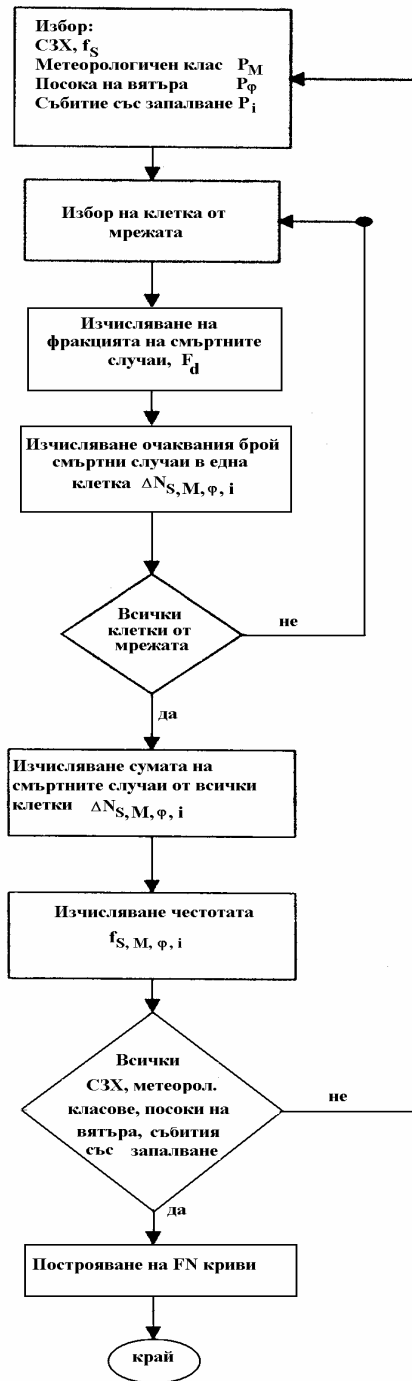
4. Изчислява се очаквания брой на смъртните случаи в клетка от мрежата $\Delta N_{S,M,\phi}$ за комбинацията от събитие със “загуба на херметичност”, метеорологичен клас M, посока на вятъра ϕ и “съпроводено с възпламеняване” събитие i.

$$\Delta N_{S, M, \phi, i} = F_d \times N_{\text{cell}}$$

Очакваният брой на смъртните случаи в клетката от мрежата може да не бъде цяло число.

5. Стъпки 2-4 от изчислителната процедура се повтарят за всички клетки от мрежата. Изчислява се приноса на всички клетки от мрежата за общия брой на смъртните случаи $N_{S,M,\phi,i}$ за комбинацията от събитие със “загуба на херметичност”, метеорологичен клас M, посока на вятъра ϕ и “съпроводено с възпламеняване” събитие i.:

$$N_{S, M, \varphi, i} = \sum_{\text{all grid cells}} \Delta N_{S, M, \varphi, i}$$



Фигура 6.2 Процедура за изчисляване на риска за обществеността

6. Изчислява се честотата $f_{S, M, \varphi, i}$ за комбинацията от събитие със “загуба на херметичност”, метеорологичен клас M , посока на вятъра φ и “съпроводено с възпламеняване” събитие i .

$$f_{S, M, \varphi, i} = f_S \times P_M \times P_\varphi \times P_i$$

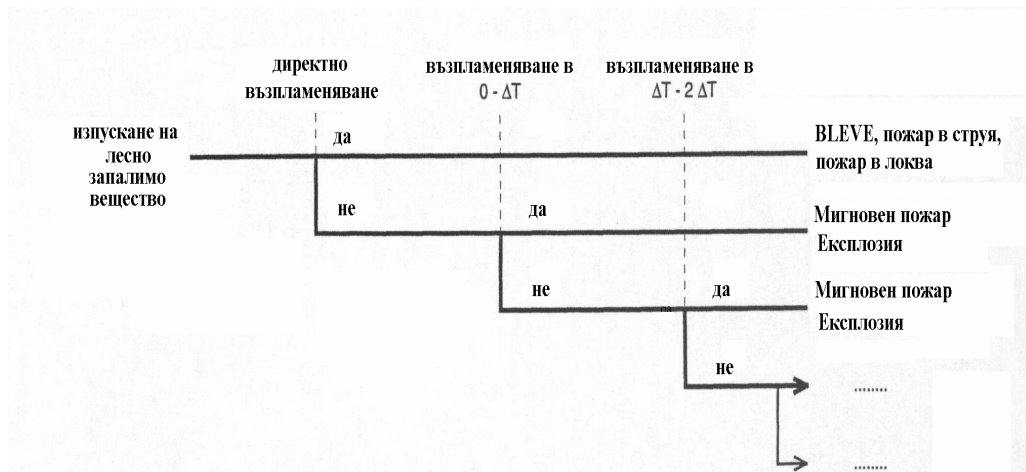
7. Стъпки 1-6 от изчислителната процедура се повтарят за всички комбинации от събития със “загуба на херметичност”, метеорологични класове, посоки на вятъра и “съпроводени с възпламеняване” събития. Изчертава се FN-кривата чрез събиране на всички честоти $f_{S, M, \varphi, i}$, за които $N_{S, M, \varphi, i}$ е по-голямо или равно на N :

$$F_N = \sum_{S, M, \varphi, i} f_{S, M, \varphi, i} \text{ при } N_{S, M, \varphi, i} \geq N$$

6.2.4. Дефиниране на “съпроводените с възпламеняване” събития за запалими вещества

Изпускането на запалими вещества може да предизвика различни събития в зависимост от това дали възниква директно или забавено запалване. Ситуацията е описана на Фигура 6.3. Възможните събития в резултат на директно и забавено възпламеняване са охарактеризирани чрез “дървото на събитията” за интервали от време $0 - \Delta T$, $\Delta T - 2\Delta T$ и т.н.; ΔT е елементарният интервал от време, използван за целите на изчисленията. Възможните събития от “дървото на събитията” са:

- BLEVE
- Факелно горене (пожар в струя) и пожар в локва.
- Мигновен пожар
- Експлозия



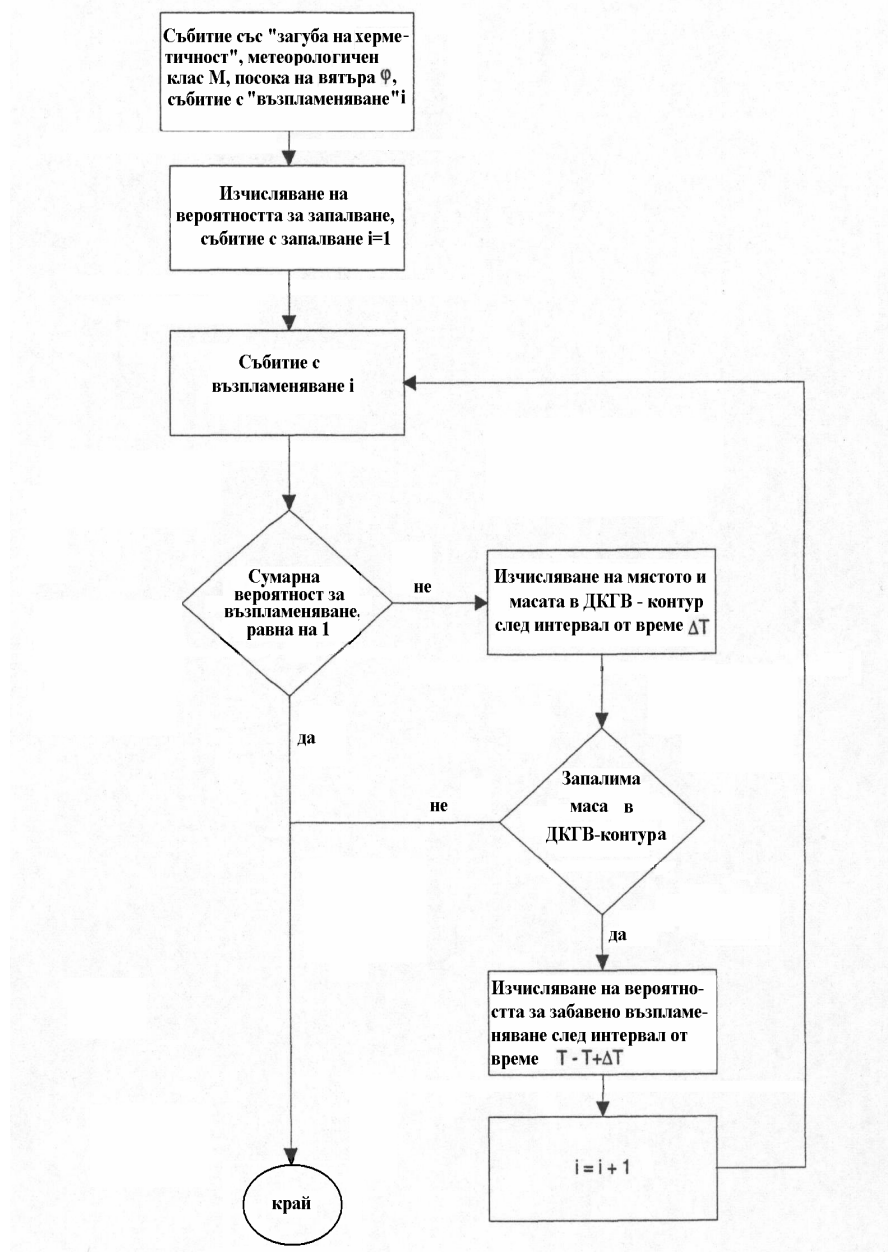
Фигура 6.3 “Дърво на събитията”(при изпускане на запалими вещества, и при действителни източници на възпламеняване)

В зависимост от начина, по който се извършва забавеното възпламеняване могат да се използват два различни изчислителни метода за предвиждане на различни събития на запалване i и тяхната условна вероятност P_i (виж раздел 4). В раздел

6.4.2.1 е описан използващия реални източници на възпламеняване изчислителен метод А. Този метод се прилага за определяне на риска за обществеността и в специални случаи на Индивидуален риск В раздел 6.2.4.2 е описан изчислителен метод В, изчисляване в “свободно поле”. Този метод се прилага за определяне на индивидуалния риск.

6.2.4.1 Изчисляване с реални източници на възпламеняване (метод А)

На фиг.6.4 е скициран използващ реални източници на запалване метод за изчисляване на съпроводени с възпламеняване събития i и тяхната условна вероятност P_i , при събитие, свързано със “загуба на херметичност” S , метеорологичен клас M и посока на вятъра Φ .



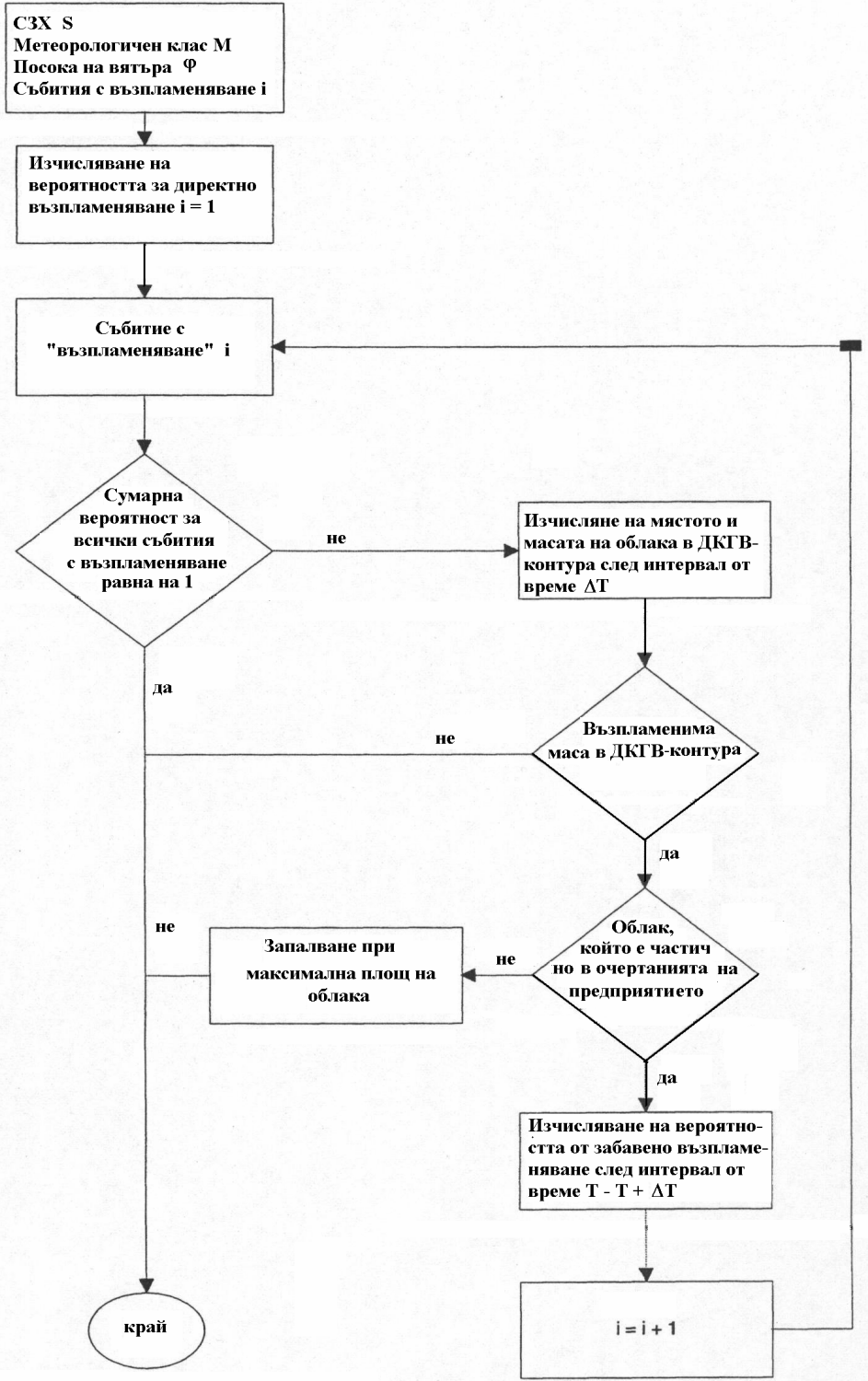
Фигура 6.4 Изчисляване на “съпроводените с възпламеняване” събития i и на условната вероятност за изпускане на лесно запалими вещества с помощта на реално съществуващи източници на възпламеняване.

Следва описание на основните стъпки:

1. Подбира се събитие със “загуба на херметичността”, метеорологичен клас M и посока на вятъра φ .
2. Изчислява се вероятността за директно възпламеняване. Това дефинира първото “съпроводено с възпламеняване” събитие, а именно “директното възпламеняване”
3. Ако вероятността за директно възпламеняване не е равна на единица, се изчисляват характеристиките на облака след изтичане на елементарния интервал от време ΔT .
4. Ако във вътрешността на ДКГВ-очертанието (има запалима маса, се определя вероятността от забавено възпламеняване за интервала от време ΔT . При наличие на запалим облак тази вероятност е равна на $(1 - \text{вероятността за директно възпламеняване})$, умножено с вероятността за забавено възпламеняване. Това дефинира второто “съпроводено с възпламеняване” събитие, а именно “забавеното възпламеняване” в интервала от време $0 - \Delta T$.
5. Изчислява се сумарната вероятност за всички дефинирани “съпроводени с възпламеняване” събития.
6. Стъпки 3-5 се повтарят, докато сумарната вероятност за всички дефинирани “съпроводени с възпламеняване” събития е по-малка от единица и докато във ДКГВ-очертанието все още има запалима маса.

6.2.4.2. Изчисляване със “свободно поле” (метод Б)

При тези изчисления се работи само с реално съществуващи източници на запалване, разположени на територията на предприятието. Ако възпламеняването не настъпва на територията на предприятието, такова нарастване настъпва при максималното нарастване на облака, дефинирано като максимална площ на проекцията (отпечатъка) на ДКГВ-очертанието на облака върху земната повърхност (виж Раздел 4). На фиг.6.5 е скициран методът със “свободното поле” за изчисляване на събитията на възпламеняване I , тяхната условна вероятност P_i при дадено събитие със “загуба на херметичност” S , метеорологичен клас M и посока на вятъра φ . Методът със “свободно поле” за предвиждане на “съпроводените с възпламеняване” събития i и изчисляване на тяхната условна вероятност P_i при дадено събитие със “загуба на херметичност” S , метеорологичен клас M и посока на вятъра φ е показан на Фигура 6.5.



Фигура 6.5 Изчисляване на вероятността на “събитията с възпламеняване” i и на условната вероятност за изпускане на лесно запалими вещества по метода на “свободното поле”

Следва описание на основните стъпки:

1. Избира се събитие със “загуба на херметичност” S , метеорологичен клас M и посока на вятъра ϕ .
2. Изчислява се вероятността за директно възпламеняване. Това дефинира първото “съпроводено с възпламеняване” събитие, а именно “директното възпламеняване”
3. Ако вероятността за директно възпламеняване не е равна на единица, се изчисляват характеристиките на облака след изтичане на елементарния интервал от време ΔT .
4. Ако във вътрешността на ДКГВ-очертанието има запалима маса, се определя вероятността от забавено възпламеняване за интервала от време ΔT с включване в разглеждането само на източниците на възпламеняване на територията на предприятието. Тази вероятност е равна на $(1 - \text{вероятността за директно възпламеняване})$, умножено с вероятността за забавено възпламеняване при наличие на запалимия облак. Това определя второто “съпроводено с възпламеняване” събитие, а именно “забавеното възпламеняване в интервала от време $0 - \Delta T$ ”.
5. Изчислява се сумарната вероятност за всички дефинирани “съпроводени с възпламеняване” събития.
6. Стъпки 3-5 се повтарят докато сумарната вероятност за всички дефинирани “съпроводени с възпламеняване” събития е по-малка от единица, докато във ДКГВ-очертанието все още има запалима маса и докато ДКГВ-очертанието на облака все още покрива част от територията на предприятието.
7. Ако (1) ДКГВ-очертанието на облака се намира извън границите на предприятието, (2) сумарната вероятност на всички “съпроводени с възпламеняване” събития е по-малка от единица и (3) в ДКГВ-очертанието има запалима маса, се дефинира допълнително “съпроводено с възпламеняване” събитие с вероятност $(1 - \text{сумираната вероятност на всички “съпроводени с възпламеняване” събития})$. Възпламеняването настъпва при максималното нарастване на облака, дефинирано като максимална проекция (отпечатъка) на ДКГВ-очертанието на облака върху земната повърхност. Положението на облака и запалимата маса във вътрешността на облака се определят итеративно.

6.2.5. Вероятност от смърт P_d и относителен дял на смъртните случаи F_d при изпускане на токсични вещества

Изключително важна стъпка от процедурата за определяне на индивидуалния риск и риска за обществеността е изчисляването на вероятността от смърт P_d в дадена точка от мрежата и относителния дял на смъртните случаи във вътрешността на съответната клетка F_d за дадено събитие със “загуба на херметичност”, метеорологичен клас и посока на вятъра (виж Фигура 6.1 и Фигура 6.2). В настоящия раздел е разгледана процедурата за изчисляване на тези фактори за случаите на изпускане на токсични вещества. Приема се, че токсичните облаци са ограничени в своята ширина и покриват само един от секторите на възможните посоки на вятъра. Ситуацията, при която облакът покрива голям брой сектори, е

описана в Раздел 6.2.6, където се съдържа описание на изчислителната процедура за случая на изпускане на лесно запалими вещества.

На Фигура 6.6 е показан метода за изчисляване на вероятността от смърт P_d в дадена точка от мрежата и относителния дял на смъртните случаи във вътрешността на съответната клетка F_d за дадено събитие със “загуба на херметичност” S , метеорологичен клас M и посока на вятъра ϕ . Главната особеност се изразява в това, че токсичният облак, съответстващ на разглежданата точка от мрежата, е заменен с ефективен облак, по отношение на който се възприема равномерно разпределение на вероятността от причиняване на смърт. Вероятността от смърт P_d в точката от мрежата се изчислява чрез умножаване на вероятността от смърт във вътрешността на (ефективния) облак по вероятността, че точката от мрежата да се намира във вътрешността на (ефективния) облак. Следва описание на основните стъпки:

1. Изчислява се разстоянието R между точката от мрежата и източника.
2. Изчислява се концентрацията $C(R, t)$ върху централната линия на височина $h = 1$ метър за всички стойности на времето t съгласно методите, описани в Раздел 4.
3. В съответствие със зависимостите, описани в Раздел 5.2.2, се изчислява вероятността от смърт $P_c(R)$ и относителния дял на смъртните случаи $F_{cl}(R)$ за точка, разположена върху централната линия на факела на разстояние R и базова височина $h = 1$ метър.

Относителният дял на смъртните случаи $F_{cl}(R)$ се изчислява като сума от относителния дял на смъртните случаи “на закрито”, $F_{E in}$, умножен с относителния дял на хората, намиращи се “на закрито”, $f_{pop in}$, и относителния дял на смъртните случаи “на открито”, $F_{E out}$, умножен с относителния дял на хората, намиращи се “на открито”, $f_{pop out}$:

$$F_{cl} = F_{E in} \times f_{pop in} + F_{E out} \times f_{pop out}$$

4. Вероятността от смърт намалява с отдалечаването от централната линия на факела. Вероятността от смърт $P(R, y)$ се изчислява като функция на разстоянието y до централната линия.
5. Изчислява се ефективната ширина на облака, ECW , на разстояние R .

В този момент, токсичният облак на разстояние R се заменя с ефективен облак - еднороден облак, който се характеризира с постоянна вероятност от смърт, равна на вероятността от смърт върху централната линия на токсичния облак. Ширината на ефективния облак се определя по правилото, съгласно което броят на смъртните случаи в зоната на токсичния облак е равен на броя на смъртните случаи в зоната на ефективния облак. Ширината на ефективния облак може да се изчисли с помощта на интеграла на вероятността. Интегралът на вероятността, $PI(R)$, се дефинира като интеграл на вероятността от смърт по оста, перпендикулярна на централната ос на факела:

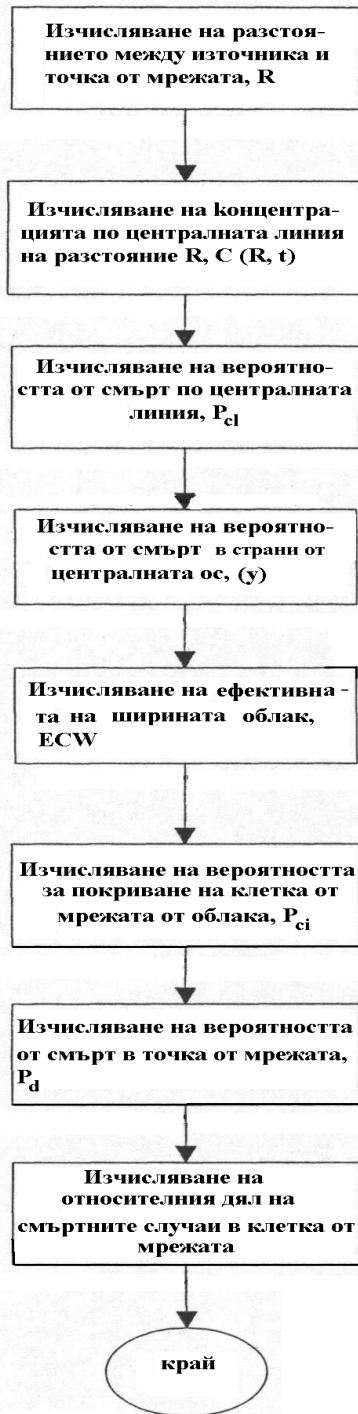
$$PI(R) = \int_{-\infty}^{\infty} P(R, y) dy, \quad (m)$$

където:

y е разстоянието до централната линия на факела

$P(R, y)$ е вероятността от смърт в точката (R, y) .

При цифрово изчисляване, за граници на интеграла може да се вземе разстоянието, съответстващо на 1 % смъртност.



Фигура 6.6 Изчисляване на вероятността от смърт P_d и относителния дял на смъртните случаи в точка от мрежата F_d при изпускане на токсични вещества.

Ширината на ефективния облак, ECW, се дефинира като:

$$ECW (R) = PI (R) / P_{ci} (R) \quad (m)$$

6. Изчислява се вероятността P_{ci} , така че точката от мрежата да бъде покрита от ефективния облак. На първо приближение, вероятността точката от мрежата да бъде покрита от ефективния облак се дава от:

$$P_{ci} (R) = n_{ws} \times ECW (R) / 2 \times \pi \times R$$

ако точката от мрежата се намира в сектора на вятъра и $P_{ci}(P) = 0$, ако точката от мрежата не е разположена в сектора на вятъра. Параметърът n_{ws} е равен на броя на секторите на вятъра.

Приложимостта на това уравнение е предмет на разглеждане в Приложение 6.А.

7. Изчислява се вероятността от смърт в точка от мрежата, P_d :

$$P_d = P_{ci} \times P_{ci}$$

8. Изчислява се относителния дял на смъртните случаи във вътрешността на клетката от мрежата:

$$F_d = F_{ci} \times P_{ci}$$

В Приложение 6.Б е даден пример за такова изчисляване.

6.2.6. Вероятност от смърт P_d и относителен дял на смъртните случаи F_d при изпускане на запалими вещества

В този раздел е описана процедурата за изчисляване на вероятността от смърт в точка от мрежата, P_d , и относителния дял на смъртните случаи в клетка от мрежата, F_d , за дадено събитие със “загуба на херметичност” S, метеорологичен клас M, посока на вятъра ϕ и “съпроводено с възпламеняване” събитие i при изпускане на запалими вещества.

Допуска се, че поразеният участък е с големи размери и покрива най-малко няколко сектора на вятъра. При такова допускане, евентуалният пожар в локва, мигновен пожар, или експлозия биха били разположени по централната линия на сектора на вятъра. Условието, че поразеният участък покрива няколко сектора на вятъра, е в общи линии приложимо в случаите, когато облакът се възпламенява в близост до източника. Случаят, в който размерите на поразения участък са малки

в сравнение с границите на сектора на вятъра, е описан в Раздел 6.2.5, където се съдържа изчислителната процедура за изпускане на токсични вещества.

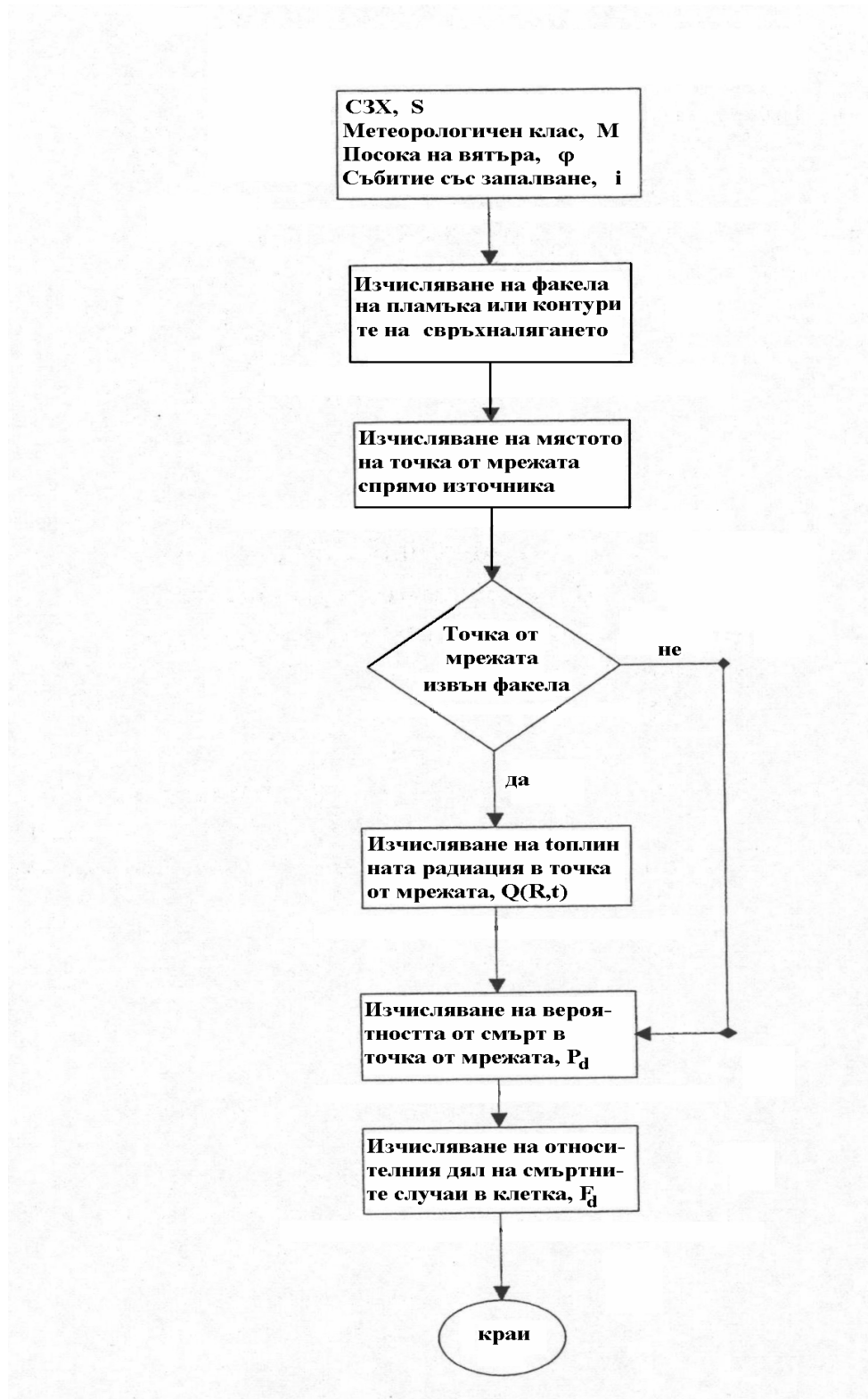
Стъпките от изчислителната процедура са описани на Фигура 6.7:

1. Изчислява се факела на пламъка в случай на пожар и контурите на свръхналягането 0,3 и 0,1 bar в случай на експлозия на парния облак.
2. Изчисляват се местоположението на точката от решетката по отношение на факела на пламъка, контурите на свръхналягането и източника на топлинното излъчване.
3. Изчислява се топлинното излъчване $Q(x,y,t)$ в точката от мрежата, ако точката от мрежата се намира извън факела на пламъка в случаите на BLEVE и пожари в локва. Изчислителният метод е описан в Жълтата книга.
4. Изчислява се вероятността от смърт в точката от мрежата, P_d , съгласно описаните в Раздел 5 методи.
5. Изчислява се относителния дял на смъртните случаи във вътрешността на клетката от мрежата, F_d , съгласно описаните в Раздел 5 методи. Относителният дял на смъртните случаи F_d се изчислява като сума от относителния дял на смъртните случаи “на закрито”, $F_{E in}$, умножен с относителния дял на хората, намиращи се “на закрито”, $f_{pop in}$, и относителния дял на смъртните случаи “на открито”, $F_{E out}$, умножен с относителния дял на хората, намиращи се “на открито”, $f_{pop out}$.

$$F_d = F_{E in} \times f_{pop in} + F_{E out} \times f_{pop out}$$

Забележка:

1. В случай на мигновен пожар, вероятността от смърт се променя рязко между единица и нула. За постигане на по-плавен преход по отношение както на индивидуалния риск, така и на риска за обществеността, се препоръчва P_d и F_d да се приемат за равни на частта от клетката на мрежата, покрита от факела на пламъка от мигновен пожар, ако клетката от мрежата се намира частично в него. Същата процедура може да се приложи по отношение на контурите на свръхналягането 0,3 и 0,1 в случай на експлозия на парен облак.



Фигура 6.7 Изчисляване на вероятността от смърт P_d и относителния дял на смъртните случаи в точка от мрежата F_d при изпускане на запалими вещества.

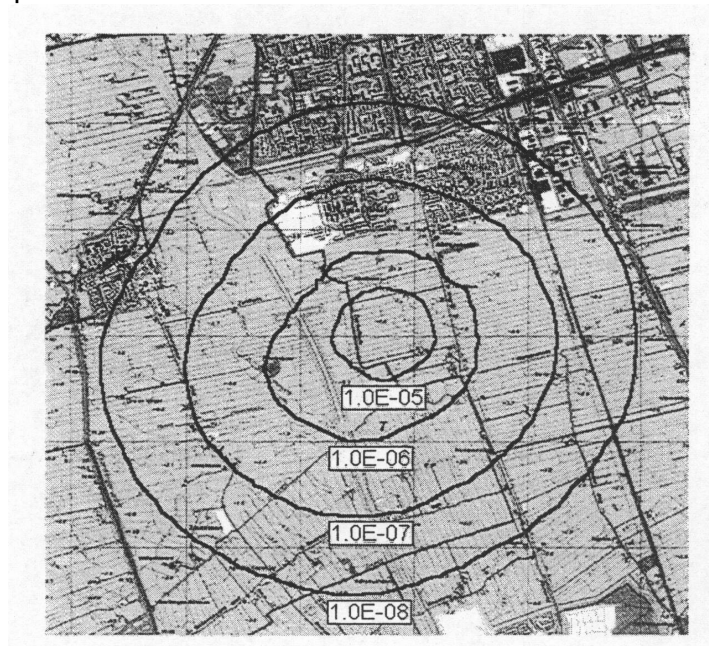
6.3. Представяне на резултатите

Резултатите от КОР се изразяват под формата на индивидуален риск и риск за обществеността, представянето на които трябва да се извърши по-добре разбираем начин.

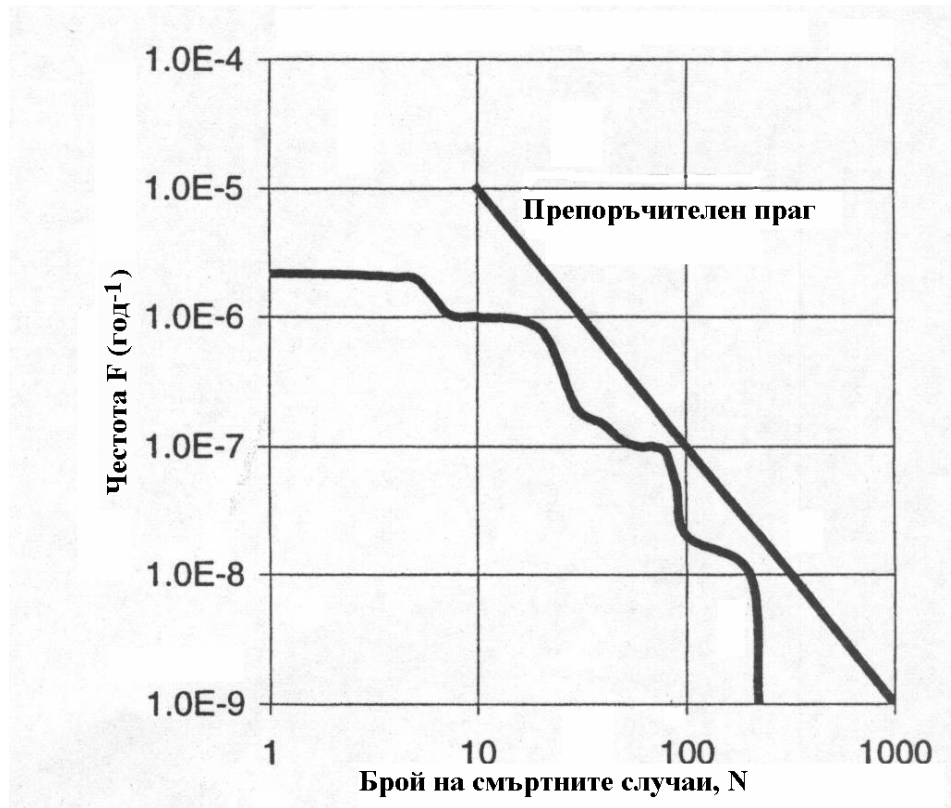
- Индивидуалният риск се представя с помощта на контурни линии върху обикновена топографска карта. Изобразяват се (ако такива съществуват) контурите на индивидуалния риск, съответстващи на честотите 10^{-4} , 10^{-5} ,
- 10^{-6} , 10^{-7} и 10^{-8} за година. Мащабът на топографската карта трябва да бъде подбран съобразно изобразяваните контури на риска. Препоръчва се да се работи с един от стандартните мащаби, т.е. 1 : 10 000, 1 : 25 000, 1 : 50 000 или 1 : 250 000. На Фигура 6.8 е показано примерно изобразяване на риска.
- Рискът за обществеността се изобразява чрез FN-крива.
 - По оста x на FN-графиката се нанася броя на смъртните случаи N. Броят на смъртните случаи се отчита върху логаритмична скала, като минималната стойност трябва да отговаря на 1.
 - По оста y на FN-графиката се нанася кумулативната честота на аварияте при брой на смъртните случаи, равен на N или повече. Кумулативната честота се отчита върху логаритмична скала, като минималната стойност трябва да отговаря на 10^{-9} год.⁻¹.

Примерно изобразяване е показано на Фигура 6.9.

Наред с индивидуалния риск и риска за обществеността могат да бъдат представени други резултати, които ще изчислят и оценят и риска. От полза е представянето на данни за вероятността от смърт по протежението на централната линия, P_{cl} , като функция на разстоянието x за критичните събития със "загуба на херметичност".



Фигура 6.8 Изобразяване на контурите на индивидуалния риск. Показани са контурите на индивидуалния риск за въображаем завод, съответстващи на честотите 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} и 10^{-8} год⁻¹



Фигура 6.9. Изобразяване на кривата на риска за обществеността. Показани са FN-кривата за въображаем завод и препоръчителната гранична стойност за предприятията ($F < 10^{-3} \times N^2 \text{ год.}^{-1}$ за $N \geq 10$).

Приложение 6.А Вероятност за покриване на точка от мрежата от облака, P_{ci}

При изчисленията за вероятността от смърт, P_d , по отношение на съставените от токсични пари облаци се работи с вероятността за покриване на точка от мрежата от (ефективния) облак, P_{ci} . На първо приближение, P_{ci} се изразява чрез формулата:

$$P_{ci}(R) = \frac{n_{ws} \times ECW(R)}{2 \times \pi \times R}, \quad (6.A.1)$$

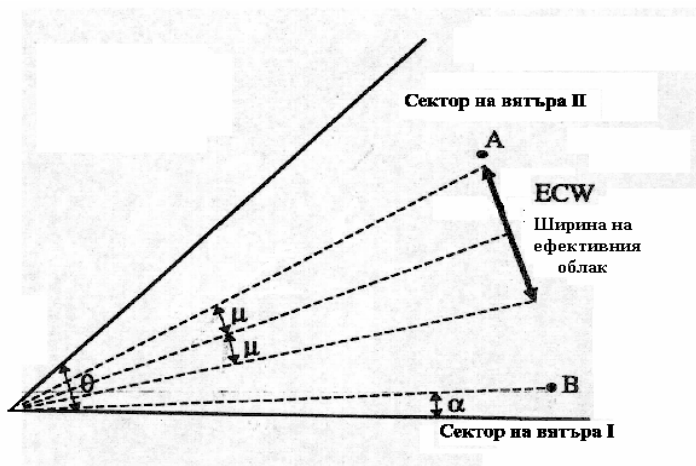
когато точката от мрежата е разположена в сектора на вятъра, и $P_{ci}(R) = 0$, когато точката от мрежата е разположена извън сектора на вятъра.

Валидността на това приближение е предмет на разглеждане в настоящото приложение.

Произхода на това уравнение може да бъде показан на Фигура 6.А.1, където за точка А от мрежата е в сила следната зависимост:

$$P_{ci} = \frac{2 \times \mu}{\theta} = \frac{2 \times \pi \times [ECW(R) / (2 \times \pi \times R)]}{2 \times \pi / n_{ws}} = \frac{n_{ws} \times ECW(R)}{2 \times \pi \times R} \quad (6.A.2)$$

Уравнението е в сила единствено за точки от мрежата, разположени в центъра на сектора на вятъра, и при малки ширини на облака. Независимо от това, ако вероятността за посоката на вятъра P_ϕ не се променя съществено в съседни сектори на вятъра, уравнението ще бъде приложимо и за точките от мрежата, разположени близо до границата на сектора на вятъра, и при големи ширини на облака.



Фигура 6.А.1 Изчисляване на вероятността, P_{ci} , за покриване на точка от мрежата от облака.

Ако точка от мрежата е разположена близо до границата на сектора на вятъра, трябва да се прибегне до съчетаване на два сектора на вятъра. Така например, за показаната на Фигура 6.А.1 точка от мрежата В, при $\alpha < \mu$, приносът на сектора на вятъра II е пропорционален на:

$$P_{c,i,II} (R) = \frac{n_{ws} \times ECW(R)}{2 \times \pi \times R} \frac{\alpha + \mu}{2 \times \mu}, \quad (6.A.3)$$

а приносът на сектора на вятъра I е пропорционален на:

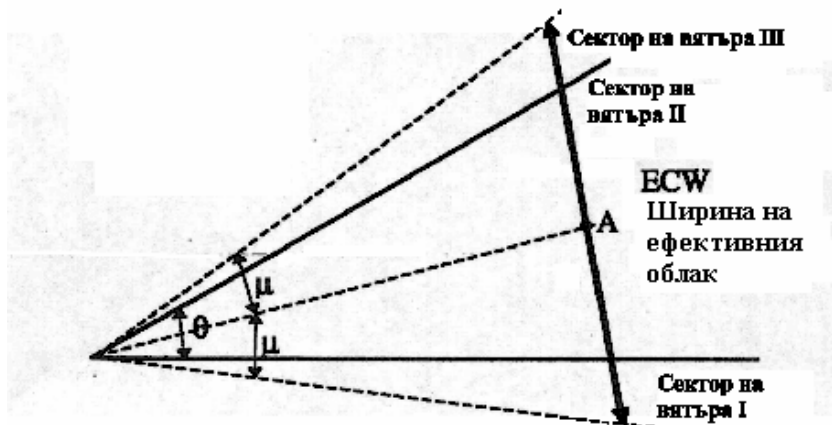
$$P_{c,i,I} (R) = \frac{n_{ws} \times ECW(R)}{2 \times \pi \times R} \frac{\mu - \pi}{2 \times \mu} \quad (6.A.4)$$

Ако условната вероятност, P_ϕ , не се различава съществено за два сектора на вятъра, т.е. ако $P_I = P_{II}$, сумата от приносите на двата сектора на вятъра е равна на:

$$\begin{aligned} \Delta I R_{S,M,I} + \Delta I R_{S,M,II} &= f_S \times P_M \times P_{cl} \times (P_I \times P_{c,i,I} + P_{II} \times P_{c,i,II}) = \\ &= f_S \times P_M \times P_{cl} \times P_I \times (P_{c,i,I} + P_{c,i,II}) = f_S \times P_M \times P_{cl} \times P_I \times P_{ci} \quad (6.A.5) \end{aligned}$$

Оттук следва, че извършеното апроксимиране остава в сила и близо до границата на сектора на вятъра при условие, че условната вероятност, P_ϕ , не е съществено различна при два съседни сектора на вятъра.

В случаите, когато ширината на ефективния облак ECW е по-голяма от широчината на сектора, $(2 \times \pi \times R) / n_{ws}$, вероятността точка от мрежата да бъде покрита от облака, P_{ci} , ще бъде по-голяма от единица. Това, разбира се, не е коректна стойност за изразяване на вероятност. Независимо от това, може да се докаже, че формулата остава в сила в случаите, когато условната вероятност, P_ϕ , не се различава съществено при два съседни сектора на вятъра. На Фигура 6.A.2 е илюстриран опростен случай, в който се извършва изчисляване на приноса на секторите на вятъра I, II и III към нарастването на риска.



Фигура 6.A.2 Изчисляване на вероятността P_{ci} , че точка от мрежата е покрита от облака при големи стойности на ECW .

Приносът на секторите на вятъра I и III към индивидуалния риск в точка A от мрежата е пропорционален на:

$$P_{c,i,I}(R) = P_{c,i,III}(R) = \frac{\mu - 0,5 \times \theta}{\theta}, \quad (A1.1)$$

а приносът на сектора на вятъра II е пропорционален на:

$$P_{c,i,II}(R) = 1$$

Ако условната вероятност, P_φ , не се различава съществено за два сектора на вятъра, т.е. ако $P_I \approx P_{II} \approx P_{III}$, сумата от приносите на трите сектора на вятъра е равна на:

$$\begin{aligned} \Delta R_{I,S,M,I} + \Delta R_{I,S,M,II} + \Delta R_{I,S,M,III} &= f_S \times P_M \times P_{ci} \times (P_I \times P_{ci,I} + P_{II} \times P_{ci,II} + \\ &+ P_{III} \times P_{ci,III}) = f_S \times P_M \times P_{ci} \times P_I (P_{ci,I} + P_{ci,II} + P_{ci,III}) = f_S \times P_M \times P_{ci} \times P_I \times P_{ci} \end{aligned}$$

Може да се демонстрира, че апроксимирането е валидно и ако ширината на ефективния облак, ECW, е по-голяма от ширината на сектора $(2 \times \pi \times R) / n_{ws}$ при условие, че условната вероятност P_φ не се различава съществено за два съседни сектора на вятъра.

Трябва да отбележим, че същият извод е в сила по отношение на изчисленията за риска за обществеността, ако разпределението на населението не се променя съществено при промяна на посоката на вятъра.

В случаите, когато вероятността за посоката на вятъра P_φ или за разпределение на населението се променят съществено при преминаване от даден сектор на вятъра към съседния сектор, приносът на облаците в съседните сектори на вятъра трябва да се отчита изрично в съответствие с тук изложения метод.

Приложение 6.Б. Пример за изчисляване на индивидуалния риск в точка от мрежата

В първите моменти след скъсване на тръбопровод настъпва изтичане на въглероден оксид (CO) със скорост 100 kg/s. Честотата на скъсване на тръбопровода е 5×10^{-7} за година. Изпускането става на височина над земната повърхност 1 m при $z_0 = 0,1$ m. Трябва да се изчисли приноса на разхерметизирането с посочените параметри към индивидуалния риск в точка от мрежата с координати (200, 300) като се използват метеорологични данни от станцията в Ротердам.

Изчисленията се извършват само за метеорологичен клас D $5,0 \text{ m s}^{-1}$.

1. Избраният вид разхерметизиране се изразява в скъсване на тръбопровод, което има за резултат продължително освобождаване на CO със скорост 100 kg/s. Честотата на събитието "скъсване на тръбопровода" е $f_S = 5 \times 10^{-7}$ за година.

2. Избраният метеорологичен клас е D $5,0 \text{ m s}^{-1}$.

3. Съответният сектор на вятъра е $196^\circ - 225^\circ$. Вероятността на проявяване на комбинацията от метеорологичен клас D $5,0 \text{ m s}^{-1}$ и посочения сектор на вятъра е 0.0376 за времето "през деня" и 0.0362 за времето "през нощта" (виж Приложение 4.В). Дневното и нощното време съответстват на 0.44 и 0.56 от продължителността на денонощието. Вероятността за метеорологичния клас $P_M \times P_\phi$ е следователно равна на $0,44 \times 0,0376 + 0,56 \times 0,0362 = 0,0368$.

4. Изчисляване на вероятността от смърт P_d за точката с координати (100, 200):

4.1. Разстоянието между точката от мрежата с координати (200, 300) и източника с координати (0, 0) е 361 метра.

4.2. Концентрацията по централната ос се изчислява с помощта на основния израз от модела на Гаус за факел в условия на непрекъснато изпускане.

$$C_{(x,y,z)} = \frac{q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left[\exp\left(-\frac{(h-z)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(h+z)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right] \quad (6.Б.1)$$

При изчислението се получава следния резултат:

$$C (x = 361 \text{ m}, y = 0 \text{ m}, z = 1 \text{ m}) = 21,3 \text{ g m}^{-3}$$

4.3. Константите на токсичност при CO са съответно $a = -7,4$, $b = 1$ и $n = 1$, ако концентрацията C е представена в mg m^{-3} , а времето на експозицията t в минути. При концентрация по централната ос $C = 21 \text{ 300 mg m}^{-3}$ и максимално време на експозиция $t = 30 \text{ min}$ пробит стойността $P_r = 5,97$. Вероятността от смърт за точките от централната линия на факела, $P_{cl} = 0.835$, съответства на поместеното в Таблица 5.1.

4.4 Концентрацията извън оста на факела се определя от:

$$C_{(x=361,y,z=1)} = 21\,300 \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right), \quad \text{mg m}^{-3} \quad (6.Б.2)$$

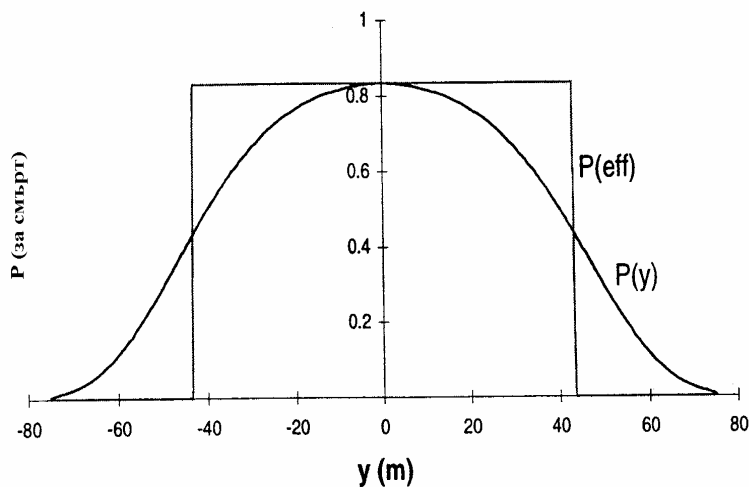
Вероятността от смърт $P(y)$ се получава от концентрацията C ($x = 361$ m, y , $z = 1$ m), времето на експозиция $t = 30$ min и пробит функцията за CO .

5. PI се получава от:

$$PI = \int_{-\infty}^{\infty} P(y) dy \quad (6.Б.3)$$

На Фигура 6.Б.1 е показана функцията $P(y)$ и ширината на ефективния облак. При изчисленията, границите на интеграла се заменят с разстоянието, съответстващо на смъртност 1%. При директно изчисляване се получава $PI = 72$ m. Ширината на ефективния облак, ECW , се изчислява с помощта на следното уравнение:

$$ECW = \frac{PI}{P_{ci}} = \frac{72\text{m}}{0,835} = 86,2\text{m}$$



Фигура 6.Б.1 Вероятността от смърт $P(y)$ като функция от разстоянието по напречното на вятъра направление, y , и ширината на ефективния облак.

5.1. Вероятността точка от мрежата с координати (200, 300) да бъде покрита от факела, P_{ci} , се получава от:

$$P_{ci} = \frac{n_{ws} \times ECW}{1 \times \pi \times R} = \frac{12 \times 86,2\text{m}}{2 \times \pi \times 361\text{m}} = 0,456$$

5.2. Вероятността от смърт в точката от мрежата, P_d , е равна на:

$$P_d = P_{cl} \times P_{ci} = 0,381$$

6. Приносът към индивидуалния риск, $\Delta IR_{\text{pipe rupture, M, } \varphi}$, на събитието със “загуба на херметичност” “скъсване на тръбопровод” при метеорологичен клас D 5,0 $m s^{-1}$ и посока на вятъра в сектора $196^\circ - 225^\circ$ в точката от мрежата с координати (200, 300), следователно, е:

$$\Delta IR_{\text{pipe rupture, M, } \varphi} = f_{\text{pipe rupture}} \times P_M \times P_\varphi \times P_d = 7,0 \times 10^{-9}, \quad \text{год}^{-1}$$

7. Съвкупният принос към индивидуалния риск, $\Delta IR_{\text{pipe rupture}}$, на събитие със “загуба на херметичност” “скъсване на тръбопровод” в точката от решетката с координати (200, 300) е равен на сумата от стойностите, получени при комбиниране на всичките (12) посоки на вятъра и всичките (6) метеорологични класа.

$$\Delta IR_{\text{pipe rupture, M, } \varphi} = \sum_m \sum_\varphi \Delta IR_{\text{pipe rupture, M, } \varphi}$$

Приносът на останалите посоки на вятъра е нула. Приносът на останалите метеорологични класове може да се изчисли по подобен начин.

Изчисляване на концентрацията при неутрално разсейване

Концентрацията по централната ос се изчислява с помощта на основните изрази от модела на Гаус за факел в условия на продължително изпускане (уравнения 4.51, 4.53а и 4.57а от [CPR14E] при допускане за пълно отразяване от земната повърхност).

$$C_{(x,y,z)} = \frac{q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left[\exp\left(-\frac{(h-z)^2}{2\sigma_z^2}\right) - \exp\left(-\frac{(h+z)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right]$$

Параметрите са:

x - координатата по оста на факела, равна на 361 m

y - координатата по оста, перпендикулярна на оста на факела. Тъй като концентрацията се отчита по оста на факела, $y = 0$.

z - височината, за която се изчислява концентрацията, равна на 1 метър

q - интензивността на изпускането, равна на 100 kg s^{-1}

h - височината на изпускането, равна на 1 метър

u - скоростта на вятъра. Тъй като височината на изпускането е $<$ от 10m а, скоростта на факела е равна на скоростта на вятъра на височина 10 m, т.е. 5 m s^{-1} .

Дисперсионните коефициенти, σ_y и σ_z , се изчисляват с помощта на u^* , при което се получават следните резултати:

$1/L = 0 \text{ m}^{-1}$ (Таблица 4.1, стабилност: неутрална)
 $u^* = 0,434 \text{ m s}^{-1}$ (Уравнение 4.31 при $z = 10 \text{ m}$, $z_0 = 0,1 \text{ m}$ и $u_a = 5 \text{ m s}^{-1}$)
 $h_i = 500 \text{ m}$ (Таблица 4.7 при $0,2 \times u^* / f \approx 770 \text{ m}$)
 $h = 1 \text{ m}$ (височината на изпускането)
 $\sigma_v = 0.823 \text{ m s}^{-1}$ (Уравнение 4.49)
 $\sigma_y (1 \text{ h}) = 41,2 \text{ m}$ (Уравнение 4.54, средно времетраене 1 час, при $t_i = 300 \text{ s}$,
 $u_a = 5 \text{ m s}^{-1}$ и $x = 361 \text{ m}$)
 $\sigma_y (10 \text{ m}) = 2,8 \text{ m}$ (Уравнение 4.55 при средно времетраене 10 минути. Стойността
е по-голяма от минималната стойност, посочена в Уравнение 4.56)
 $\sigma_z = 1,3 \text{ m}$ (Уравнение 4.58a)
След заместване със стойностите на параметрите се получава: $C (x = 316 \text{ m}, y = 0$
 $\text{m}, z = 1 \text{ m}) = 21,3 \text{ g m}^{-3}$.

Приложение 6.В. Коментар

Правилото за прекратяване на изчисленията при 1 % смъртност е взимствано от [КО 20-2].

Представянето на резултатите за индивидуалния риск и риска за обществеността е взимствано от [BRZO]. Вместо изобразяваната в миналото минимална стойност върху FN-графиката 10^{-8} за година [BRZO], сега е възприета стойността 10^{-9} за година.

7. КОЛИЧЕСТВЕН АНАЛИЗ НА РИСКА ЗА ОКОЛНАТА СРЕДА

Количественият анализ на риска (КОР) се използва за доказване на рисковете, причинени от дейности, свързани с участието на опасни вещества. Изчисляваните при КОР рискове се отнасят към т.нар. външна безопасност, т.е. вероятността от смърт поради излагане на вредното въздействие на вещества на намиращите се извън територията на предприятието хора. Аварии с опасни вещества могат да нанасят поражения и на околната среда. Като примери в това отношение можем да посочим:

- Замърсяване на подземните води от разливане на нефтопродукти. В резултат на това големи райони може да станат негодни за производство на питейна вода.
- Замърсяване на повърхностните води от разлив на токсични вещества. В резултат на това условията за поддържане на живота във водните течения могат да се влошат за продължителни периоди от време.
- Замърсяване на повърхностния почвен слой чрез отлагане на вредни вещества, например диоксини или азбест. В резултат на това големи райони могат да станат негодни за селско стопанство и обитаване от човека и да се появи неизбежна необходимост от основно почистване.

Чрез количествения анализ на риска за околната среда се цели количествена оценка на рисковете от въздействията върху околната среда причинени от аварийни изпускания на химични вещества.

В основни линии, аварийните изпускания могат да причиняват въздействия върху три от компонентите на околната среда: въздуха, почвата (включително подземните води) и повърхностните води. Аварии от миналото с особено сериозни последствия за околната среда са били свързани най-вече със замърсяване на системата на повърхностните води. Поради тази причина, ударението при извършване на количествена оценка на риска за околната среда е била поставена именно върху тази сфера. Неслучайно, единственият, разработен към настоящия момент, модел за количествено определяне на риска за околната среда е именно системата на повърхностните води. Този модел, PROTEUS, представлява комбинация от два съставни модела, VERIS и RISAM, които се прилагат и днес при оценката на риска за повърхностните води в Холандия.

PROTEUS е модел за изчисляване на риска, за повърхностни води и пречиствателни станции на канализационни води, причинен от дейности с опасни за околната среда вещества. Рискът от дадена дейност се определя от честотата и последствията при разлив.

- Честотата на разливите се изчислява въз основа на избирани "по подразбиране" честоти на отказите, коригирани с коефициенти, които отчитат техническите дадености на инсталациите и съоръженията, експлоатационните коефициенти (например, поддръжка на инсталацията или съоръжението и работни процедури) и управленските фактори. По този начин, информацията за конкретните обекти е неотменна част от анализа на риска.
- Последствията от разливите зависят от количествата на изтеклите вещества и свойствата на повърхностните води в конкретния район. Количествата на

разлетите вещества, от своя страна, зависят от предприетите превантивни и смекчаващи мерки.

Резултатите от PROTEUS се предствят графично чрез кривата на пораженията и честотата, аналогично на FN-кривата, използвана при КОР. По оста x се нанася мярката на екологичната вреда, а по оста y се изобразява кумулативната честота. Има три начина за представяне на мярката на екологичната вреда. Могат да се изберат три възможни екологични мерки за изразяване на екологичната вреда:

- количество на разлятото вещество (kg)
- площ (обем) на засегнатите от разлива повърхностни води (m^2 или m^3)
- чрез индекс на екологичното увреждане

От края на 1998 година PROTEUS може да се закупува като β -версия [AVIV98].

8. ПРИЛАГАНЕ НА НОВИ МОДЕЛИ ПРИ КОР

Количественият анализ на риска (КОР) се използва за определяне на риска причинен от употребата, обработката, транспорта и съхранението на опасни вещества. Резултатите от КОР намират приложение, например, при оценката за приемливостта на риска по отношение на ползите от съответната дейност, оценяването на целесъобразността от предвидените за предприятието и заобикалящия район подобрения, оценката на ползите от мерките за противодействие на риска и определянето на разстоянията при зониранието във връзка с планирането на земеползването.

Предназначението на КОР е да даде “възможно най-правдоподобна” оценка за действителното ниво на риска, причинена от дадена дейност. В този смисъл, изчисленията при КОР могат да доведат както до надценяване, така и подценяване на действителното ниво на риска. След като от КОР се очаква да предостави една “възможно най-правдоподобна” оценка, използваните за целите на КОР модели трябва да отразяват текущото състояние на технологиите и да подлежат на периодична актуализация съобразно развитието на научното познание. Постиженията в сферата на хардуерната техника създават възможност за прилагане на все по-усложнени модели. Прилагането на усъвършенствани модели в практиката на КОР може да има за резултат получаването както на завишени, така и на занижени резултати за изчисления риск, независимо че нивото на действителния риск на практика не се променя. Това противоречи на един по-защитаващ подход, в съответствие с който се допуска, че изчислителният риск е неизменно по-голям от действителния; в този смисъл, прилагането на усъвършенствани модели води до стесняване на диапазона на надценяване на действителното състояние.

Прилагането на все по-усъвършенствани модели при КОР може да доведе до възникване на проблеми в процеса на вземане на някои решения. Примери в това отношение са:

- Разстоянията на зониранието, базирани на разположението на контурите на индивидуалния риск са определени за редица видове дейности, например: транспортиране на продукти по тръбопроводи или експлоатация на зареждащи станции за втечен нефтен газ. Прилагането на усъвършенстван модел ще има за резултат промяната на местоположението на контурите на индивидуалния риск, при което разстоянията на съществуващото зониранието ще започнат да изглеждат неточни.
- При всяко ново извършване на КОР за определяне на рисковете, причинени от реализирането на дадена дейност могат да се използват качествено нови модели, които да изменят съществуващите до момента изчислени резултати за риска. В тази връзка се създава усещането, че рисковете, причинени от дейността са се променили, макар че нито самата дейност, нито свързания с нея действителен риск са се изменили.
- Могат да бъдат предприети мерки за противодействие на съществуващия риск. В подобни случаи, определяне на ефекта от мерките за противодействие и за количествено пресмятане на постигнатото снижаване на нивото на риска се извършва нова КОР. При все това, представата за ефекта от мерките за

противодействие и постигнатото намаление на риска може да бъде деформирана в резултат на настъпила промяна на големината на риска като следствие от прилагането на нови модели при реализирането на КОР. Резултатите от новата КОР могат да създадат дори впечатление за увеличаване на риска независимо от предприетите контрамерки, чрез които би трябвало да се постигне точно обратното.

Признаването на съществуването на току що посочените проблеми може да наложи убеждението, че прилаганите за КОР модели трябва да се поддържат непроменящи се, за да съответстват на резултатите от предишни анализи и изработените в съответствие с тях решения. В същото време, обаче, прогресът на научното познание предоставя все по-съвършени инструменти за определяне на действителния риск. В този смисъл, разликата между възможно най-правдоподобната оценка на риска, изчислена с помощта на новите модели и непроменящите се нива на риска, оценени с непроменящите се модели, се увеличава с течение на времето. Непроменянето на моделите може да доведе и до други проблеми:

- При някои дейности, прилагането на новите модели може да покажат необходимост от увеличаване на разстоянията на зониранието. В случай, че не се прибегне до увеличаване на тези разстояния, ще се създадат условия, които не могат да бъдат считани за безопасни.
- При други дейности, новите модели могат да демонстрират целесъобразност от намаляване на разстоянията. В случай, че не се осъществи въпросното скъсяване, съответната дейност ще бъде причина за ангажирането на ненужно голямо и несъвместимо с големината на преоценения риск пространство.

В края на краищата, е решено да се възприеме такава схема за реализиране на КОР, която се позовава на текущото състояние на технологиите и да се възползва от съществуващите, най-качествени към момента модели. Възприетият в настоящия документ подход почива именно върху това схващане: независимо от препоръката за прилагане на тук изложените изчислителни методи, се допуска използването на по-подходящи модели, стига такива да съществуват. Адекватността на прилаганата схема за КОР и използваните модели е от компетенцията на упълномощените органи. От потребителите се очаква да могат да демонстрират задоволителна ефективност на възприетите от тях модели пред компетентните органи. Научната стойност на моделите подлежи на доказване чрез резултатите от проведени упражнения за валидност, научно сравнение на моделите и/или публикации.

В случаите, когато дадена КОР се извършва в качеството на актуализация на преди това извършена КОР, поради реализиране на нови проекти на територията на предприятието или в заобикалящия район, се препоръчва настоятелно да се прибегва до сравняване на резултатите от новата и предходната КОР, за да се подпомогне процеса на вземане на решения. Сравняването трябва да покаже ефекта от прилагането на новите модели и влиянието на реализираните проекти върху величината на изчислявания риск.

9. НЕТОЧНОСТ ПРИ КОР

9.1. Въведение

Количественият анализ на риска (КОР) е инструмент за определяне на рисковете, причинени от дейности, свързани с участието на опасни вещества. Резултатът от КОР е риска около мястото, където се извършва съответната дейност. Обикновено рискът се изразява чрез единична числена стойност, например, честота на смъртните случаи по причина на авария в точка с координати (x, y) на територията на съседното предприятие е равна на $2,3 \times 10^{-7}$ год⁻¹. Резултатите от КОР се формират чрез различни изчислителни модели, много от които се характеризират с ограничена точност, което е причина за съществуването на неизменна несигурност по отношение на достоверността на резултатите.

В настоящия раздел са разгледани няколко източника на неточност по отношение на качеството на резултатите, след което е представено кратко изложение върху предпоставките за оценяване на резултатите от КОР. Този раздел няма амбицията да даде пълно описание на всички възможни източници на неточност; намерението, по-скоро, е да се дискутират различните видове неточности в КОР. По-подробни изложения относно неточностите се съдържат в посочените литературни източници и посочените в тях вторични литературни източници, например [CPR12E, IAEA89, SRPI96].

По смисъла на настоящия раздел, с понятието “неточност” се отъждествява мярката на несъответствието между изчислените с помощта на модела резултати и действителното състояние на нещата.

9.2. Източници на неточност

В изчисленията за КОР се установяват значителен брой източници на несигурност. Тук посочените източници на неточност са категоризирани в зависимост от различните нива в процеса на реализирането на КОР: изходни точки, модели, стойности на параметрите и прилагане на моделите.

9.2.1. Изходни точки

Преди началото на всяка КОР трябва да се направи избор на изходни точки. Така например, консервативният подход изисква различен тип модел и различна поредица от стойности на параметрите в сравнение с изчисленията, от които се изискват “възможно най-правдоподобни” резултати. Конкретният избор може да зависи и от отговора на следния въпрос:

Какъв резултат формира КОР: за действителния индивидуален риск около мястото на реализиране на съответната дейност, или за недействителен индивидуален риск, който не зависи от заобикалящата дейността район ?

Последствията от такъв избор могат лесно да бъдат видяни при разглеждането на случая със запалимите вещества. Ако от КОР се очаква да оцени действителния риск, вероятността за възпламеняване на запалимия облак трябва да се изчисли при вземане под внимание на реално съществуващи източници на възпламеняване в заобикалящия, мястото на дейността, район. Ако, от друга страна, целта на КОР се свежда до изчисляване на индивидуалния риск при абстрахиране от влиянията на заобикалящия район, източниците около съответната дейност трябва да бъдат пренебрегнати и възпламеняването на облака трябва да се приеме по уговорка.

В досегашната практика, следването на този подход даваше възможност за установяване на известен брой изходни точки и, благодарение на това, до ограничаване до възможния минимум на произтичащите неточности. Различията между изходните точки, обаче, могат да затруднят сравняването на новите оценки на риска с преди това реализираните такива, както и сравняването между КОР за предприятията и тези за транспортните дейности.

9.2.2. Модели

След дефинирането на изходните точки за КОР трябва да се пристъпи към подбора на подходящи за извършване на оценката модели. Неточностите произтичат от няколко източника:

- Моделите могат да не вземат под внимание някои потенциално значими процеси. Като примери в това отношение може да се посочат срутванията на покриви на резервоари, процесите на отлагане на вещества от атмосферата върху земната повърхност и химичните реакции, протичащи във вътрешността на разсейващите се облаци.
- Моделите са неприложими по отношение на някои специфични местни ситуации. Така например, използваните дисперсионни модели са приложими единствено, ако става дума за равнинни терени и отсъствие на големи препятствия, докато в реални условия, в и около промишлените обекти, може да съществуват много на брой препятствия.
- Много често моделите опростяват процесите. Например, понякога се работи с равномерно разпределени скорости на вятъра без да се взема под внимание възможността за вариране на скоростта на вятъра по височина.
- Не се взема под внимание естественото разнообразие. Например, допуска се, че всички хора реагират аналогично при излагане на въздействието на токсичните вещества. На практика, възрастните хора са по-уязвими на тези въздействия и, следователно, поемат по-голям от средноочаквания риск.
- Понякога, използването на моделите надхвърля границите на тяхната приложимост. Например, в някои случаи дисперсионните модели, валидни за случаите на разсейване на неутрални газове, се прилагат за изчисляване на разсейването на тежки или леки газове. Понякога дисперсионните модели се прилагат и за разстояния, които не се вменят в границите на валидните за съответните модели диапазони.
- Компютърният код съдържа някои числови апроксимации. Ако числовата стъпка по отношение на пространството и времето е твърде голяма, се

въвеждат грешки в програмите. Грешките при кодирането могат да присъстват още в “кода на източника” (source code) на компютърните програми.

Трябва да се отбележи, че няма категорично установени модели, които да се използват при КОР. При изчисленията за КОР могат да се използват различни модели, които се различават помежду си по своята сложност и по степен на точност. Резултатите от КОР могат да зависят напълно от използваните модели (виж, например, (TNO98c)). Като следствие от това, изборът на модели за КОР може да предопредели резултатите от оценката за приемливостта на съответната дейност, проблем който вече бе засегнат в Раздел 8, описващ приложенията на най-новите постижения на научното познание.

9.2.3 Стойности на параметрите

Преди да се пристъпи към прилагане на избрания модел се събират входни данни за параметрите или от специализираната литература, или чрез експерименти. Източници на неточност по отношение на стойностите на параметрите могат да бъдат както следва:

- Стойностите на параметрите се екстраполират въз основа на данни от измервания. В много случаи, параметрите за токсичността се получават от данни за токсичното въздействие върху животни, измерени при различни дози. Извършват се екстраполации от токсичност при животните към токсичност при човека, както и от дози, приложени при експериментите към дози, отнасящи се до изчисленията при КОР. Някои физични данни, например за относителния дял на мигновено изпареното количество, са получени в рамките на лабораторни експерименти и трябва да бъдат екстраполирани до мащабите на големи инсталации и съоръжения.
- При липса на конкретни за дадения район данни се работи с набори от общи данни. Например, типови данни се използват много често по отношение на такива параметри като грапавината на стената на тръбите и честотата на отказите на тръбопроводите, тъй като или няма конкретни данни, или придобиването им е много проблематично.
- Данните, въз основа на които се извеждат стойностите на параметрите, могат да бъдат твърде оскъдни. Например, обикновено честотата на отказите при резервоарите за съхранение се извлича от архивирани групи от данни. Като се има предвид, че аварията са относително рядко явление, данните за честотата на отказите на технологичното оборудване са твърде неточни. Освен това, базите от данни описват отказите в исторически план и може да не са приложими към съвременните инсталации.

9.2.4. Приложение на модите

Заклучителната фаза на анализа се състои в прилагане на модели при КОР. Различни потребители обаче, могат да получат различни резултати при прилагането на един и същ модел по отношение на една и съща инсталация, например:

- Потребителят може да интерпретира неправилно входните и изходните данни на модела поради своята неопитност.
- Потребителят може да допусне изчислителни грешки, грешки при ръчното размножаване на резултатите или при докладването им.
- Потребителят може да съкрати времето за изчисленията чрез редуциране на броя на изчисленията, т.е. като подбере един твърде ограничен брой инсталации.

9.3. Количествено представяне на неточностите

Съществуват различни инструменти за определяне на значението на някои източници на неточност и последствията за резултатите от КОР. Например, статистическият анализ на историческите данни предоставя информация за неточността на изведените честоти на отказите. Последствията от неточното придаване на стойности на параметрите, върху резултатите от прилагането на модела, могат да се установят чрез анализи за чувствителността и неточността.

Неточността при моделите може да бъде установена поне отчасти чрез изследване валидността на моделите. При тези изследвания, “предсказанията” на моделите се сравняват със серии от експериментални данни. Алтернативно, чрез сравнителни изследвания се извършва сравняване на моделите тип “КОР” с по-сложните типове модели.

Неточността на резултатите от КОР не се отчитат в процеса на формиране на решенията, тъй като критерия за оценяване на приемливостта на риска се представя чрез единични числа, например честотата на смъртните случаи в точката (x, y), поради авария трябва да бъде по-малка от 1×10^{-6} за година. Резултатите от изчисленията за КОР, следователно, също са единични стойности, които могат да надценят или да подценят действителния риск поради съществуващата неточност. Независимо от това, трябва да е налице стремеж към получаване на такива стойности за изчислявания риск, които да отразяват “възможно най-правдоподобно” действителното ниво на риска - нещо, което би било невъзможно без прилагане на “възможно най-прецизни” изчислителни методи.

10. ЛИТЕРАТУРА

- [AEC75] US Atomic Energy Commission. Reactor safety study -an assessment of accident risks in the U.S. Commercial Nuclear Power Plants; (Комисия за атомната енергия на САЩ. Изследване на безопасността при реакторите – оценка на рисковете от аварии в САЩ. Атомни електроцентрали; Данни за отказите) WASH-1400, Appendix III Failure data (and references therein), 1975.
- [AM94] AMINAL Dienst Gevaarlijke Stoffen en Risicobeheer. Handboek kanscijfers ten behoeve van het opstellen van een veiligheidsrapport. Brussels: AMINAL, 1994.
- [AVIV98] AVIV, RIZA, RIVM, VROM. PROTEUS V1.00. Enschede: AVIV, 1998.
- [BR97] Bridgis. Population data for the Netherlands in the year 1996.(Данни за населението на Холандия за 1996 година.)Druten: Bridgis, 1997.
- [BRZO] Besluit risico's zware ongevallen (besluit van 15 september 1988, Stb.432: laatsstelijk gewijzigd bij besluit van 20 juni 1994, Stb. 463). The Hague: SDU, 1988/1994.
- [Bu75] Bush S.H. Pressure Vessel Reliability. (Неждност на съдовете под налягане) Trans. of AMSE -Journal of Pressure Vessel Technology, 1975.
- [Ch88] Chambers science and technology dictionary. (Научен и технологичен речник на Чамбърс) Edingburgh: W & R Chambers Ltd and Cambridge University Press, 1988.
- [COVO81] COVO Commission. Risk analysis of six potentially hazardous industrial objects in the Rijnmond area, a pilot study. A report to the Rijnmond public authority. (Комисия COVO. Анализ на риска при шест потенциално опасни промишлени обекта в района Рийнмонд – пилотно проучване. Доклад за нуждите на държавната админиситрация на Рийнмонд.) Schiedam: Central Environmental Control Agency Rijnmond, 1981.
- [CPR12E] Committee for the Prevention of Disasters. Methods for determining and processing probabilities ('Red Book'), (Методи за определяне и обработка на вероятности. (Червена книга))Second edition. The Hague: SDU, 1997.
- [CPR14] Committee for the Prevention of Disasters. Methoden voor het berekenen van fysische effecten. Voorburg: Ministry of Social Affairs and Employment, 1988².
- [CPR14E] Committee for the Prevention of Disasters. Methods for the calculation of physical effects (the 'Yellow Book')., (Метод за изчисляване на физичните въздействия (Жълтата книга)), The Hague: SDU, 1997³.
- [CPR15] Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment. Risico-analyse methodiek CPR-15 bedrijven. The Hague: Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 1997.
- [CPR16] Committee for the Prevention of Disasters. Methods for the calculation of damage (the 'Green Book')., (Методи за изчисляване на вредите (Зелената книга))Voorburg: Ministry of Social Affairs and Employment, 1990¹
- [DIPPR] Daubert T.E. and Danner R.P. (eds.). DIPPR. Physical and Thermodynamic Properties of Pure Chemicals: Data Compilation (Физични и термодинамични свойства на чистите химични вещества: Сборник от данни). New York: Hemisphere Publishing Corp., 1992.
- [DNV96] DNV Technica. SAFEII 3.4 Theory Manual. (Теоретичен наръчник) London: DNV Technica, 1996.
- [DN98] DNV Technica. PHAST 5.2. London: DNV Technica, 1998.
- [EU88] Richtlijn van de Raad van 7 juni 1988 betreffende de onderlinge aanpassing van de wettelijke en bestuursrechtelijke bepalingen van de Lid-Staten inzake de indeling, de verpakking en het kenmerken van gevaarlijke preparaten [88/379/EEG]. Luxembourg: Office for official publications of the EC, 1988.

- [EU96] Council Directive 96/82/EC of 9 December 1996 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances, (Директива на Съвета 96/82/ЕО от 9 декември 1996 за контрол над опасностите от големи аварии, включващи опасни вещества). Luxembourg: Office for official publications of the EC, 1996.
- [EU98] Commission Decision of __1998 on harmonized criteria for dispensations according to article 9 of Council Directive 96/82/EC of 9 December 1996 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances. (Решение на Комисията от 1998 относно хармонизираните критерии за освобождаване от включване съгласно член 9 от Директива на Съвета 96/82/ЕО от 9 декември 1996 за контрол над рисковете от големи аварии поради опасни вещества). Luxembourg: Draft 20.3.1998.
- [Gi97] Gilham S., Deaves D.M., Hoxey R.P., Boon C.R. and Mercer A. Gas build-up within a single building volume -comparison of measurements with both CFD and simple zone modelling. (Концентриране на газ в елементарна обемна клетка – сравняване на резултатите от измерванията чрез CFD и елементарно зонално моделиране) Journal of Hazardous Materials 53: 93-114, 1997.
- [Hu92] Hurst N.W., Hankin R.K.S., Wilkinson J.A., Nussey C., Williams J.C. Failure rate and incident databases for major hazards. (Бази от данни за честота на отказите и произшествията за големи опасности), Published in the Proceedings of the 7th International Symposium on Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industry, Taormina, Italy 4 -8 may 1992. Rome: SRP Partners, 1992.
- [IAEA89] International Atomic Energy Agency. Evaluating the reliability of predictions made using environmental transfer models. (Оценка на надеждността на прогнозите, изготвени с помощта на модели за пренос в околната среда.) Vienna: IAEA, 1989.
- [IPO] IPO A73. Handleiding voor het opstellen en beoordelen van een extern veiligheidsrapport. IPO Project A73. The Hague: IPO, 1994. Committee for the Prevention of Disasters, Risk Evaluation. (Оценка на риска). Publication RE-95-1; Tekstwijzigingen op de IPO A 73. The Hague: Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 1996.
- [IPORBM] AVIV. IPO RisicoBerekeningsMethodiek. Enschede: AVIV, 1997.
- [Ja71] Jacobs R.M. Minimizing hazards in design., (Ограничаване на рисковете при проектирането), Quality Progress, 1971.
- [KNMI72] KNMI (Royal Dutch Meteorological Institute). Climatological data of Netherlands stations. No.8. Frequency tables of atmospheric stability. (Климатологични данни от разположени на територията на Холандия метеорологични станции. No 8. Честотни таблици за стабилността на атмосферните условия.) De Bilt: KNMI, 1972.
- [KNMI92] KNMI (Royal Dutch Meteorological Institute). Klimatologische gegevens van Nederlandse stations; normalen en extreme waarden van 15 hoofdstations voor het tijdvak 1961-1990. De Bilt: KNMI, 1992.
- [KO9] Knelpuntenoverleg EVR. Aanwijzingssysteem per inrichtingsonderdeel. KO9, The Hague: Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 1989.
- [KO12] Knelpuntenoverleg EVR. Laad en loshandelingen. KO12. The Hague: среда, Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 1989. Knelpuntenoverleg EVR. Laad en loshandelingen. K20-2. The Hague : Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 1989.
- [KO 19-2] Knelpuntenoverleg EVR. Toepassen van het suselektie systeem bij een EVR-plichtige irichting met schepen. KO 19-2. The Hague: Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 1989.
- [KO 20-2] Het gebruik van parameters in de risivo-analyse. KO20-2. The Hague:

- Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 1989.
- [KO 22-5] Knelpuntenoverleg EVR. QRA ladende en lossende schepen. KO22-5. The Hague: VROM, 1990.
- [KO 24-2] Het gebruik van parameters in de risico-analyse. KO 24-2. The Hague: Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 1989.
- [KO 59] Het gebruik van parameters in de risico-analyse. KO20-2. The Hague: Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 1992.
- [KO 86] Het gebruik van parameters in de risico-analyse. KO20-2. The Hague: Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 1994.
- [NATO 92] Manual of NATO safety principles for the storage of military ammunition and explosives (AC258), (Руководство на НАТО, Принципи за безопасност при съхраняване на боеприпаси и експлозиви), Allied Ammunition Storage and Transport [AASTP-1], May 1992.
- [Le 95] Leeuwen C.J.van, and Hermens J.L.M. (eds) Risk assessment of chemicals: an introduction. (Оценка на риска при химичните вещества: въведение) Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995.
- [NM86] Werkgroep Verspreiding Luchtverontreiniging. Invloed van een gebouw op de verspreiding van schoorsteenpluimen. Delft: Vereniging Lucht, 1986.
- [NNM98] Het Nieuw Nationaal Model. Infomil: Den Haag, 1998.
- [NR] Nadere Regels met betrekking tot rapport inzake de externe veiligheid (ministeriele regeling d.d. 3 februari 1989, Stcrt.31). Xara: SDU, 1989.
- [P172] Arbeidsinspectie. Arbeidsveiligheidsrapport; leidraad aanwijzing AVR-lichtige installaties. Publikatie P 172-1. Voorburg: Ministerstvo на социалните въпроси и работната заетост, 1988.
- [Pe 84] Perry R.H., Green D.W. and Maloney J.O. (eds). Perry's Chemical Engineers' handbook. (Справочник за химик-инженера) New York: McGraw-Hill, 1984⁶.
- [Ph69] Phillips C.A.G. and Warwick R.G. A survey of defects in pressure vessels built to high standards of construction and its relevance to nuclear primary circuits. (Изследване на дефектите в конструкцията на съдовете под налягане, изработени в съответствие с високи стандартни изисквания, и последици от дефектите за първичните вериги в ядрената енергетика.) UKAEA, AHSB()S R162, 1969.
- [Re88] Reid R.C. Prausnitz J.M. and Poling B.E. The properties of gases and liquids. (Свойства на газовете и течностите) New York: McGraw-Hill, 1988⁴.
- [RIVM99] RIVM.SERIDA. Safety Environmental Risk Database. (База от данни за риска за безопасността на околната среда.) Bilthoven: RIVM, 1999.
- [SA75] Science Applications Inc. LNG terminal risk assessment study for Los Angeles, (Проучване за оценка на риска при терминалите за втечен нефтен газ в района на Лос Анжелос, Калифорния) Report prepared for western LNG Terminal Company, 1975.
- [SAVE97] SAVE. Handleiding protocol voor het uitvoeren van een QRA voor goederenemplacementen. Apeldoorn: SAVE, 1997.
- [SM74] Smith T.A. and Warwick R.G., The second survey of defects in pressure vessel built to high standards of construction and its relevance to nuclear primary circuits. (Второ изследване на дефектите в конструкцията на съдовете под налягане, изработени в съответствие с високи стандартни изисквания, и последици от дефектите за първичните вериги в ядрената енергетика.) Safety and Reliability Directorate, SRD R30, 1974.
- [SPRI96] BIOMOVs II Steering Committee. An overview of the BIOMOVs II Study and its Findings. (Анализ на проучването BIOMOVs II и извършените в него констатации.) Stockholm; Swedish Radiation Protection Institute, 1996.
- [SRS] SRS Data bank (Банка от данни)
- [SZW97] Beleidsregels arbeidsomstandighedenwetgeving. Besluit van de Staatssecretaris van Sociale Zaken en Wergelegenheid van 27 juni 1997, Directie Arbeidsomstandigheden, Arbo/AIS 9701436 tot vaststelling van

- beleidsregels op het gebied van de Arbeidsomstandighedenwetgeving (Beleidsregels arbeidsomstandighedenwetgeving). Supplement van de Nederlandse Staatscourant van 27 juni 1997. The Hague: SDU, 1997.
- [Ta98] Taylor J.R./Taylor Associates ApS. Review of failure rate data for risk analyses. (Преглед на данните за честотата на отказите при анализите на риска.) Version 1 Issue 1. Glumsoe: Neste and Taylor Associates ApS, 1998.
- [Ti97] Timmers, P.G.J. Berekening van het in- en extern risico van explosievenopslag met behulp van 'RISKANAL'. Draft, Rijswijk: TNO, 1997.
- [TNO83] TNO. LPG Integraal, rapport 1112 Effectmodellen LPG, Apeldoorn: TNO, 1983.
- [TNO98a] TNO. Ventilatieonderzoek naar infiltratie en verspreiding van buitenluchtverontreinigingen in woningen bij calamiteiten. Delft: TNO, 1998.
- [TNO98b] Logtenberg, M.Th., Derivation of failure frequencies for LOC cases (Получаване на честотите на отказите за събития със "загуба на херметичност".) TNO report TNO-MEP-R98/501. Apeldoorn: TNO, 1998.
- [TNO98c] . TNO. Investigation into the consequences of introduction of the third version of the yellow book. (Изследване за последствията от въвеждането на третата версия на жълтата книга.) TNO report TNO-MEP-R98/457. Apeldoorn: TNO, 1998.
- [TNO98d] J.M.Ham and H.H.Schoten., Damage determining effects of BLEVE's. *Въздействията от BLEVE, определящи нанесените вреди. (TNO-MEP note 1999IV/38-29171/HAJ/mba. Apeldoorn: TNO, 1998.
- [VITO97] Gheys K.. Onderzoek van berekeningsmethoden voor fysieke effecten van het incidenteel vrijkomen van gevaarlijke stoffen. Eindrapport. VITO: Antwerpen, 1997.
- [VvoW95] Systematiek voor indeling van stoffen ten behoeve van risico-berekeningen bij het vervoer van gevaarlijke stoffen. Project Veilig Vervoer over Water; Deelproject S3b. The Hague: Ministry of Transport, Public Works and Water Management, 1995.
- [We76] Welker J.R. et al. Fire safety aboard LNG vessels. (Пожарна безопасност на борда на танкерите за втечен нефтен газ.) NTIS AD/A – 030 619, 1976.
- [Wi98] Witlox H.W.M. Modelling of building-wake dispersion. (Моделиране на разсейването в подветрената страна на сградите.) Londen: DNV Technica, 1998.
- [Ya77] Yaws C.L., Physical Properties. (Физични свойства) New York:: McGraw-Hill, 1977.

ТЕРМИНОЛОГИЧЕН РЕЧНИК

1 % смъртност	Граница, върху която 1 % от изложеното на опасност население намира смъртта си в резултат на авария с опасни химични вещества
Резервоар за съхранение при атмосферно налягане	Съд за съхранение, в който налягането е близко до абсолютното налягане от 1 атмосфера
Покриване със защитен газов слой	Покриване със слой от инертен газ върху опасно химично вещество
Взрив (взривна вълна)	Бързо разпространяващи се в атмосферата налягане или ударна вълна с високо налягане, висока плътност и висока скорост на движение на частиците
Мощност на взрив	Мярка, използвана при прилагането на мулти-енергийния метод за обозначаване на силата на взрива с помощта на число в диапазона между 1 (много ниска мощност) и 10 (детонационна мощност)
BLEVE	От англ. Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion – експлозия на разширяващи се пари от кипяща течност; получава се от внезапен отказ на съд, който съдържа течност при температура, много по-висока от нейната нормална температура на кипене (при атмосферно налягане). При запалимите вещества, BLEVE води до образуването на голямо огнено кълбо.
Система за изолиране	Система за ограничаване, която служи за изолиране на (част от) дадена инсталация или съоръжение за предотвратяване на изтичането на съдържанието
Обваловка	Защитно ограждение за ограничаване на разпространението на течност.
Канцерогенен, канцерогенност	Способността на химичните вещества да предизвикват ракови заболявания
CFD-изчисления	Изчисление с триизмерен модел; разсейването на газ се изчислява чрез решаване на динамични частни диференциални уравнения за известен набор от контролни обеми
Компетентен орган	Орган, който издава разрешения за извършване на дейности с участието на опасни вещества
Плътен газ	Газ с по-висока плътност от това на заобикалящия

	атмосферен въздух
Отлагане	Абсорбция на газ или твърди частици от земната повърхност или растителността
Проектно налягане	Налягане, за което се проектира дадена инсталация или съоръжение; инсталацията или съоръжението трябва да може да издържа на това налягане
Детонация	Пространствено разпространяваща се химична реакция с участието на дадено вещество, разпространението на фронта, на която се определя от свиването над температурата на самовъзпламеняване
Разсейване	Смесване и разпространяване на газове във въздуха, съпроводено с увеличаване на размерите на парния облак
Ефект на доминото	Ефект, при който загубата на херметичност при една инсталация или съоръжение води до загуба на херметичност при други инсталации или съоръжения
Доза	Мярка за комплексното излагане на въздействието
Сухо отлагане	Отлагане, което не е причинено от дъжд
Ширина на ефективния облак	Ширината на еднороден облак, който замества условно токсичния облак; ефективният облак се характеризира с постоянна стойност на вероятността от смърт, равна на вероятността от смърт за точките от централната линия на токсичния облак, както и с една и съща цялостна вероятност
Увличане	Смесване на (чист) въздух в облак или факел
Предприятие	Цялата територия, която се намира под контрола на оператор, където има наличие на опасни вещества в една или повече инсталации или съоръжения, включително общите или свързани инфраструктури или дейности
Дърво на събитията	Логическа схема, изградена от комбинации от “успехи” и “откази”, която се използва за идентифициране на поредици от събития, водещи до всевъзможни последствия от дадено инициращо събитие
Експлозия	Мигновено освобождаване на енергия, което причинява взрив
Експозиция	Концентрация или интензитет, която/който въздейства на индивида; обикновено, експозицията се изразява чрез концентрацията или интензитета и продължителността на

	въздействието
Отказ	Отказ на система или компонент е налице в случаите, когато системата или компонентът не изпълнят функциите, предвидени за тях
Анализ чрез дървото на грешките	Анализиране на нежелано събитие, наречено крайно събитие на дърво на грешките. При дадено крайно събитие се построява дърво на грешките с помощта на дедуктивния (от върха към основата) метод на анализ, който дава възможност за идентифициране на причината или комбинацията от причини, която може да има за резултат настъпването на дефинираното крайно събитие.
Огнено кълбо	Пожар, който протича достатъчно бързо за издигане на горящата маса във въздуха под формата на облак или кълбо
Мигновено изпарение	Виж Мигновено парообразуване
Мигновено парообразуване	Бързо изпарение на част от количеството на прегрята течност в резултат на относително бързото понижаване на налягането до момента, в който образувалата се паротечностна смес се охлади до температура под точката на кипене при крайното налягане. Под топлина на прегряването се разбира освободената от дадена течност топлина при намаляване на температурата на течността, например, чрез изпаряване докато налягането на парите се изравни с това на заобикалящата атмосфера.
Мигновен пожар	Изгаряне на запалима паро-въздушна смес, при което пламъкът преминава през сместа с бързина, по-малка от скоростта на движение на звука, при което възниква свръхналягане с нищожно малък поразяващ ефект
FN-крива	Логаритмично-логаритмична графична зависимост, по оста x на която се нанася броят на смъртните случаи N , а по оста y – натрупаната честота на аварията, за която броят на смъртните случаи е равен на, или по-голям от, N
Изчисляване със “свободно поле”	Изчислителен метод, при който не се вземат под внимание източниците на възпламеняване извън предприятието или транспортния маршрут. Ако възпламеняването на запалимия облак не настъпва в пределите предприятието, се приема, че същото се случва при формиране на “максималната площ” на облака.
Честота	Броят на очакваното проявление на даден резултат за даден период от време (виж също така Вероятност)

Скорост на триене	По дефиниция това е кубичен корен от (минус) напрежението на преплъзване върху повърхността; напрежението на преплъзване е налягането, което вятърът упражнява върху земната повърхност в резултат на триенето.
Мрежа	Мрежа от взаимно пресичащи се линии положена върху карта, които образуват квадрати с цел, определяне на местоположението; принципът на мрежата е такъв, че всяка линия се намира на определено разстояние на изток или на север спрямо избрано начало
Клетка от мрежата	Областта около дадена точка от мрежата, съпадаща с отвора на решетката
Точка от мрежата	Точката на пресичане на две линии на мрежата
Опасност	Химично или физично състояние с потенциал за причиняване на вреда
Източник на възпламеняване	Източници способни да доведат до възпламеняването на запалим облак, например, огневи искри, горещи повърхности или открити пламъци
Индикаторно число	Мярка за опасността на дадена инсталация или съоръжение, която не зависи от нейното местонахождение
Индивидуален риск	Вероятността за смърт на едно лице за една година в резултат на авария при постоянно присъствие на лицето на дадено място без средства за защита. Често (включително в настоящия документ) вероятността за настъпване на въпросното събитие за една година се заменя с честотата на настъпване за една година.
Инсталация	Техническо звено в рамките на дадено предприятие, в което се извършва производство, употреба, обработка или съхранение на опасни химически вещества.
Вътрешна енергия	Енергия, произтичаща от съхраняването на дадено вещество при налягане, по-високо от налягането на околната среда; след разрушаване на съда, част от вътрешната енергия се освобождава под формата на взривна вълна.
Струя	Импулсивно изтичане на излизащ през пробив материал
Факелно горене "пожар в струя"	Виж Пламък от изтичаща струя
Пламък от	Изгаряне на материал, който излиза импулсивно през

изтичаща струя	отверстие
Течност K1	Запалима течност с пламна температура по-ниска от 21° C и налягане на парите при 50° C по-ниско от 1,35 bar (чисти вещества) или 1.5 bar (смеси).
LC ₅₀	Средна смъртна концентрация, т.е. концентрацията на дадено вещество, изчислена като смъртоносна за 50 % от опитните животни. С LC ₅₀ (плъхове, вдишване, 1 час) се обозначава концентрацията на веществото във въздуха, която се счита за смъртоносна за плъхове при експозиция с продължителност един час.
Подветрена страна	Разположение/местоположение на страната на сграда по посоката на придвижване на вятъра
ДКГВ	От англ. Lower Flammability Limit – долна концентрационна граница на възпламеняване; под тази концентрация количеството на запалимия газ или пари във въздуха е недостатъчно за поддържане на горенето.
Гранична стойност	Мярка за опасните свойства на едно вещество, основана едновременно на физичните и токсичните, /експлозивни/ запалими свойства на веществото
Напор на течност	Вертикалното разстояние между нивото на течността и местоположението на пробива
Втечен газ под налягане	Виж съгъстен втечен газ
Събитие със “загуба на херметичност”	Събитие, което има за резултат свободното изпускане на вещество в атмосферата
LOC	От англ. Loss of Containment event (виж Събитие със “загуба на херметичност”)
Максимално възникващо налягане	Максималното налягане, което може да възникне в дадена инсталация
Сравняване на модели	Сравняване на резултатите от прилагането на два модела с изпитвателна цел
Дължина на Монин - Обухов	Скала за дължина, която характеризира стабилността на атмосферните условия
Номинален дебит на изпомпване	Номиналният поток на преминаващото през помпа вещество

Непреграден участък	Участък, в който изтичащите струи не се сблъскват с разположени обекти (предмети)
Преградено изтичане	Участък, в който изтичащите струи се сблъскват с наоколо разположени обекти (предмети)
Оператор	Частно лице или фирма, което/която експлоатира или притежава дадено предприятие или инсталация или, ако това е предвидено от вътрешното законодателство, разполага с решаваща икономическа власт при техническата експлоатация на същите (Раздел 2); дефиницията обхваща и всички лица, които експлоатират някакво техническо оборудване (Раздел 4).
Изтичане	Виж Изпускане
Клас на Паскуил	Категория за класифициране на стабилността на атмосферните условия, обозначаваща с букви от А (много нестабилни) до F (стабилни)
Пасивно разсейване	Разсейване, което е причинено изключително от атмосферната турбулентност
Факел	Облак, който се образува в резултат на непрекъснато изпускане на вещество в атмосферата
Разлив (локва)	Слой от течност върху земната или водната повърхност
Пожар в локва	Изгаряне на вещество, което се изпарява от слоя течност в основата на пожара
Съд за съхранение под налягане	Съд за съхранение, в който налягането е (съществено) по-високо от абсолютното налягане от 1 атмосфера
Предпазно устройство за налягане	Клапан или разрушаващ се диск, предназначен да изпусне автоматично излишното налягане
Сгъстен втечен газ	Газ, компримиран до налягане, равно на налягането на наситените пари при температурата на съхранението, по начин, при който по-голямата част кондензира до течно състояние
Първичен контейнер	Контейнер за съхраняване на вещество, който се намира в пряк контакт с веществото
Вероятност	Мярка за възможността от настъпване на дадено събитие, която се представя като безразмерна величина със стойност между 0 и 1. Рискът се дефинира като вероятност от проявлението на нежелан ефект в рамките на

определен период от време, обикновено една година. Рискът е също безразмерна величина. Независимо от това, рискът често се изразява чрез единиците за честотата “за година”. Тъй като честотите на отказите са много ниски, вероятността от проявление на нежелания ефект в рамките на периода от една година е, на практика, равна на честотата на настъпване за една година. В настоящия документ, за обозначаване на риска се използва честотата.

Интеграл на вероятността	Интеграл на вероятността от смърт по координатна ос, перпендикулярна на оста на факела
Пробит	Число, пряко свързано с вероятността чрез числено преобразуване
Съд, в който протича физичен процес PROTEUS	Съд, в който настъпва промяна на физичните свойства на веществото, например, температурата или фазата Модел за изчисляване на риска за повърхностни води и водопречиствателните станции за канализационни води
Кълбест облак (облаче) КОР	Облак от мигновено изпускане, който се разпространява във всички посоки Виж Количествена оценка на риска
Количествена оценка на риска	Процес на идентифициране на опасностите, последван от оценка (чрез присвояване на числени стойности) на въздействието от инцидентите, последствията и вероятностите, и тяхното обединяване в обобщени показатели.
Оросително отлагане	Падане върху земната повърхност на малки течни капчици от фракцията на мигновено изпаряващата се течност, която остава първоначално суспендирана в атмосферата
Реактивност	Мярка за ускоряването на пламъка в газо-въздушна смес
Реактор	Съд, в който настъпват химически промени на веществото
Изпускане	Изливане на химическо вещество от съд, например, от технологичен съд или резервоар, където веществото се съхранява
Зона на рециркулация	Място/обект откъм подветрената страна на сграда, където се счита, че се извършва равномерно смесване
Система за ограничаване	Система за ограничаване на изпускането на вещества в околната среда при възникване на събития със загуба на херметичността

RISAM	Модел за изчисляване на риска за повърхностните води
Риск	Обвързването на нежеланите последствия от дадена дейност с вероятността за настъпване. Често (включително в настоящия документ) вероятността за настъпване се заменя с честотата на настъпване
Контур на риска	Линия върху картата, свързваща точки с еднакъв риск
Дължина на неравността	Изкуствена скала за дължина, използвана при зависимостите, чрез които се описва скоростта на вятъра над някаква повърхност и която служи за охарактеризиране на неравността на тази повърхност
Доклад за безопасност	Доклад за безопасността в дадено предприятие, който се изготвя съгласно Директива на Съвета 96/82/ЕО от 9 декември 1996
Налягане на наситените пари	Налягането на парите, когато същите са в равновесие с течността; това е, също така, максимално възможното налягане на парите при дадена температура
Вторичен контейнер	Контейнер, който обхваща първичния контейнер, и няма непосредствен контакт с веществото
Число на подбора	Мярка за опасността на дадена инсталация или съоръжение на дадено място
Свърхналягане на преминаващата ударна вълна	Налягането, на което е подложен даден обект при преминаване на ударна вълна
Риск за обществеността	Честотата (за година), при която дадена авария предизвиква едновременно смъртта на известна група от хора с определена численост
Устойчивост	Устойчивост на атмосферните условия; степента, до която вертикалните градиенти на температурата (=плътност) усилват или подтискат турбулентността на атмосферата
Скорост на триене с повърхността	Виж Скорост на триене
Хармонична детонация	Ефект на доминото, по силата на който взривяването на експлозиви в дадено складово помещение води до взривяване на експлозиви в други складови помещения

Неточност	Мярка за несъответствието между изчислените чрез модела резултати и действителното състояние
Валидност	Сравняване на резултатите от прилагането на модела с резултатите от измерванията
Експлозия на парен облак	Експлозия, произтичаща от възпламеняването на предварително смесен с въздуха облак от запалими пари, газ или капчици, в който пламъците придобиват ускорение, което увеличава скоростта на разпространението им до степен, при която се получава значително свръхналягане
VERIS Грапавост на стената	Модел за изчисляване на риска за повърхностните води Мярка (в метри) за изразяване на влиянието на стената на тръбата върху протичащия през тръбата поток
“Мокро” отлагане	Отлагане, което се причинява от дъжд

Забележка: Някои от определенията са взимствани от Червената книга [CPR12E], Жълтата книга [CPR14E], Чамбърс [Ch88], Директива на Съвета 96/82/ЕО [EU96] и Ван Лееувен и Херменс [Le95].

ИЗПОЛЗВАНИ СИМВОЛИ

Раздел 2

Δ	Количествена величина, добавяна при изчисляването на коефициента O_3 , която отчита изпарението от течния разлив (-)
A	Индикаторно число(количество) (-)
A^F	Индикаторно число за запалими вещества (-)
A^T	Индикаторно число за токсични вещества (-)
G	Гранична стойност (kg)
L	Разстояние между инсталация и мястото, по отношение на което е изчислено числото на подбора (m)
LC_{50}	Летална концентрация, при която 50 % от изложените на въздействието опитни животни умират ($mg\ m^{-3}$)
I_i	Типова инсталация (-)
O_1	Коефициент за отчитане на типа на инсталацията за съхранение или процес (-)
O_2	Коефициент за отчитане на местонахождението на инсталацията (-)
O_3	Коефициент за отчитане на условията на процеса (-)
P_i	Парциално налягане на парите при температура на процеса (bar, абсолютно)
P_{sat}	Налягане на наситените пари при температурата на процеса (bar, абсолютно)
Q	Количество на наличното вещество (kg)
Q_x	Квалифициращо количество от веществото x за целите на прилагането на член 9 от Директива на Съвета 96/82/ЕО от 9 декември 1996 (тона)
q_x	Налично или потенциално налично количество от веществото x за целите на прилагането на член 9 от Директива на Съвета 96/82/ЕО от 9 декември 1996 (тона)
S	Число на подбора (-)
S^T	Число на подбора за токсични вещества (-)
S^F	Число на подбора за запалими вещества (-)
T_p	Температура на процеса ($^{\circ}C$)
T_{bp}	Температура на кипене при атмосферно налягане ($^{\circ}C$)
X	Коефициент в O_3 за отчитане на налягането на наситените пари при температурата на процеса (-)

Раздел 4

Забележка: Използваните в Приложение 4.А символи са описани тук.

χ	Фракция при адиабатично, мигновено изпаряване (-)
ε	Грапавина на стената (m)
η	Коефициент на ТНТ-еквивалентност (-)
λ_s	Коефициент на топлопроводност ($J\ s^{-1}\ m^{-1}\ K^{-1}$)
ρ_s	Плътност ($kg\ m^{-3}$)
ω	Ефективност на възпламеняване (s^{-1})
A	Проекция на сградата по посоката на вятъра (m^2)
A_{bund}	Площ на заградената от обваловката зона (m^2)
a_s	Коефициент на предаване на температурата ($m^2\ s^{-1}$)
b_o	Радиус на източника на свободната струя (m)
C_d	Коефициент на изпускане (-)

C_{rz}	Концентрация в зоната на рециркулация (kg m^{-3})
C_u	Емпирична константа, използвана за изчисляване на дължината на свободната струя (-)
C_{vent}	Концентрация в използвания за вентилацията въздух (kg m^{-3})
c_{ps}	Специфична топлемост ($\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$)
$D_{rel i}$	Продължителност на емисията в елементарен отрязък от време i (s)
d	Средна плътност на пътното движение (-)
E	Топлина на изгаряне (J)
F	Степен на вентилацията ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)
F	Честота (год^{-1})
f_{obstr}	Частта от общото маса на запалимия облак, която се намира в участък с прегради (-)
K	Параметър за отчитане на формата и ориентацията на сградата (-)
L	Дължина на Монин-Обухов (m)
L_o	Разстояние между точката на изпускането и препятствието (m)
L_j	Дължина на свободната струя (m)
M	Маса на изпуснатото вещество (kg)
M_{rel}	Маса от веществото, изпуснато в първите 30 минути след събитие със "загуба на херметичност" (kg)
M_{seg}	Маса от веществото, изпуснато през времетраенето на елементарния отрязък от време (kg)
N	Брой превозни средства за час (час^{-1})
N_{seg}	Брой на отрязъците от време (-)
n	Среден брой на хората, присъстващи в клетка от мрежата (-)
$P(t)$	Вероятност за възпламеняване в интервала от време $0 - t$ (-)
P_a	Налягане на атмосферния въздух (N m^{-2})
P_{BLEVE}	Вероятност от BLEVE при мигновено изпускане на запалим газ, съпроводено с непосредствено възпламеняване (-)
P_{di}	Вероятност за непосредствено възпламеняване (-)
$P_{present}$	Вероятност от преградено от препятствия изтичане (-)
Q_{out}	Маса на изтекло в атмосферата вещество, в резултат на изпускане във вътрешността на сграда (kg s^{-1})
$Q_{rel i}$	Маса на изтекло количество вещество в елементарния отрязък от време i (kg s^{-1})
$R_{0.3 \text{ barg}}$	Разстояние до пиковия контур на свръхналягането на ударната вълна от 0.3 barg (m)
$R_{0.1 \text{ barg}}$	Разстояние до пиковия контур на свръхналягането от 0.1 barg (m)
R_{pool}	Радиус на ефективния разлив (m)
$r'_{0.3 \text{ barg}}$	Коригираното по отношение на топлината на изгаряне разстояние до пиковия контур на свръхналягането на ударната вълна 0.3 barg (-)
$r'_{0.1 \text{ barg}}$	Коригираното по отношение на топлината на изгаряне разстояние до пиковия контур на свръхналягането на ударната вълна 0.1 barg (-)
s	Координата по оста на струята (m)
t	Време (s)
t_{av}	Усреднено време (s)
t_{react}	Време, за което системата на подтискане се активизира (s)
t_{rel}	Времетраене на изпускането (s)
u	Скорост на вятъра (m s^{-1})
u^*	Скорост на триене (m s^{-1})
u_o	Скорост на струята при източника (m s^{-1})
u_{air}	Средна скорост на вятъра в околната среда (m s^{-1})
u_c	Скорост на струята (m s^{-1})
V	Обем на помещението (m^3)
v	Средна скорост на движение на превозните средства (km h^{-1})
Z_o	Дължина на грапавост (m)

Раздел 5

a	Константа на пробит-функцията за охарактеризиране на токсичността на веществото (-)
b	Константа на пробит-функцията за охарактеризиране на токсичността на веществото (-)
C	Концентрация на токсичното вещество (mg m^{-3})
F_E	Относителен дял на загиналите хора (-)
$F_{E \text{ in}}$	Относителен дял на загиналите хора “на закрито” (-)
$F_{E \text{ out}}$	Относителен дял на загиналите хора “на открито” (-)
$f_{\text{pop in}}$	Относителен дял на хората, които се намират “на закрито” (-)
$f_{\text{pop out}}$	Относителен дял на хората, които се намират “на открито” (-)
n	Константа на пробит-функцията за охарактеризиране на токсичността на веществото (-)
Q	Топлинно излъчване (W m^{-2})
P	Вероятност (-)
P_E	Вероятност от смърт (-)
P_i	Вероятност за събитие с възпламеняване i (-)
P_{peak}	Максимално свръхналягане (манометрично, bar)
P_r	Пробит-функция (-)
t	Време на експозиция (минути)

Раздел 6

$\Delta I_{R_{SM\phi i}}$	Принос към индивидуалния риск на събитие със “загуба на херметичност”, S, метеорологичния клас M, посоката на вятъра ϕ и събитие с “възпламеняване” i (год^{-1})
$\Delta N_{SM\phi i}$	Очакван брой на смъртните случаи в клетка от мрежата за събитието със “загуба на херметичност”, S, метеорологичния клас M, посоката на вятъра ϕ и събитието с “възпламеняване” i (-)
ΔT	Интервал от време(s)
α	Ъгъл (-)
μ	Ъгъл (-)
θ	Ъгъл (-)
σ_y, σ_z	Дисперсионни коефициенти (m)
$C(R, t)$	Концентрация на токсичното вещество по централната линия (mg m^{-3})
ECW (R)	Ширина на ефективния облак на разстояние R (m)
$F_{cl}(R)$	Относителен дял на смъртните случаи на разстояние R по централната линия (-)
F_d	Относителен дял на загиналите хора за дадено събитие със “загуба на херметичност”, S, метеорологичен клас M, посока на вятъра ϕ и събитие с “възпламеняване” i
$F_{E \text{ in}}$	Относителен дял на загиналите хора “на закрито” (-)
$F_{E \text{ out}}$	Относителен дял на загиналите хора “на открито” (-)
F_N	Сумираната честота на събитията с N или повече загинали хора (год^{-1})
$f_{\text{pop in}}$	Относителен дял на хората, намиращи се “на закрито” (-)
$f_{\text{pop out}}$	Относителен дял на хората, намиращи се “на открито” (-)

f_s	Честота на събитието със “загуба на херметичност” S (год^{-1})
$f_{S,M,\varphi,i}$	Честота на комбинацията от дадено събитие със “загуба на херметичност”, S , метеорологичен клас M , посока на вятъра φ и събитие с “възпламеняване” i (год^{-1})
IR	Индивидуален риск в дадена точка (год^{-1})
N_{cell}	Брой на хората в клетка от мрежата (-)
$N_{SM\varphi i}$	Очакван брой на смъртните случаи за дадено събитие със “загуба на херметичност”, S , метеорологичен клас M , посока на вятъра φ и събитие с “възпламеняване” i
n_{ws}	Брой на секторите на вятъра
$P(R, y)$	Вероятност от смърт на разстояние R перпендикулярно на оста на облака (-)
P_φ	Вероятност за дадена посока на вятъра φ (-)
P_{ci}	Вероятност за покриване на точка от мрежата от ефективния облак (-)
$P_{cl}(R)$	Вероятност от смърт на разстояние R по централната линия (-)
P_d	Вероятност от смърт в дадена точка (-)
P_M	Вероятност за даден метеорологичен клас M (-)
$PI(R)$	Сумарна вероятност на разстояние R (m)
R	Разстояние между точка от мрежата и източника (m)
x	Координата върху централната линия на факела (m)
y	Координата върху линия, перпендикулярна на централната линия на факела (m)
z	Координата по височината (m)

УКАЗАНИЯ ЗА ИЗГОТВЯНЕ НА КОЛИЧЕСТВЕНА ОЦЕНКА НА РИСКА

ЧАСТ II: ТРАНСПОРТ

AVIV Adviserend Ingenieurs

Langestraat 11
7511 HA Enschede
Tel. +31 53 4306088
Fax +31 53 4306335

**Автори: Г.В.М.Тиемесен
Ж.Хейтинк**

SAVE Ingenieurs/adviesbureau

Deventerstraat 37
P.O.Box 10466
7301 GK Apeldoorn
Tel. +31 55 5217133
Fax +31 55 5214396

**Автори: Б.Л.Виекема
Л.А.М. Янсен**

СЪДЪРЖАНИЕ

РЪКОВОДСТВО ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА ПРИ ТРАНСПОРТНИ ДЕЙНОСТИ, ПРЕДИСЛОВИЕ

1. ПОДБОР НА СВЪРЗАНИТЕ С АНАЛИЗА УЧАСТЪЦИ ОТ ТРАНСПОРТНИТЕ МАРШРУТИ

1. Подбор на иамщите отношение към анализа участъци от транспортните маршрути.....	198
1.1. Въведение.....	198
1.2. Гранични стойности за транспортиране по автомобилните пътища....	199
1.2.1. Индивидуален риск.....	199
1.2.2. Риск за обществеността.....	200
1.3. Гранични стойности за транспортиране по железниците.....	202
1.3.1. Индивидуален риск.....	203
1.3.2. Риск за обществеността.....	204
1.4. Гранични стойности за транспортиране по вътрешните водни пътища.....	205
1.4.1. Индивидуален риск.....	206
1.4.2. Риск за обществеността.....	206

2. IPORVM

2.1. Въведение.....	208
2.2. IPORVM: общо описание.....	208
2.3. Автомобилен транспорт.....	211
2.4. Железопътен транспорт.....	212
2.5. Вътрешен воден транспорт.....	216
2.6. Транспортиране по тръбопроводи.....	218

3. ПОДРОБНА КОЛИЧЕСТВЕНА ОЦЕНКА НА РИСКА (КОР)

3.1. Въведение.....	221
3.2. Автомобилен транспорт.....	222
3.2.1. Събития със “загуба на херметичност”.....	222
3.2.2. Честота на произшествията и изтичанията, събития и вероятности на събитията.....	223
3.2.3. Моделиране на емисията, разсейването, експозицията и пораженията.....	226
3.2.4. Изчисляване и представяне на резултатите.....	228
3.2.5. Препятствия.....	229
3.3. Железопътен транспорт.....	230
3.3.1. Въведение.....	230
3.3.2. Събития със “загуба на херметичност”.....	231
3.3.3. Честота на произшествията и изтичанията, събития и вероятности на събитията.....	232
3.3.4. Моделиране на емисията, разсейването, експозицията и пораженията.....	237

3.3.5. Изчисляване и представяне на резултатите.....	238
3.4. Вътрешен воден транспорт.....	239
3.4.1. Въведение.....	239
3.4.2. Събития със “загуба на херметичност”.....	239
3.4.3. Честота на произшествията и вероятности на изтичанията	243
3.4.4. Моделиране на емисията, разсейването, експозицията и поражението.....	246
3.4.5. Изчисляване и представяне на резултатите.....	248
3.4.6. Представяне на резултатите.....	249
3.5. Транспортиране по тръбопроводи.....	249
3.5.1. Въведение.....	249
3.5.2. Събития със “загуба на херметичност”.....	250
3.5.3. Честота на аварията и изтичанията, събития и вероятности на събитията.....	250
3.5.4. Моделиране на емисията, разсейването, експозицията и поражението.....	252
3.5.5. Изчисляване и представяне на резултатите.....	254

4. ИЗХОДНИ ДАННИ

4.1. Въведение.....	255
4.2. Категоризиране на веществата.....	255
4.2.1. Описание на метода и критериите.....	255
4.2.2. Прилагане на метода при КОР.....	258
4.3. Автомобилен транспорт.....	259
4.3.1. Превозвани вещества.....	259
4.3.2. Определяне на съобразената с местната специфика честота на изтичане.....	259
4.4. Железопътен транспорт.....	261
4.4.1. Превозвани вещества.....	261
4.4.2. Определяне на съобразената с местната специфика честота на изтичане.....	261
4.5. Вътрешен воден транспорт.....	262
4.5.1. Превозвани вещества.....	262
4.5.2. Определяне на съобразената с местната специфика честота на изтичане.....	263
4.6. Транспортиране по тръбопроводи.....	267
4.6.1. Превозвани вещества.....	267
4.6.2. Определяне на съобразената с местната специфика честота на изпусканията	267

5. ЛИТЕРАТУРА	268
----------------------------	------------

РЪКОВОДСТВО ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА ПРИ ТРАНСПОРТНИТЕ ДЕЙНОСТИ, ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящото ръководство за анализ на риска при транспортните дейности предоставя информация за най-новата налична методология за целите на въпросния анализ. Разгледана е практиката на анализиране на докладите от аварията и съгласуване на стойностите на параметрите между заинтересованите страни – държавните органи и транспортните оператори. Съгласувана е схема, в съответствие с която Министерството на транспорта на Холандия поема заключителна отговорност за провеждания анализ. Приложението на тази част от ръководството и съдържащите се в нея правила за извършване на проучвания за риска се ограничава до превозите на опасни материали в обществената пътна мрежа на автомобилния, железопътния и вътрешния воден транспорт и транспортирането по тръбопроводи, които се намират извън границите на предприятията и терминалите, както и до маневрените площадки, които са собственост и се експлоатират от такива железопътни оператори като Dutch Railways.

Моделите и данните в тази част от ръководството са съобразени със спецификата на транспортните дейности извън инсталациите и терминалите. В този смисъл, същите не трябва да се прилагат при анализите на риска по отношение на транспортните дейности и/или стационарното оборудване на територията на инсталациите и терминалите.

1. ПОДБОР НА ИМАЩИТЕ ОТНОШЕНИЕ КЪМ АНАЛИЗА УЧАСТЪЦИ ОТ ТРАНСПОРТНИТЕ МАРШРУТИ

1.1. Въведение

Оценката за това, доколко транспортирането на опасни вещества по даден маршрут е съобразено с критериите за външна безопасност, се извършва въз основа на изчислени стойности за индивидуалния риск и риска за обществеността. По щастливо стечение на обстоятелствата, не винаги е налице необходимост от извършване на подробна, отнемаша много време и свързана с големи разходи КОР. Представа за нивото на риска по конкретните маршрути може да се придобие чрез реализиране на следните три стъпки, които са доста детайлизирани.

1. Сравняването на честотите на годишните транспортни превози с граничните стойности дават първото впечатление за нивата на риска. В случаите, когато годишната честота на транспортните операции по даден маршрут е по-малка от граничната стойност, не съществува необходимост от количествена оценка на рисковете за външната безопасност. На практика, в подобни случаи не съществуват проблеми по отношение на външната безопасност, макар че, разбира се, възникването на произшествия с участието на опасни материали е все още възможно. Тогава, когато е налице превишаване на граничните стойности, или самите гранични стойности не са приложими за конкретния случай, е налице необходимост от количествено представяне на риска.

2. В самото начало, рискът може да бъде изчислен чрез сравнително опростената процедура, която предоставя IPORBM (раздел 2). С помощта на IPORBM се извършва количествена оценка на риска на двете му нива – индивидуален риск и риск за обществеността – и директно сравняване на изчислените стойности с холандските критерии за външна безопасност. Макар че при прилагането на IPORBM обикновено се получават резултати с достатъчна степен на прецизност, реалностите на конкретната ситуация могат да налагат необходимост от по-нататъшно увеличаване на точността и детайлността на изчисленията за риска, както това е описано в Раздел 3. Към момента не може да бъде извършена категорична преценка затова дали изчисленията, извършени с IPORBM са достатъчни или са необходими допълнителни, по-подробни анализи. Необходимо е да се проявява особена предпазливост по отношение на ситуацията, чиято сложност отдалечава анализа от заложеното в същността на IPORBM по-опростено разглеждане на нещата. Анализът трябва да бъде по-задълбочен в случаите, когато изчислителните резултати се доближават критично до зададените критерии за риска, или тогава, когато резултатите от изчисленията имат решаващо отношение към проблемите на безопасността и, като такива, се очаква да бъдат предмет на задълбочено и оживено обсъждане. В тези случаи е необходимо да се извършат специфични изчисления за риска.

3. Извършване на подробна КОР съгласно описаната в Раздел 3 процедура.

В следващите раздели са посочени гранични стойности за честотите при транспортирането по шосе (Раздел 1.2), жп-линия (Раздел 1.3) и вътрешни водни пътища (Раздел 1.4). Тези гранични стойности осигуряват бърз подбор на онези ситуации, които изискват допълнително внимание и налагат необходимост от количествени оценки на риска по отношение на външната безопасност. Представените гранични стойности произтичат от прилагането на един по-консервативен подход, който гарантира вземането под внимание на всички възможни ситуации, които по един или друг начин засягат проблематиката на несъответствието с прилаганите в Холандия критерии за външна безопасност. Граничните стойности за транспортирането на опасни вещества по тръбопроводи са представени в [VNG98].

1.2. Гранични стойности за транспортиране по автомобилните пътища

Наличните данни сочат, че въпросът за риска за външната безопасност при превозите чрез автомобилен транспорт в Холандия се определя в значителна степен от проблематиката на превозите на втечнения нефтен газ (ВНГ) [AVIV97]. По тази причина граничните стойности се предствят чрез годишните честоти на транспортирането на веществата от категория GF3, т.е. категорията на запалимите газове, към която принадлежи и втечнения нефтен газ. Извършва се следното типологизиране на пътните обекти:

- Магистрала
- Извънселищни пътища
- Пътища в границите на населените места

1.2.1. Индивидуален риск

В Таблица 1.1 са дадени граничните стойности за годишните честоти на превозите на ВНГ и на всички опасни вещества, под които не съществуват контури на индивидуалния риск, съответстващи на 10^{-6} .

Таблица 1.1. Гранични стойности на честотата, под които не съществуват контури на индивидуалния риск, съответстващи на 10^{-6} .

Тип на пътния обект	Гранична стойност за ВНГ (превози/година)	Гранична стойност за "всички опасни вещества" (превози/година)
Магистрала	6500	27000
Извънселищен път	2300	7500
Път в границите на населено място	8000	22000

Забележки:

1. Първо се извършва проверка за съответствието с граничните стойности за ВНГ, след това – за "всички опасни вещества".

2. Граничните стойности се отнасят за “открита пътна обстановка” (липса на препятствия) и средно ниво на пътна безопасност. Ако в резултат на наблюдения са налице доказателства за завишено ниво на произшествията в даден участък, какъвто е например случаят с железопътните прелези, съответните гранични стойности трябва да се прилагат предпазливо, както и да се извърши по-подробна количествена оценка на рисковете.

3. “Всички опасни вещества” означава вещества, които са класифицирани в една от следните категории: запалими течности (ЗТ), запалими газове (ЗГ), токсични течности (ТТ) или токсични газове (ТГ) в съответствие с [AVIV95]

4. Посочените гранични стойности за “всички опасни вещества” са приложими към широк диапазон от комбинации от транспортирани вещества, с изключение на случаите, в които става дума за превоз на голям брой токсични вещества. В тези случаи, граничните стойности не са в сила и е необходимо да се извърши една по-задълбочена количествена оценка на риска. Ориентировъчно, в Таблица 1.2 са представени годишните честоти при токсичните вещества, на които съответства ниво на индивидуалния риск, по-високо от 10^{-6} за година.

Таблица 1.2. Гранични стойности, на които съответства ниво на индивидуалния риск, по-високо от 10^{-6} за година

Категория на веществата	Превози/година		
	Магистрала	Извънселищен път	Път в границите на населено място
GT2 или GT3	8000	3000	10000
GT4 или GT5	4000	2000	8000
LT2	10000	3000	8000
LT3	2000	700	2000
LT4	700	300	800

1.2.2. Риск за обществеността

Риска за обществеността се определя от спецификата на превозите на втечнени и лесно запалими газове под налягане, главно ВНГ. Рискът за обществеността зависи от годишната честота на транспортните операции, дължината на пътя и гъстотата на населението по неговото протежение. В Таблица 1.3 са представени граничните стойности, под които годишната честота на транспортните операции с ВНГ, при дадена гъстота на населението, по даден маршрут, не води до такова ниво на риска за обществеността, което надхвърля прилагания по отношение на подобни случаи критерий. В Таблица 1.4 са посочени граничните стойности за “всички опасни вещества”.

Таблица 1.3. Гранични стойности, под които не е надхвърлен критерия за риска за обществеността

Гъстота на населението (жител/хектар)	Гранична стойност за ВНГ (превози/година) (едностранна населеност)		
	Магистрала	Извънселищен път	Път в границите на населено място
100	500	200	500
90	600	200	700
80	700	200	800
70	900	300	1100
60	1300	400	1500
50	1800	600	2000
40	2800	1000	3500
30	5100	1800	6000
20	11000	4000	13500
10	45500	16000	53000

Таблица 1.4. Гранични стойности, под които не е надхвърлен критерия за риска за обществеността

Гъстота на населението (жители/хектар)	Гранична стойност за "всички опасни вещества" (превози/година) (едностранна населеност)		
	Магистрала	Извънселищен път	Път в границите на населено място
100	2500	900	3500
90	3500	1200	4000
80	4000	1500	5000
70	5500	2000	6500
60	7500	2500	9000
50	10500	4000	13000
40	16500	6000	20500
30	29500	10500	36500
20	66500	23500	82000
10	266000	94000	326000

Забележки:

1. Първо се извършва проверка за съответствието с граничните стойности за ВНГ, след това – за "всички опасни вещества".
2. Граничните стойности са формулирани в рамките на консервативния подход, т.е. приема се че покритието с население започва непосредствено встрани от пътната артерия.
3. Гъстотата на населението се определя като средна гъстота в зоната, достигаща до 200 метра встрани от крайния ръб на пътя. В случаите, когато максималната гъстота е повече от три пъти по-голяма от средната стойност на този показател, се прилага максималната стойност.

4. Когато населението е разпръснато от двете страни на пътя, стойностите за честотата се разделят на 4.

5. Граничните стойности се отнасят за “открита пътна обстановка” и средно ниво на безопасност на пътя. Ако в резултат на наблюдения са налице доказателства за завишено ниво на произшествията в даден участък, какъвто е например случаят с железопътните прелези, съответните гранични стойности трябва да се прилагат предпазливо. Трябва, също така, да се извърши по-подробна количествена оценка на рисковете с помощта на IPORBM.

6. Посочените гранични стойности са приложими към широк диапазон от комбинации от транспортирани вещества. Единствено в случаите, когато става дума за превоз на силно токсични вещества, например вещества от категориите LT3, LT4 или GT5, граничните стойности не са в сила и е необходимо да се извърши подробна количествена оценка с помощта на IPORBM.

1.3. Гранични стойности за транспортиране по железниците

Рискът за външната безопасност при превозите на опасни вещества чрез железопътен транспорт се определя от вида на транспортираните вещества и характеристиките на жп-линиите по-специално, скоростта на движение на влаковите композиции. Извършва се следното типологизиране на жп-линиите:

- Високоскоростни жп-линии (движение със скорост, по-голяма от 40 километра в час)
- Нискоскоростни жп-линии (движение със скорост, по-малка от 40 километра в час)

Веществата се категоризират по схема, която (по исторически причини) е съобразена със спецификата на железопътния транспорт. Въпросната категоризация се позовава изключително на обозначенията от номенклатурата на Кемлер.

Категориите за железопътния транспорт са посочени в Таблица 1.5.

Таблица 1.5. Категоризиране на веществата, съобразено със спецификата на железопътния транспорт

Категория вещества	Обозначения по Кемлер	Забележка
A	23, 263, 239	Запалим газ, втечен, под налягане, например ВНГ
B2	26, 265, 268 (без хлор)	Токсичен газ, втечен, под налягане, например амоняк
B3	Хлор	Извънредно токсичен газ, втечен, под налягане, например хлор
Хлор	Хлор	В специализирани влакови композиции за превоз на хлор
D3	Акрилонитрил	Токсична течност, например акрилонитрил
D4	66, 663, 668, 886, X88, X886	Извънредно токсична течност, например флуороводород
C3	33, 336 (без акрилонитрил), 338, 339, X323, X333, X338	Извънредно запалима течност, например автомобилен бензин

1.3.1. Индивидуален риск

В Таблица 1.6 са представени годишните гранични стойности по отношение на транспортните операции с вещества от С3 и по отношение на “всички опасни вещества”, под чиито гранични стойности не съществуват контури на индивидуалния риск, съответстващи на 10^{-6} .

Таблица 1.6. Годишни гранични стойности, под които не съществуват контури на индивидуалния риск, съответстващи на 10^{-6}

	ТИП НА ЖП-ЛИНИЯ	
	Високоскоростен	Нискоскоростен
Гранична стойност за С3 (железопътни вагони/година)	3000	Индивидуален риск под 10^{-6}
Гранична стойност за “всички опасни вещества” (железопътни вагони/година)	7000	Индивидуален риск под 10^{-6}

Забележки:

1. Първо се извършва проверка за съответствието с граничните стойности за С3, след това – за “всички опасни вещества”.
2. Граничните стойности се прилагат по отношение на движещи се железопътни вагони и “открито” състояние на железопътната линия (липса на тунели, препятствия). Разработена е специална методология за маневрените участъци и страничните коловози (виж Раздел 3.3).
3. При нискоскоростните железопътни линии, за ниво на индивидуалния риск, по-голямо от 10^{-6} за година, са необходими повече от 55 000 транспортни операции за година. Съгласно холандските стандарти, това е нереалистично висока цифра. По тази причина не са представени гранични стойности по отношение на нискоскоростните железници.
4. “Всички опасни вещества” означава вещества, които принадлежат към една от категориите, описани в Таблица 1.5.
5. Посочените гранични стойности за “всички опасни вещества” са приложими към широк диапазон от комбинации от транспортирани вещества. Независимо от това, в случаите, когато става дума за превоз на голям брой токсични течности от категории D3 или D4, граничните стойности не са в сила и е необходимо да се извърши една по-задълбочена количествена оценка на риска. Ориентировъчно, необходимите за високоскоростната мрежа годишни честоти за генериране на нива на индивидуалния риск, по-високи от 10^{-6} за година за категории D3 и D4, са, съответно, 13 000 и 9 000.

1.3.2. Риск за обществеността

Рискът за обществеността зависи от годишната честота на транспортните операции, разстоянието и гъстотата на населението по протежението на железния път. Нивото на риска за обществеността зависи в голяма степен от евентуалното наличие на извънредно токсични газове под налягане.

Критерият за риска за обществото може да бъде надхвърлен в случаите, когато годишната честота при железопътните вагони превишава стойностите, посочени в Таблица 1.7.

Таблица 1.7. Гранични стойности за транспортиране на токсични газове, под които не е превишен критерия за риска за обществото

Категория вещества	Тип на железния път	
	Високоскоростен	Нискоскоростен
ВЗ (железопътни вагони за година)	60	2000
Хлор (железопътни вагони за година)	300	8000

В Таблица 1.8 са поместени праговете, под които годишната честота на транспортните операции с ВНГ при съответна гъстота на населението по протежение на дадения път не водят до стойности на риска за обществеността, които надхвърлят критерия, формулиран по отношение на този риск. Посочени са и граничните стойности за “всички опасни вещества”.

Таблица 1.8. Гранични стойности, под които не се надхвърля критерия за риска за обществеността

Гъстота на населението (жители / хектар)	Гранична стойност за ВНГ (железопътни вагони /година)		Гранична стойност за “всички опасни вещества” (железопътни вагони/ година)	
	Високоскоростни железопътни превози	Нискоскоростни железопътни превози	Високоскоростни железопътни превози	Нискоскоростни железопътни превози
100	1600	8000	7500	37500
90	2000	10000	9000	46000
80	2500	12500	12000	58500
70	3000	16000	15000	76500
60	4500	22000	21000	104000
50	6500	32000	30000	150000
40	10000	50000	47000	234000
30	20000	88000	83000	416000
20	40000	200000	187000	

Забележки:

1. Първо се извършва проверка за съответствието с граничните стойности за извънредно токсичните газове, след това – за ВНГ и накрая - за “всички опасни вещества”.

2. Граничните стойности са формулирани и предохранително (консервативно) т.е. приема се че покритието с население започва непосредствено встрани от железопътната линия.

3. Гъстотата на населението се определя като средна гъстота в зоната, достигаща до 200 метра встрани от железопътната линия. В случаите, когато максималната гъстота е повече от три пъти по-голяма от средната стойност на този показател, се прилага максималната стойност.

4. Таблица 1.8 се отнася за едностранна населеност на района около железопътната линия. Когато населението е разпръснато от двете страни на линията, стойностите за честотата се разделят на 4.

5. Граничните стойности се прилагат по отношение на движещи се железопътни вагони и "открито" състояние на железопътната линия (липса на тунели, препятствия). Разработена е специална методика за маневрените участъци и страничните коловози (виж Раздел 3.3).

6. "Всички опасни вещества" означава вещества, които принадлежат към една от категориите, описани в Таблица 1.5.

1.4. Гранични стойности за транспортиране по вътрешни водни пътища

В съответствие с конвенцията СЕМТ, една от основните характеристики на вътрешните водни пътища е техният клас на плаваемост. Класът на плаваемост дефинира максималния размер на плавателния съд в зависимост от размерите на водния път. Главните водни пътища принадлежат към класове 4, 5 и 6 от класификацията на СЕМТ. В Таблица 1.9 са поместени данни за класовете на плаваемост за конкретни водни пътища, каквито могат да бъдат открити и в [AVV97a].

Таблица 1.9. Класове на плаваемост на конкретни водни пътища

Воден път	Клас	Воден път	Клас
Еемсканал	5	Ваал	6
В. Старкенборгканал	5	Бенеден Мерведе	6
Принцес Маргриетканал	5	Ноорд	6
И.Иссел	5	Холанш Диеп	6
Недерийн	5	Шелде-Рийнканал	6
Лек	5	Маас	5
Амстердам-Рийнканал	6	Юлианканаал	5
Ниове Маас	6	Канаал Гент-Тернеузен	6
Оуде Маас	6	Холанше Иссел	5
Оуде Рийн/Гоуве	4		

Честотата на произшествията се определя от класа на плаваемост. Независимо от това, тази честота може да варира неколккратно (от порядъка на няколко пъти) между различните участъци от един и същ воден път по причина на местни

фактори. По тази причина, използването на годишни гранични стойности за представяне на риска при транспортните операции във водния транспорт е далеч по-проблематично, отколкото при останалите превози. Използването на посочените стойности трябва да се извършва изключително предпазливо при отделяне на подобаващо внимание върху наличието на фактори, указващи завишаване на честотата на произшествията на местна почва.

Превозите на опасни вещества по водните пътища от класове 4 и 5 биват главно такива на запалими течности. По водните пътища от класове 5 и 6, също, зачестяват превозите на токсични вещества.

1.4.1. Индивидуален риск

Нивото на индивидуалния риск в близост до водните пътища се определя предимно от превозите на лесно запалими течности. В Таблица 1.10 са поместени граничните стойности за честотата на годишните транспортни операции при веществата от категория LF2, под които не съществуват контури на индивидуалния риск, съответстващи на 10^{-6} .

Таблица 1.10. Гранични стойности за честотата, под които не съществуват контури на индивидуалния риск, съответстващи на 10^{-6}

Клас на плаваемост	Гранична стойност за веществата от категория LF2 (превози / година)
4	7000
5	6500
6	3000

Забележки:

1. Граничните стойности се отнасят за ситуации със средна безопасност на пътното движение. В случаите, когато натрупаният опит в корабоплаването свидетелства за възможност от увеличаване на честотата на произшествията на определени места, например поради наличието на речен завой в условия на ограничена видимост, вход на док или пристанище или други подобни фактори, посочените гранични стойности трябва да се прилагат изключително предпазливо. Необходимо е да се извършва по-подробна количествена оценка на риска с помощта на IPORBM. Същото важи и по отношение на ситуации, в които разпределението на движението по ширината на водния път е подчертано неравномерно.

1.4.2. Риск за обществеността

Рискът за обществеността се определя от годишната честота на транспортните операции, разстоянието и гъстотата на населението по протежението на водния път. По всичко личи, че рискът за обществеността в Холандия се определя от

превозите на токсични вещества. Гранични стойности се формулират в два случая:

1. В случаите, когато се извършват превози на изключително токсични течности от категории LT3 и LT4, количественото определяне на риска за обществеността е абсолютно задължително.

2. В Таблица 1.11 са поместени годишните гранични стойности по отношение на транспортните операции с амоняк (втечен, под налягане), които, в комбинация с данните за гъстотата на населението по протежението на транспортния маршрут, не съответстват на нива на риска за населението, които превишават критерия за риска за обществеността.

Таблица 1.11. Гранични стойности за честотата, под които не се надхвърля критерия за риска за обществеността

Гъстота на населението (жители / хектар)	Гранична стойност за втечен амоняк под налягане (превози / година) (едностранна заселеност)		
	Клас на плаваемост 4	Клас на плаваемост 5	Клас на плаваемост 6
100	6000	4500	2000
90	7500	5500	2500
80	9500	7000	3000
70	12000	9000	4000
60			5500
50			8000
40			12000
30			22000

Забележки:

1. Граничните стойности се отнасят за ситуации със средна безопасност на движението. В случаите, когато натрупаният опит в корабоплаването свидетелства за възможност от локални увеличения на честотата на произшествията, например поради наличието на речен завой в условия на ограничена видимост, вход на док или пристанище или други подобни фактори, посочените гранични стойности трябва да се прилагат изключително предпазливо. Необходимо е да се извършва по-подробна количествена оценка на риска. Същото важи и по отношение на ситуации, в които разпределението на движението по ширината на водния път е подчертано неравномерно.

2. Когато населението е разпръснато от двете страни на водния път, стойностите за честотата се разделят на 2.

3. В случаите, когато амонякът се превозва в полухерметизирани танкери (температури под 278 K), граничните стойности не се прилагат. Рискът за обществеността не превишава критерия за риска за обществеността.

2. IPORBM

2.1. Въведение

IPORBM е холандски акроним на *Inter Province Committee for Risk Calculation Methodology* (Междубластен Комитет за Методология за изчисляване на риска). Софтуерната програма IPORBM е разработена от консултантската фирма AVIV BV. Програмата представлява стандартизирана изчислителна методология за определяне на рисковете за външната безопасност, произтичащи от превозите на опасни вещества (запалими и токсични газове и течности в неупакован вид) на едро чрез автомобилен, железопътен и воден транспорт или по тръбопроводи [IPORBM]. Методологията за изчисляване на риска предоставя средства за бързо изчисляване на нивото на риска по протежението на определен транспортен маршрут въз основа на ограничен набор от входящи данни. В Раздел 3 е описан метод за идентифициране на транспортните маршрути и конкретните местонахождения, за които трябва да се извършат изчисления за риска. В настоящия раздел ще предоставим информация за програмата IPORBM и необходимите входни данни за всеки вид транспорт. Информацията относно източниците на необходимите входни данни, транспортните системи, транспортните потоци, честотите на произшествията и гъстотата на населението може да се открие в Раздел 4.

Макар, че в повечето случаи IPORBM излъчва резултати при достатъчно висока степен на точност, в конкретни случаи може да се наложи извършване на още по-точни и подробни изчисления за риска (КОР), каквито са описани в Раздел 3.

Не може да бъде извършена категорична преценка дали направените с IPORBM изчисления са достатъчни или са необходими допълнителни анализи. Необходимо е да се проявява особена предпазливост по отношение на специфични ситуации, които се различават от стандартните, заложените в същността на IPORBM и описани по-долу. По-специално, анализът трябва да бъде по-задълбочен в случаите, когато изчислителните резултати се доближават критично до зададените критерии за риска, или тогава, когато резултатите от изчисленията имат решаващо отношение към проблема за безопасността и, като такива, се очаква да бъдат предмет на задълбочено обсъждане. Може да се наложи някои от стойностите “по подразбиране” на параметрите на програмата да бъдат променени в отговор на произтичащите от конкретната ситуация изисквания.

2.2. IPORBM: общо описание

Програмата е настроена да определя риска за обществеността и индивидуалния риск от превозите на принадлежащи към различни категории опасни вещества по определен маршрут, наричан “траектория” (участък от транспортния маршрут). В IPORBM всички “траектории” (участъци от маршрутите) се дефинират като прави линии при допускането за липса на препятствия, такива като тунели или звукоизолиращи прегради (открит маршрут). В някои специфични случаи,

например, ако има препятствия, ако маршрутът е издигнат над нивото на заобикалящия район или ако по протежението на маршрута има резки завой, получените чрез IPORBM резултати не са съвсем точни, поради което се препоръчва да се извърши по-детайлно изчисляване.

При IPORBM, разнообразието от транспортирани вещества се редуцира до система от относително малък брой категории, в рамките на всяка от които веществата се характеризират със сходни коефициенти на риска. Всяка категория може да бъде охарактеризирана чрез конкретно, представително за цялата категория, вещество. Това категоризиране на веществата е описано в Раздел 4, като трябва да се отбележи, че наред с други неща, категоризирането се основава на такива характеристики като агрегация, летливост, запалимост или токсичност на веществата. Що се отнася до тръбопроводите, IPORBM дава възможност за изчисляване на рисковете при ограничен брой вещества и комбинации от диаметри и работни налягания на тръбопроводите.

При IPORBM, рисковете при транспортиране при всички основни видове транспорт се характеризират с ограничен брой събития със “загуба на херметичност” и ограничен брой типични транспортни средства и характеристики на транспортния път. Цитираните събития са взимани от няколко доклада и са описани в Раздел 3 от настоящия документ, както и в [IPORBM]. В IPORBM обикновено се извършва дефиниране на несъществени и съществени събития със “загуба на херметичността”. IPORBM предоставя наготово изчислени данни за физичните ефекти на тези събития със загуба на херметичност и последващите ги събития (сценарии) за шестте основни метеорологични типа (Таблица 2.1).

Таблица 2.1. Метеорологични типове, на които се позовава IPORBM

Метеорологичен клас (Клас на Паскуил, скорост на вятъра)	Вероятност за времето “през деня”	Вероятност за времето “през нощта”
B3.0	0.220	0.000
D1.5	0.122	0.149
D5.0	0.299	0.262
D9.0	0.359	0.261
E5.0	0.000	0.112
F1.5	0.000	0.216

За охарактеризиране на района около транспортния път, транспортното средство, изпускането или разсейването на опасните вещества, се използват параметри с фиксирани стойности. Резултатите от тези изчисления са въведени в т. нар. матрица на резултатите. По този начин, за пълно определяне на нивото на риска програмата трябва да изпълни ограничен брой изчисления. Потребителят предоставя изцяло на програмата контрола върху сценариите за аварията или изчисленията за последствията. Потребителят единствено въвежда описание на участъка от пътя, типа на участъка от маршрута (характеристиките на маршрута, данните за населението, годишната честота на превозите при всяко вещество и транспортната категория, вероятностите за възпламеняване и вероятностите за проявление на шестте метеорологични типа, въз основа на които се извършват изчисленията. Посоката на вятъра не може да се вземе под внимание, тъй като

IPORBM възприема равномерно разпределение на вероятността за същата. Препоръчва се да се работи с конкретни честоти на аварията. Ако за честотите на аварията се използват стойности “по подразбиране”, трябва да се установява дали същите предопределят надценяване или подценяване на действителния риск.

При IPORBM, гъстотата на населението се изобразява с помощта на правоъгълници по протежение на пътя при допускане за равномерно разпределение на гъстотата във вътрешността на всеки правоъгълник. Като входящи параметри може да се въведат размера на въпросните правоъгълници, разстоянието от всяка една от страните на транспортния път (измерено от оста на транспортния път) и средната гъстота на населението във вътрешността на правоъгълниците. Ситуации, при които е налице съсредоточаване на големи групи от хора на едно място за кратко време, например по стадионите, трябва да бъдат обект на специфични изчисления.

В много случаи гъстотата на населението и спецификата на превозите зависят от часа в денонощието. Гъстотата на населението може да се подраздели на относителни дялове за гъстота на населението “през деня” и такава “през нощта”. Освен това, могат да се уточнят относителните дялове на превозите, които се извършват “през деня” и “през нощта”. В Раздел 3 е разгледано как и с каква степен на детайлност трябва да се извършват изчисленията за определяне на гъстотата на населението.

При запалимите газове и течности, по отношение на всяко по-голямо или по-малко изтичане (Събития със загуба на херметичност - СЗХ) се дефинират вероятности за директно и забавено възпламеняване. В следващите раздели са поместени стойности “по подразбиране” за всеки от основните видове транспорт. При извършването на изчисленията за определяне на индивидуалния риск се допуска, че парният облак се възпламенява в момента, когато същият формира своя максимален размер. При изчисленията на риска за обществото, времето на възпламеняване, зависи от наличието на източници на възпламеняване. Максималната вероятност за забавено възпламеняване на газовия облак е равна на въведената стойност. При забавеното възпламеняване са налице два варианта. Потребителят дефинира дали вероятността за възпламеняване ще зависи от гъстотата на населението под разрастващия се газов облак, или ще бъде функция на изминатото от облака разстояние. Препоръчва се допускането на първата възможност.

Могат да възникнат ситуации, в които да има присъствие на други видове източници на възпламеняване (например, такива свързани с пътното движение или промишлената дейност), в които възприетите чрез IPORBM апроксимации да се окажат неподходящи. В подобни случаи се препоръчва да се прибегва до извършването на по-подробни изчисления.

Получените резултати, след въвеждането на всички необходими входящи данни и изпълнението на изчисленията от програмата, се изобразяват под формата на контури на индивидуалния риск по цялото протежение на транспортния маршрут и под формата на графики за риска за обществото за километър от дължината на маршрута. Входящите данни и резултатите от изчисленията могат да бъдат запазени върху диск. Изчислените резултати по отношение на честота / брой на

смъртните случаи могат да се представят върху екран под формата на текстова информация, графики за риска за обществеността (известни още под наименованието FN-криви (честота / брой на смъртните случаи) и контури на индивидуалния риск. Графичните изображения на риска могат да се отпечатват с помощта на принтери или плотери. Може да се покаже приноса на различните категории вещества към общия риск.

2.3. Автомобилен транспорт

Необходимите входящи данни по отношение на автомобилния транспорт са онагледени на Фигура 2.1 и Фигура 2.2. При работа с IPORBM, системата на автомобилните превози се описва въз основа на предварително възприета категоризация на типовете автомобилни пътища, предварително избрана дължина на пътния участък, предварително уточнена годишна честота на превозите при пълна натовареност на системата за съответните категории вещества (комбинации от транспортирани вещества: LF-GT) и предварително фиксирани данни за гъстотата на населението по протежението на транспортния път. Може да се дефинира и относителния дял на извършваните превози “през деня” спрямо общия брой на превозите в денонощието. При автомобилните превози, въпросното съотношение има фиксирана “по подразбиране” стойност от порядъка на 0.8 (80 %). Вероятността за изтичане на определено количество опасно вещество се определя от типа на пътя и типа на транспортното средство. IPORBM съдържа стойности “по подразбиране” за честотата на изтичанията от цистерни за превоз на течности под налягане (херметизирани цистерни) и цистерни за превоз при атмосферно налягане, за всеки от четирите възможни типа пътища. Въпросните типове са: магистрала, път извън застроена зона, път във вътрешността на застроена зона и общ тип. Потребителят разполага със свобода на избор по отношение на честотите на изтичанията от цистерни при атмосферно налягане в рамките на конкретни участъци от транспортния път (при цистерни под налягане, честотите на изтичанията се определят от IPORBM с помощта на фиксирано съотношение между цистерните при атмосферно налягане и цистерните под налягане). В Раздел 4 е описана процедура за определяне на, зависещите от конкретното местонахождение, честоти на изтичанията, въз основа на данни за честотата на злополуките за конкретното място. На Фигура 2.2 са отразени възприети “по подразбиране” стойности за вероятността за възпламеняване. По отношение на пожарите от възпламеняване на течен разлив се приема, че въздействията при забавено възпламеняване са еднакви и се извършва сумиране на вероятностите за непосредствено и забавено възпламеняване. Препоръчва се да се работи със стойностите “по подразбиране”, макар че стойностите “по подразбиране” за вероятността за възпламеняване подлежат на промени.

Road transport

escription **Road trajectory example**

Code **A17_1** Begin **17000** length **4900** Type **1. Motorway**

Transport composition

LF1	1000	LT1	500	GF1	0	GT1	0
LF2	8000	LT2	1000	GF2	0	GT2	0
		LT3	0	GF3	700	GT3	250
		LT4	0			GT4	0
						GT5	0
						GT6	0
						GT7	0

Population data

Partial trajectory	LEFT				RIGHT			Outflow frequency	
	Start	End	Dist.	Width	Per ha	Dist.	Width		Per ha
1	17500	18000	100	250	120	50	50	400	8.40E-9
2	18050	19250	75	44	32	0	0	0	8.40E-9
3	0	0	0	0	0	0	0	0	8.40E-9
4	0	0	0	0	0	0	0	0	8.40E-9
5	0	0	0	0	0	0	0	0	8.40E-9
6	0	0	0	0	0	0	0	0	8.40E-9

Фигура 2.1 Главно меню за входните данни при автомобилните превози

Road parameters

OK Cancel Default

	Day	Night
Population fraction	1.00	1.00
Day/Night ratio	0.80	0.20
Ignition probability, only for societal risk	Ignition probability	Units
(*) Independent of passage time	0.15	/person/s
() Dependent on passage time	1.70E-3	/person/s
Ignition probability scenarios	Delayed	Immediate
minor pool (LF1, LF2)	N/A	0.13
major pool (LF1, LF2)	N/A	0.13
Gas continuous	0.20	0.80
Gas instantaneous	0.20	0.80

Фигура 2.2 Диалогов прозорец за параметрите при автомобилните превози

2.4. Железопътен транспорт

Холандската железопътна система може да се разглежда като съчетание от маневрени зони, открити железопътни линии и странични козовози (раздел 3.3). IPORBM се занимава с рисковете при жп-транспорт на опасни вещества под формата на запалими и токсични газове и течности в неупакован вид, за случаите на движещи се, по открит релсов път, вагони. Потребителят трябва да има предвид, че произшествията, възникващи при пристигането или заминаването на

влаковите композиции в точките на свързване на откритите железопътни участъци със зоните за маневриране, не представляват предмет на разглеждане в IPORBM. В тази връзка, по отношение на местата, които се намират в близост до маневрените зони трябва да се извършват отделни (подробни) КОР.

При работа с IPORBM, системата на железопътните превози се описва въз основа на типа на участъка от релсовия път, дължината на въпросния участък, типа на влаковата композиция, в която се извършва превоза на опасните вещества, годишната честота на транспортните операции за всяка категория вещества и всеки тип влакова композиция и данните за гъстотата на населението по протежение на транспортния път. Необходимите входящи данни при железопътните превози са онагледени на Фигура 2.3 и Фигура 2.4.

В съответствие с кодовете от номенклатурата на превозваните вещества на Кемлер (код Danger Index или код GEVI) са дефинирани шест категории вещества (A, B2, B3, C3, D3 и D4) (виж Таблица 1.5). Данни за превозите на опасни вещества могат да се набавят от съществуващата информация за Холандските железници (NS), главният оператор в системата на железопътния транспорт в Холандия. Приема се без доказване, че 33 % от железопътните превози се извършват “през деня”, а останалите 67 % - “през нощта”.

Поради разликата в т. нар. началните (изходни) вероятности от аварии се прави разграничение между два основни вида железопътни превози – високоскоростни и нискоскоростни. Средната стойност на началната вероятност от авария за, намиращ се в открит железопътен участък, железопътен вагон е 3.6×10^{-8} за вагон-километър. Средният брой на участващите в аварията железопътни вагони зависи от скоростта на движение на влаковата композиция. След вземане под внимание на този аспект, за средната вероятност от авария се формират стойности от порядъка на $2,2 \times 10^{-8}$ при движение със скорости, по-малки от 40 километра в час (нискоскоростен железопътен транспорт) и $4,5 \times 10^{-8}$ при движение със скорости, по-големи от 40 км/ч (високоскоростен железопътен транспорт) за вагон-километър.

IPORBM различава три типа влакови композиции: смесени влакови композиции, блокови влакови композиции и влакови композиции, специално предназначени за транспортиране на хлор. За влакови композиции, специално предназначени за транспортиране на хлор, в състава на които има единствено вагони за хлор, се възприема пет пъти по-ниска стойност за началната вероятност от авария поради факта, че в Холандия въпросните влакови композиции са обект на свръхстроги мерки за безопасност. Смесените композиции представляват съчетания от вагони за превоз на запалими газове (вещества от категория A) и вагони за транспортиране на запалими течности (вещества от категория C3). При смесените влакови композиции допусканата вероятност за възникване на BLEVE от запалими газове е два пъти по-голяма от тази при блоковите композиции. По този начин се компенсира повишената пожарна опасност, получаваща се в резултат на наличието на вагони със запалими течности. Блоковите влакови композиции (за запалими газове) представляват влакови композиции, в състава на които няма вагони за превоз на запалими течности.

При IPORBM се работи със стандартни средни стойности “по подразбиране” за честотите на аварията, които, зависят от типа на релсовия път и типа на влаковата

композиция. Средностатистическата ситуация се дефинира като съчетание от открит железопътен участък и средноголям брой железопътни прелези (0,66 за километър) и железопътни стрелки (0,27 за километър) при наличие на система за сигурност от типа "АТВ". Независимо от това, могат да съществуват частни случаи, в които е целесъобразно да се работи с конкретни честоти по отношение на конкретни отсечки от железопътния участък. Средната честота на аварията, $3,6 \times 10^{-8}$ за вагон километър, може да се умножи с коефициент, чиято стойност за някои конкретни ситуации може да се вземе от Таблица 2.2. Все още не са приети корегиращи коефициенти за частния случай на транзитно преминаващи, през железопътните и разпределителните гари, влакови композиции.

Таблица 2.2. Коефициенти, с които в някои конкретни случаи се умножава средната стойност на честотата на аварията, $3,6 \times 10^{-8}$ за вагон-километър.

Конкретна ситуация	Коефициент
Движение с висока скорост (над 40 километра в час)	1,26
Движение с ниска скорост (под 40 километра в час)	0,62
Наличие на АТВ-ново поколение	0,9
Липса на прелези и стрелки (km^{-1})	0,6
Един прелез, липса на стрелки (km^{-1})	0,8
Една стрелка, липса на прелези (km^{-1})	1,5
Един прелез и една стрелка (km^{-1})	1,8
Наличие на система за известяване при прегряване на буксите на колоосите	0,8

Вероятностите за възпламеняване на запалими газове (А) и течности (С3) са показани на фиг. 2.4. В случаите на "пожар в локва", въздействията от мигновено и забавено възпламеняване се приемат, че са равни и вероятностите се събират. Препоръчва се да се използват "стойности по подразбиране", въпреки че тези "стойности по подразбиране" за вероятностите за възпламеняване могат да се променят.

Railway transport

Description **Railway trajectory example**

Code **ENS-DEV** Begin **2100** Length **1000** Type **1. HS high speed**

Transport composition

A block **1000** B2 **250** C3 **1200** D3 **0**
 A mixed **0** B3 **0** D4 **0**
 Chlorine tr **0**

Partial trajectory		Population data						Accident frequency	
Start	End	Dist.	LEFT		RIGHT				
			Width	Per ha	Dist.	Width	Per ha		
1	1600	3600	25	150	65	125	100	20	4.50E-8
2	2200	2500	200	300	120	0	0	0	4.50E-8
3	0	0	0	0	0	0	0	0	4.50E-8
4	0	0	0	0	0	0	0	0	4.50E-8
5	0	0	0	0	0	0	0	0	4.50E-8
6	0	0	0	0	0	0	0	0	4.50E-8

Фигура 2.3 Главно меню за входните данни при железопътни превози

Railway parameters

OK **Cancel** **Default**

	Day	Night
Population fraction	1.00	1.00
Day/Night ratio	0.33	0.67
Ignition probability, only for societal risk	Ignition probability	Units
<input checked="" type="checkbox"/> Independent of passage time	0.15	/person/s
<input type="checkbox"/> Dependent on passage time	1.70E-3	/person/s
Ignition probability scenarios	Delayed	Immediate
minor pool C3	N/A	0.25
major pool C3	N/A	0.25
Gas continuous	0.50	0.50
Gas instantaneous	0.20	0.80

Фигура 2.4 Диалогов прозорец за параметрите при железопътни превози

2.5. Вътрешен воден транспорт

В IPORBM, системата на вътрешните водни пътища се описва чрез типа и ширината на водния път, дължината на участъка от водния път, годишната честота на превозите за дадена категория вещества и даден тип на плавателния съд и данните за гъстотата на населението по протежението на водния път. Необходимите входящи данни са показани на Фигура 2.5 и Фигура 2.6.

В IPORB се използват стойности “по подразбиране” за началната вероятност от аварии при всеки тип воден път. Основна характеристика на водните пътища е техният клас на плаваемост. Ако номерът на класа на плаваемост е, например, 6, става дума за главен воден път. Информация за всички холандски водни пътища се съдържа в [AVV97a]. Класовете на плаваемост за известен брой водни пътища в Холандия са посочени в Раздел 1.4. Началните вероятности от аварии се дефинират за части от участъка от водния път и се позовават на аварии, които имат за резултат значително увреждане на един или няколко плавателни съда. След това, тази информация, заедно с данните за типа на водния път и определения плавателен съд, се използва от компютърната програма за изчисляване на вероятността за настъпване на събитие със “загуба на херметичност”. Допуска се, че аварията са разпределени по цялата ширина на водния път. При IPORBM, водният път се подразделя на девет коридора с еднаква ширина и за всеки от коридорите се определя неговия относителен дял в общата честота на аварията. Възприетите “по подразбиране” начални стойности за честотите на аварията в IPORBM са индикативни; същите могат да се използват единствено като първо (грубо) приближение по пътя към определянето на действителните нива на риска. Налице е широк спектър от начални вероятности за аварията. В близост до изкуствените обекти по протежението на водните пътища (мостове, шлюзове) или в околността на прелезите и стеснени речни завои честотите на аварията могат да нараснат десет или дори сто пъти. По отношение на подобни случаи е целесъобразно да се работи със специфични честоти, получени въз основа на опита в корабоплаването или историческите данни, ако такива съществуват.

Данни за спецификата и обема на превозите обикновено могат да бъдат открити в регистрите на преминалите през шлюзовете плавателни съдове. Както може да се види от Таблица 2.3, при водния транспорт могат да се дефинират 8 основни категории превозвани вещества и четири основни типа превозващи плавателни съдове. Типовете плавателни съдове са както следва: танкери за превоз на вещества под налягане (PRESSURE), танкери за превоз на вещества под “полуналягане” [SEMI], еднокорпусни и двукорпусни танкери. IPORBM не се занимава с рисковете при плавателните съдове на морското корабоплаване. Приема се, че 50 % от превозите по вода се извършват от времето “през деня” и 50 % - от времето “през нощта”. На Фигура 2.6 са показани стойности “по подразбиране” на вероятностите за възпламеняване на запалими газове (GF3) и течности ((LF1, LF2). По отношение на пожарите от възпламеняване на разлети течности – “пожар в локва” се допуска, че въздействията при мигновено и забавено възпламеняване са еднакви и вероятностите се сумират. Преоръчва се да се работи със стойностите “по подразбиране”, макар че стойностите “по подразбиране” за вероятностите за възпламеняване могат да се променят .

Таблица 2.3. Категории вещества и типове плавателни съдове

Основна категория вещества	Подкатегория	Тип плавателен съд
Лесно запалим газ	GF3	Под налягане
Токсичен газ	GT3	Под налягане
Токсичен газ	GT3	Под "полуналягане"
Лесно запалима течност	LF1	Едно-/двукорпусен
Лесно запалима течност	LF2	Едно-/двукорпусен
Токсична течност	LT1	Едно-/двукорпусен
Токсична течност	LT2	Едно-/двукорпусен
Токсична течност	LT3	Едно-/двукорпусен
Токсична течност	LT4	Едно-/двукорпусен

Waterway
 description Waterway section example
 Code WAAL_123 Begin 12300 length 2000 Type 3: nau. class 6
 Width 225.0
 Accid. dist. Left 0.11 0.11 0.11 0.11 Center 0.12 0.11 0.11 0.11 Right
 Transport composition
 Substance category Vessel type Annual number
 1 GT3 PRESSURE 1230
 2 GT3 SEMI 700
 3 LT2 Single wall 600
 4 LF2 Single wall 1500
 Population data
 Partial trajectory Start End Dist. LEFT Width Per ha Dist. RIGHT Width Per ha Accident frequency
 1 12000 14700 150 90 150 0 0 0 1.40E-6
 2 13050 14100 0 0 0 200 150 100 1.40E-6
 3 0 0 0 0 0 0 0 0 1.40E-6
 4 0 0 0 0 0 0 0 0 1.40E-6
 5 0 0 0 0 0 0 0 0 1.40E-6

Фигура 2.5 Главно меню за входните данни при превозите по вътрешните водни пътища

Waterway parameters
 OK Cancel Default
 Day Night
 Population fraction 1.00 1.00
 Day/Night ratio 0.50 0.50
 Ignition probability, only for societal risk Ignition probability Units
 (.) Independent of passage time 0.15 /person/s
 (.) Dependent on passage time 1.70E-3 /person/s
 Ignition probability scenarios Delayed Immediate
 Flammable gases 0.10 0.50
 LF1 N/A 0.01
 LF2 N/A 0.13

Фигура 2.6 Диалогов прозорец за параметрите при превозите по вътрешните водни пътища

2.6. Транспортиране по тръбопроводи

В IPORBM, системата за транспортиране по тръбопроводи се описва чрез веществото, типа на тръбопровода, дължината, диаметъра, работното налягане и данните за гъстотата на населението по протежението на тръбопровода. IPORBM се прилага за веществата, диаметрите и работните налягания, посочени в Таблица 2.4. Ако става дума за транспортиране на други вещества, IPORBM е неприложим и пресмятането на рисковете трябва да се извърши по друг начин. В Холандия, по отношение на някои вещества, такива като природния газ и течностите K1 и K2, се прилагат указания под формата на наредби (за зонирването). По отношение на тези вещества не може да се извършват изчисления за индивидуалния риск; вместо това IPORBM предоставя изискваните разстояния на зонирване (райониране), показани в Раздел 3.5. Рискът за обществеността може да бъде изчислен за всички упоменати в Таблица 2.4 вещества. За разлика от другите видове транспорт, изчисленията при тръбопроводи се ограничават до рисковете, произтичащи от експлоатацията само на един тръбопровод. Този подход е съобразен с текущата в тази сфера практика в Холандия. Необходимите входящи данни за IPORBM са онагледени на Фигура 2.7 и Фигура 2.8. На Фигура 2.8 са показани стойности “по подразбиране” за вероятността от възпламеняване на лесно запалимите газове и течности. Потребителят може да промени стойностите “по подразбиране”. При изчисленията за индивидуалния риск се допуска, че всеки изтекъл в атмосферата запалим газ винаги се възпламенява без каквито и да било изключения.

Информация за спецификата и начина за транспортиране на опасните вещества по тръбопроводи може да се набавя от операторите на тръбопроводите. Приема се, че транспортирането на веществата се осъществява на денонощен принцип, като 50 % се транспортират “през деня” и 50 % - “през нощта”. Честоти за аварията се въвеждат за всяка част от участъка от тръбопровода. Стойности “по подразбиране” се дават за всеки тип тръбопровод. Прави се разграничение между следните типове:

- Тръбопроводи разположени върху специално предназначени за това трасета
- НТЛ: тръбопроводи от мрежата за транспортиране на природен газ при високо налягане
- NEN 3650/RTL, нови: тръбопроводи, построени в съответствие с NEN 3650
- NEN 3650/RTL, стари: тръбопроводи, несъответстващи на NEN 3650

Стойностите “по подразбиране” могат да се променят във всички случаи, в които се въвежда специална система за управление на безопасността или се осъществява допълнително “нестандартно” мероприятие за ограничаване на изтичането (автоматични спирателни клапани) или предпазване на тръбопровода от външно въздействие (насипване на тръбопровода със земен слой или инсталиране на двустенни тръбопроводи). Не могат да се открият, обаче, конкретни препоръки относно величината на поправъчните коефициенти, които трябва да бъдат приложени.

Таблица 2.4. Типове тръбопроводи по IPORBM

Категория вещества	Диаметър (инча)	Работно налягане (атмосфери)
Природен газ	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 24, 30, 36, 42, 48	40, 60, 90
Амоняк	4, 6, 8	10, 14, 20
Хлор	2, 3, 4	12 – 20
Етилен (Етен)	6, 8, 10	50, 75, 100
Етиленов оксид	6 – 10	5 – 10
K1	4, 6, 8, 10, 12	Всички налягания
K2	4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 24, 30, 36	Всички налягания
Въглероден оксид	6, 8, 24	20, 30
Пропан	6, 8, 10	50, 75, 100
Винил хлорид	6, 8, 10	50, 75, 100

Pipeline

Description **Pipeline trajectory example**

Code **PL_01_CX** Begin **0** Length **3400** Type **Z: NEN3650/RTL new**

Pipeline trajectory data

Substance name **Z: Ammonia** Diameter [inch] **Z: 6 inch** Pressure [atm] **Z: 14 atm.**

Population data

	Partial trajectory		Population data						
	Start	End	Dist.	Width	Per ha	Dist.	Width	Per ha	Failure frequency
1	0	1500	10	230	100	0	0	0	6.10E-4
2	1450	2500	0	0	0	10	1000	100	6.10E-4
3	0	0	0	0	0	0	0	0	6.10E-4
4	0	0	0	0	0	0	0	0	6.10E-4
5	0	0	0	0	0	0	0	0	6.10E-4
6	0	0	0	0	0	0	0	0	6.10E-4
7	0	0	0	0	0	0	0	0	6.10E-4

Фигура 2.7 Главно меню за входните данни при транспортиране по тръбопроводи

Pipeline parameters		
	Day	Night
Population fraction	1.00	1.00
Day/Night ratio	0.50	0.50
Ignition probability, only for societal risk	Ignition probability	Units
<input checked="" type="radio"/> Independent of passage time	0.15	/person/s
<input type="radio"/> Dependent on passage time	1.70E-3	/person/s
Ignition probability scenarios	Delayed	Immediate
Natural gas - rupture	0.91	0.09
Ethene/Propane/Vinyl chloride leakage	0.86	0.14
Ethene/Propane/Vinyl chloride rupture	0.70	0.30
Ethylene oxide	N/A	0.10
K1 liquids	N/A	0.10
K2 liquids	N/A	0.01

Фигура 2.8 Диалогов прозорец за параметрите при транспортиране по тръбопроводи

3. ПОДРОБНА КОР

3.1. Въведение

Настоящият раздел предоставя информация за принципите при изготвянето на подробна количествена оценка на риска (КОР) по отношение на превозите на неупаковани (в насипно състояние) опасни вещества в съответствие с текущата практика в Холандия. Идентифицирани са събитията със “загуба на херметичност”, които трябва да бъдат взети под внимание при изготвянето на КОР. Посочени са съответните честоти на отказите и различните събития, които произтичат от аварийните изпускания, и техните вероятности. Моделирането на емисиите, разсейването, излагането на въздействията и пораженията и изчисляването и представянето на резултатите, обаче, не са обект на задълбочено разглеждане. Очертани са единствено различията по отношение на моделирането в сравнение с това вече описано за стационарните инсталации на територията на дадено предприятие.

Правилата за извършване на КОР имат общ характер и са приложими по отношение на “открити” състояния, т.е. транспортни пътища, където няма препятствия, такива като тунели, звукоизолиращи прегради или други подобни. Ситуациите, в които има препятствия, се различават в няколко аспекта от състоянията без препятствия и, като такива трябва да бъдат разглеждани за всеки конкретен случай поотделно. Въпросните аспекти са описани в качествено отношение в подраздел 3.2.5.

Изходните данни за целите на изготвянето на КОР за конкретен транспортен маршрут са както следва:

- Описание на транспортните потоци (брой на обслужващите транспортни средства през календарната година по вещества или категории вещества , през различни периоди от време “през деня” и “през нощта”);
- Описание на транспортните средства (типично превозвани товари) ;
- Описание на транспортния път (тип на пътя, налични препятствия);
- Информация за броя на произшествията и натовареността на пътното движение, с цел определяне на честотата на произшествията;
- Описание на източниците на възпламеняване;
- Свойства на превозваните (представителните) вещества;
- Класификация на терена, заобикалящ транспортния маршрут;
- Метеорологични данни;
- Население в района, заобикалящ транспортния маршрут.

Указания относно придобиването на въпросните данни, препоръчителните стойности и източниците на информацията се съдържа в следващия подраздел и Раздел 4.

Степента на подробност на изготвяната КОР може да бъде изменяна в зависимост от това дали се използват, имащи отношение към конкретното местонахождение, данни за честотата на произшествията и дали КОР взема под внимание някои

специфични вещества или категории вещества. За предпочитане е при изготвянето на КОР да се използват, имащи отношение към конкретното местонахождение, данни за честотата на произшествията. Освен това, чрез разглеждане на всеки конкретен случай поотделно, може да се осъществи вариране на събитията и на сценариите “по подразбиране” за изпусканията в отговор на изискванията на конкретната ситуация. Общи правила за това не могат да бъдат дадени. Раздел 3 съдържа описанието на метод за идентифициране на транспортните пътища и конкретните места, за които трябва да се направи количествената оценка за риска. В Раздел 2 IPORBM е представена стандартна изчислителна методика за определяне на рисковете, произтичащи от транспортирането на опасни вещества.

3.2. Автомобилен транспорт

3.2.1. Събития със “загуба на херметичност”

Решаващ принос за формирането на риск при превозите на опасни вещества чрез автомобилен транспорт имат превозите на неупаковани материали на едро. До настоящия момент, транспортирането на вещества в по-малки опаковки (варели, бутилки) и транспортирането на експлозиви и радиоактивни вещества не са били предмет на разглеждане при КОР. При КОР се прави разграничение между лесно запалими и токсични вещества (течности и газове), превозвани в транспортни средства при атмосферно налягане или в херметизирани транспортни средства (автомобилни цистерни и контейнери за резервоари).

Типичната вместимост на автоцистерните при атмосферно налягане в Холандия е 23 тона. Цистерните за съхранение на запалими газове под налягане побират типично 20-25 тона, а за съдържанието на цистерните за съхранение на токсични газове под налягане може да се възприеме типична стойност около 16 тона.

Посочените по-долу събития със “загуба на херметичност” при превозите чрез автомобилен транспорт са взаимствани от [AVIV94, VeVoWeg96]:

Автомобилни цистерни при атмосферно налягане и контейнери за резервоари:

- Изпускане на цялото съдържащо се количество
- Изпускане на 5 кубически метра от съдържащото се количество
- Изпускане на 0,5 кубически метра от съдържащото се количество

Автомобилни цистерни и контейнери за резервоари под налягане:

- Мигновено изпускане на цялото, съдържащо се в транспортното средство, количество
- Продължително изпускане през отвор с ефективен диаметър 50 мм (2 inch)

Забележки:

1. При изготвянето на КОР не се прави разграничение между автомобилни цистерни и контейнери за резервоари
2. Някои вещества (водород) се транспортират в неупакован вид на едро под формата на сгъстени газове или дълбоко охладени течности. Годишната честота на транспортните операции с подобни вещества е твърде малка в сравнение с честотата на превозите на веществата, които имат решаваща роля за формиране на риска, поради което в повечето случаи, от практически съображения, въпросните вещества могат да не се вземат под внимание при извършването на изчисленията.
3. Събитията със “загуба на херметичност” при транспортиране на експлозиви и радиоактивни вещества се различават от събитията при запалимите и токсичните материали (течности и газове). Поради факта, че транспортирането на експлозиви и радиоактивни вещества е относително рядко явление, същите могат да не бъдат включени в разглежданията при КОР.
4. При изпускане на 0,5 кубически метра от транспортно средство за превоз при атмосферно налягане се образува неголяма локва. В повечето случаи, като изтичане в открит пътен участък, подобни “събития със загуба на херметичност” могат да не се вземат под внимание при изчисленията.

3.2.2. Честота на произшествията и изтичанията, събития и вероятности на събитията

Честотата на настъпване на дадено опасно събитие, на дадено място от пътя, за дадено транспортно средство, за година, представлява произведение на началната честота на аварирание (за 1 транспортно средство за 1 километър) с вероятността за значимо изпускане (> 100 kg) при аварирание на даденото транспортно средство и вероятността за настъпване на опасното събитие при наличие на значимо изпускане.

Произведението на началната честота на аварииите с вероятността за изпускане се нарича вероятност от изтичане. В Таблица 3.1 са поместени, взаимствани от [AVIV94] общи стойности за този показател (за транспортно средство за километър), отнасящи се за различни типове пътища и транспортни средства при атмосферно налягане и под налягане. Общите стойности са съобразени с данните за известен брой познати от практиката авариии с познато изтичане на опасни вещества с определен период на изтичане и статистически данни за превозите на опасни вещества през същия период. Вероятността за значимо изпускане (> 100 kg) при дадена начална честота на аварииите не може да се определи директно, тъй като началната честота на аварииите при транспортните средства с опасни вещества (включително инцидентите, при които няма изтичане) не може да се извлече въз основа на общите статистически данни за аварииите.

Таблица 3.1. Честота на изтичанията за различни типове пътища

Тип на пътя	Честота на изтичанията (1/транспортно средство.километър)	
	Под налягане	При атмосферно налягане
Магистрала	$4,32 \times 10^{-9}$	$8,38 \times 10^{-9}$
Извън населени места	$1,22 \times 10^{-8}$	$2,77 \times 10^{-8}$
В границите на населени места	$3,54 \times 10^{-9}$	$1,24 \times 10^{-8}$

Текущата практика при изготвянето на подробни и съобразени, с местната специфика, КОР в Холандия се основава на допускането, че честотата на изтичанията е линейна функция на честотата на съпроводените със злополуки аварии. Честотата на изтичанията за конкретен пътен участък може да се определи чрез умножаване със съотношението между съобразената с местната специфика честота на аварията и средната честота на съпроводените със злополуки аварии за съответния тип на пътя. Тази процедура е описана в Раздел 4.3.2.

Опасните събития в резултат на изпускане, които трябва да се вземат под внимание при КОР са, както следва:

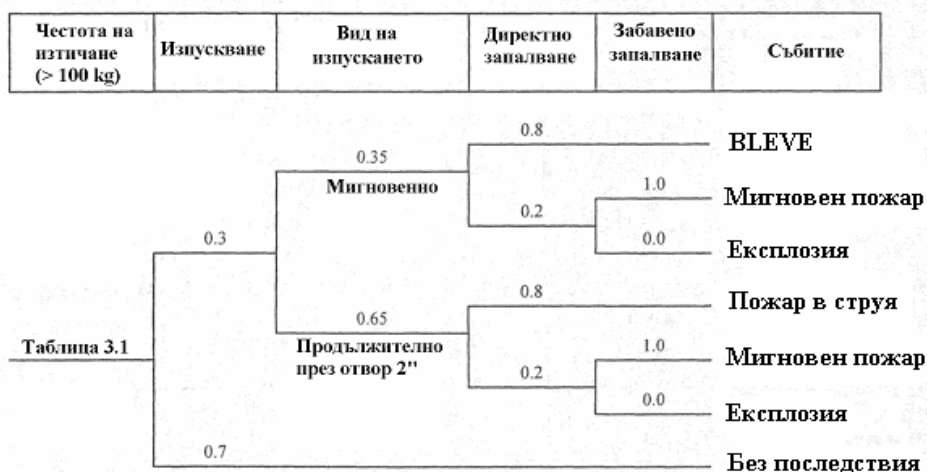
- Излагане на въздействието на токсични вещества;
- BLEVE;
- Факелно горене (пожар в струя);
- Пожар в локва;
- Мигновен пожар;
- Експлозия.

Като готови стойности при КОР се използват представените в Таблица 3.2 вероятности за незабавно възпламеняване. Забавеното възпламеняване при изчисляване на риска за обществеността се моделира като функция на разпределението на източниците на възпламеняване (подробна КОР за съществуваща/бъдеща ситуация). В случаите, когато конкретните местонахождения на източниците на възпламеняване не са известни, вместо тях могат да се използват стойностите от Таблица 3.2 (КОР за типова ситуация). Забавеното възпламеняване при изчисляване на индивидуалния риск трябва да се моделира така, че да се получи максимален ефект. Допуска се, че възпламеняването настъпва в момента на формиране на максималната площ на облака.

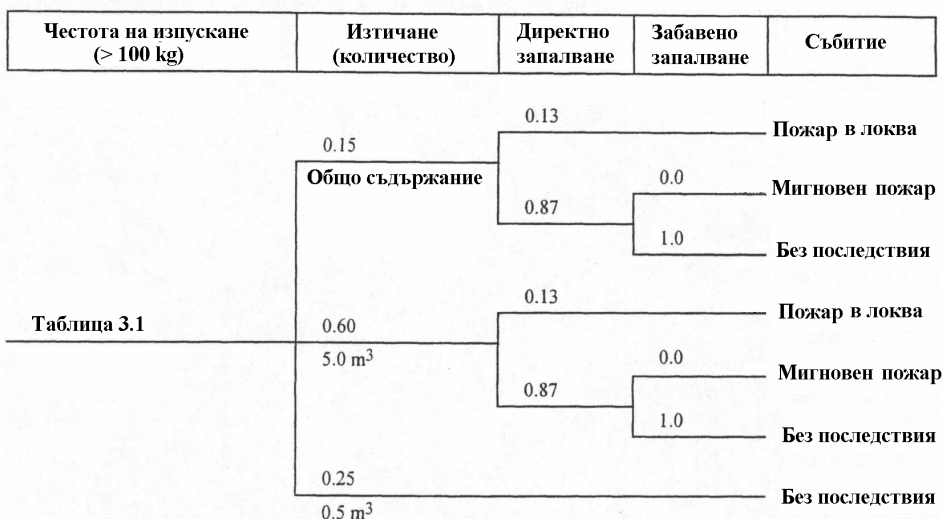
Таблица 3.2. Вероятност от възпламеняване

Категория вещества	Вероятност от възпламеняване	
	Незабавно	Забавено
Запалими течности, категория LF2	0,065	0,065
Запалими течности, категория LF1	0,0043	-
Запалими газове	0,8	0,2

На Фигура 3.1 и Фигура 3.2 са представени събития и стойности “по подразбиране” за вероятността на събитията при запалимите вещества. Събитията и ефектите в резултат на незабавно и забавено възпламеняване при изпускане на запалими течности от категория LF2 са почти еднакви, поради което вероятностите за забавено възпламеняване се сумират с вероятността за незабавно възпламеняване, което може да се види от Фигура 3.2. Забавеното възпламеняване на запалими течности от категория LF1 може да не се вземе под внимание при изчисленията. По дефиниция, при разлив веществата от категория LF1 не образуват запалими облаци. При токсичните газове и токсичните течности, всички изтичания имат за резултат излагане на въздействието на токсичните вещества.



Фигура 3.1 Дърво на събитията при изтичане на лесно запалими газове под налягане



Фигура 3.2 Дърво на събитията при изтичане на запалими течности от категория LF2 при атмосферно налягане

Забележки:

1. В обстановка на пожар, в околната среда могат да бъдат изпуснати неизгорели токсични вещества и токсични продукти от горенето. Приема се, че при пожарите в открита местност (открити пътни участъци), високата температура на облака е причина за незабавно образуване на бързо издигащ се факел, което изключва възможността от нанасяне на смъртоносни поражения. В съответствие с това, възможността за излагане на въздействието на неизгорелите токсични вещества и токсичните продукти от горенето в подобни случаи не се взема под внимание при изчисленията за КОР.

2. Освобождаването на вътрешната енергия при разрушаване на транспортно средство под налягане може да породи взривни вълни и да причини разпръскване на движещи се с висока скорост отломки от разрушения съд. Тези въздействия не се вземат под внимание при КОР, ако става дума за авария в открит пътен участък.

3. По принцип, веществата, които са и токсични и запалими, трябва да се моделират като се използват токсичните им свойства до момента, в който облакът не се е възпламенил и използване на запалимите свойства за периода след възпламеняването на облака. Независимо от това, този подход е доста сложен за понастоящем прилаганите модели. По тази причина, събитията със “загуба на херметичност” се разглеждат като съставени от две независими събития, по-конкретно, събитие с чисто проявление на токсичните свойства на веществото и събитие с чисто проявление на запалимите свойства (виж Раздел 4.7.3).

4. След забавено възпламеняване на парен облак, в зависимост от препятствията в заобикалящото аварията пространство, възниква или мигновен пожар или свръх налягане на взривна вълна (експлозия). В откритите пътни участъци парният облак се явява неограничен в своите движения. За целите на КОР трябва да се вземе под внимание единствено възможността за възникване на мигновени пожари, независимо че в гъсто населените или затворени пространства, възможността за експлозия не може да бъде напълно изключена.

3.2.3. Моделиране на емисията, разсейването, експозицията и пораженията

След дефиниране на събитието със “загуба на херметичност” и произтичащите от него опасни събития е необходимо да се изчисли емисията и разсейването на веществото в околната среда и да се определят излагането на въздействието и нанесените поражения. Предвид на това, че в повечето случаи моделирането не се различава съществено от вече описаното моделиране при стационарните инсталации в предприятието, в настоящия раздел са разгледани единствено някои специфични аспекти и принципни различия.

Забележки:

1. Продължителното изпускане от транспортен съд под налягане се моделира като такова през осторъбест пробив в стената на съда. За коефициента на изпускане

се приема стойност $C_d = 0,62$. Допуска се изтичане на двуфазен поток. Продължителността на изпускането се определя от количеството на съдържачото се в транспортния съд вещество и масовия разход при изтичането. При КОР продължителността на изпускането е ограничена до максимум 30 минути.

2. Предвид ограничеността на конкретни данни в обстановка на действителна авария се приема, че направлението на потока при продължително изтичане от транспортния съд под налягане е хоризонтално и успоредно на направлението на вятъра. За случаите на директно възпламеняване на лесно запалими газове се допуска, че пътят на струята е непреграден от препятствия (свободна струя).

Във всички други случаи (забавено възпламеняване на лесно запалим газ, продължително изпускане на втечнени компримирани токсични газове) се извършва допускане за преграждане на потока. Преграденото с препятствия изтичане се моделира като струя, чиито импулс е намален с коефициент 4, и с размери, които се определят от условията на изтичането.

3. При мигновено изпускане на втечнени газове под налягане, количеството вещество в парния облак зависи от фракцията от адиабатичното при мигновено изпаряване, χ , и се дава чрез зависимостта от Таблица 3.3.

Таблица 3.3. Количество на веществото в парния облак след мигновено изпускане

Фракция при диабатично мигновено изпаряване, χ	Количество на веществото в парния облак (относителна част от общото количество на съдържачото се в транспортния съд вещество)
$\chi < 0,1$ $0.1 \leq \chi < 0,36$ $\chi \geq 0,36$	$2 \times \chi$ $\chi^{(-0,028) / 0,26}$ 1

4. Допуска се, че директното възпламеняване при мигновено изпускане на втечен запалим газ под налягане води до възникване на BLEVE. Необходимо е да се допусне, че цялото количество на съдържачото се в транспортния съд вещество участва в протичането на BLEVE.

5. Размерите на образувалата се локва при разливане на течност от транспортен съд при атмосферно налягане се определят от няколко фактора: скоростта на изтичането, общия обем на изпуснатото вещество, неравностите на пътя и земната повърхност, наклона на повърхността и възможността за проникване на изпуснатото вещество в канализационната мрежа. Тъй като в повечето случаи тези фактори са неизвестни и няма наличие на конкретна информация, за КОР се приема, че се образува течна локва с фиксирана големина. Препоръчва се, при изпускане на цялото количество на съдържачото се в транспортния съд вещество, да се работи с повърхност на образувалата се локва 1200 m^2 , а при изпускане на 5 m^3 се приема локва с повърхност 300 m^2 [VeVoWeg96].

6. Метеорологичните данни приложени в КОР са описани в Раздел 4.10. За подложения на разглеждане транспортен маршрут се използват данни от представителна метеорологична станция. При необходимост, за различните участъци от пътя могат да се използват данни от различни метеорологични станции.

7. В съответствие с посоченото в Раздел 4.6.2, се работи с представителна стойност за дължината на аеродинамичната неравност z_0 , на заобикалящия пътя терен. При необходимост, по отношение на различните участъци от пътя могат да се използват различни стойности.

8. При моделиране на разсейването на парен облак не се вземат под внимание химичните процеси и процесите на “сухо” и “мокро” отлагане върху земната повърхност.

9. Експозицията и пораженията се моделират в съответствие с описанието в Раздел 5 от [RIVM99]. При BLEVE, в застроени територии, се препоръчва да се работи с максимално време на експозиция 20 секунди.

10. Проучването за населението, намиращо се в околностите на транспортния маршрут, се извършва в съответствие с правилата, изложени в Раздел 5.3. Данните за населението в 300-метровия обseg на пътя трябва да бъдат по-подробни, отколкото данните, съответстващи на по-големите разстояния на отдалеченост от пътя. Рисковете по протежението на транспортния маршрут се доминират от превозите на лесно запалими течности и газове, а ефективните разстояния при значимите сценарии са по-малки или сравними с 300 метра.

3.2.4. Изчисляване и представяне на резултатите

Резултатите от КОР са индивидуалния риск и риска за обществеността и трябва да бъдат представени достатъчно ясно и в съответствие с изискванията от Раздел 6 от [RIVM99]. В Раздел 6 се съдържа описание на широко прилаган метод за изчисляване на риска. Съгласно действащите към момента подзаконови разпоредби, рискът за обществеността се изчислява и представя за километър от пътя за транспортиране.

Забележки:

1. Размера на изчислителната мрежа трябва да бъде достатъчно малък, за да не се повлияе точността на резултатите. Размерите на клетката от мрежата не трябва да бъдат по-големи от 25 x 25 метра предвид на това, че рисковете по протежението на пътя се доминират от превозите на запалими течности и газове и ефективните разстояния при значимите сценарии са по-малки или сравними с 300 метра. При разстояния над 300 метра може да се работи с клетки с по-големи размери. В съответствие с това, данните за населението в 300-метровия обseg трябва да бъдат по-подробни, от колкото данните, съответстващи на по-големите разстояния на отдалеченост от пътя. Трябва да съществуват гаранции, че разстоянието от населението до транспортния път, е правилно представено.

2. За получаване на добре изгладени контури на риска, местата на аварията трябва да бъдат на относително равни разстояния и извън началото и края на разглеждания участък от пътя. Трябва да се избере достатъчен брой точки, което е предпоставка за това, че контурът на риска няма да се променя съществено при всяко по-нататъшно нарастване на броя на точките на аварията.

3. При изчисленията за риска за обществеността, изборът на начална и крайна точка на участъците, по отношение на които се представят резултатите, може да бъде извършен произволно преди началото на изчисленията. Независимо от това, участъците се избират по начин, който води до максимизиране на нивото на риска за обществеността.

4. Наред с данните за индивидуалния риск и риска за обществеността, могат да се представят други резултати, които допълват представата за съществуващия риск. Целесъобразно е да се построят графики, онагледяващи вероятността от смърт по осовата линия на емисията, като функция на разстоянието по отношение на определящото събитие със "загуба на херметичност". Освен това, може да се постави ударение върху пътните участъци с максимален риск или върху пътните участъци и точки, които не удовлетворяват критерия за риска. Може да се определи и приноса на различните вещества или категории от вещества, или приноса на дневните и нощните превози, към величината на съвкупния риск.

3.2.5. Препятствия

Даден пътен участък може да бъде частично покрит или по неговата дължина може да има тунел. Може да има и препятствия, например противощумни защити. Някои пътни участъци могат да бъдат издигнати над нивото на заобикалящия район (виадукти, мостове) или разположени под нивото на земната повърхност. Наличието на подобни препятствия и тяхното влияние върху риска трябва да бъдат обект на най-малко качествена, оценка в рамките на КОР.

Тези препятствия, които зависят от типа на препятствията и естеството на превозваните опасни вещества, влияят върху изчисленията за риска по няколко възможни начина:

- Началните честоти на аварията могат да се различават от честотите, характеризиращи откритите пътни участъци, в които няма наличие на препятствия. Вероятността за BLEVE във вътрешността на тунел може да бъде по-голяма, отколкото при откритите пътни участъци поради по-високите температури в случай на възникващи в тунелите пожари.
- Вероятността от масирано изпускане във вътрешността на тунел и размера на образуващото се течно петно се различават от стойностите на аналогичните ситуации в откритите пътни участъци или в случаите, когато има наличие на други прегради или пътят е издигнат над нивото на заобикалящия район.
- Изпарението от течните локви и разсейването на образувалите се парни облаци зависи от наличието на прегради. Вентилацията и наличието на превозни средства в тунелите влияят върху интензивността на изпарението.

- Трябва да се отчете възможността за изпускане на токсични продукти от горенето и отделяне на топлина по причина на пожарите в тунелите и затворените пространства.
- Образуването на парните облаци при изпускане и мигновено изпарение на втечнени газове под налягане се ограничава от задържащия ефект на затворените пространства. Изпарението може да бъде стимулирано от интензивната обмяна на топлина във вътрешността на тунелите и от повърхността на пътя.
- В затворените участъци е възможно възникване на ограничени в пространството експлозии. Освен това, в тунелите, поради освобождаване на вътрешна енергия, могат да възникнат взривни вълни и свръхналяганя с разрушаване на ограждението. В зависимост от вида на опасното вещество, сценария на изпускане и съпротивлението, степента на затвореност на пространството (тунел, покрив), при въпросните експлозии може да настъпи или да не настъпи разрушаване на съответното съоръжение, образуване и разпръскване на отломки. Затова опасните въздействия, могат да се проявят както на изходите на затвореното пространство, така и по неговото вътрешно протежение.
- Предвид на наличието на препятствия, топлинното излъчване към заобикалящата среда може да бъде намалено.

Влиянието на току що изброените аспекти върху риска трябва да се оценява поотделно за всеки конкретен случай. Общи правила не могат да бъдат дадени. Все още няма единомислие по въпроса доколко тези въздействия трябва да бъдат включени в КОР. В Холандия е разработен предварителен модел в рамките на проекта ABIETO – Aanzet tot een Berekeningsmethodiek voor In- en Extern risico bij Tunnels/Overkappingen (Инициатива за разработване на изчислителен метод за определяне на вътрешния и външния риск в тунелите / покритите пространства). При работа с широко прилаганите комплексни софтуерни пакети упоменатите по-горе аспекти могат да бъдат третирани приблизително. За реализирането на едно по-надеждно количествено определяне на риска е целесъобразно изчисленията да се извършват с помощта на сложни компютърни кодове (CFD-изчисления или да се работи с получени по пътя на експеримента резултати).

3.3. Железопътен транспорт

3.3.1. Въведение

В настоящия раздел са описани принципите за изготвяне на подробна КОР при транспортиране с железопътен транспорт на неупаковани опасни вещества на едро както и за маневрени и странични коловози. Идентифицирани са събитията със “загуба на херметичност”, които трябва да бъдат взети под внимание при изготвянето на КОР. Посочени са съответните честоти на отказите и различните събития, които следват аварийните изпускания, и техните вероятности. Моделирането на емисиите, разсейването, излагането на въздействията (експозицията) и пораженията, както и изчисляването и представянето на резултатите не са обект на задълбочено разглеждане. Очертани са единствено различията по отношение на моделирането в сравнение с вече описаното моделиране при стационарните инсталации.

Описаните правила за извършване на КОР имат общ характер и са приложими по отношение на железопътните линии, маневрените и страничните коловози. Изходните данни за целите на КОР са както следва:

- Описание на транспортните потоци (годишния брой на обслужващите транспортни средства за вещества или категории вещества според заетостта “през деня” и “през нощта”);
- Описание на транспортните средства (типично превозвани товари);
- Описание на транспортния маршрут;
- Описание на маневрения участък или страничния коловоз;
- Описание на дейностите, които се извършват в маневрения участък или страничния коловоз;
- Честоти на произшествията (авариите);
- Описание на източниците на възпламеняване;
- Свойства на превозваните (представителните) вещества;
- Класификация на терена, заобикалящ транспортния маршрут;
- Метеорологични данни;
- Разпределение на населението в околностите на транспортния път, маневрени или странични коловози.

Указания относно придобиването на въпросните данни, препоръчителните стойности и източниците на информацията се съдържа в подраздел 4.4.

3.3.2. Събития със “загуба на херметичност”

Рискът при транспортиране на опасни вещества в железопътната мрежа се определя от превозите на едро в неупакован вид на запалими газове (А), токсични газове (В2 и В3), токсични течности (D3 и D4) и запалими течности (С3). Всички останали вещества нямат отношение към риска и, следователно, не трябва да се вземат под внимание.

Събитията със “загуба на херметичност” в системата на железопътните превози са дефинирани в [SAVE95, SAVE95a] и са както следва:

- изтичане през отвор с диаметър 3” (цола) в стената на железопътна цистерна;
- пробив на железопътна цистерна.

В настоящия раздел е извършено разграничаване между аварията по откритите железопътни линии (извън маневрени и странични коловози) и тези в маневрените и страничните коловози. Независимо че събитията със “загуба на херметичност” в двете ситуации са аналогични, съответстващите им честоти на проявяване се различават. Освен това, е необходимо да се извърши разграничаване между вагон-цистерните при атмосферно налягане и вагон-цистерните под налягане.

Забележки:

1. Събитията със “загуба на херметичност” при транспортиране на експлозивни и радиоактивни вещества се различават от събитията със “загуба на херметичност”

при другите опасни вещества. Поради факта, че транспортирането на експлозиви и радиоактивни вещества е рядко явление и, като такова, не оказва решаващо влияние върху риска, същите могат да не бъдат включени в КОР.

2. Събитията със “загуба на херметичност” при транспортиране в неголеми опаковки, например варели или бутилки, се различават от събитията със “загуба на херметичност” при транспортиране на веществата в неопакван вид. Тези товари се изключват от разглеждането при КОР, ако се извършва транспортиране и на едро. Причината за това е техният (твърде) малък принос към риска.

3.3.3. Честота на аварияте и изтичанията, събития и вероятности на събитията

За дефиниране на сценариите за аварии, които се използват при определяне на честотата на аварията, трябва да се прави разграничение между понятията страничен коловоз, маневрен участък и железопътна линия (открит път).

3.3.3.1. Страничен коловоз

Страничният коловоз представлява отклонение от основната железопътна линия за извозване на товари до разположен в неговия край терминал. Страничният коловоз се характеризира със следните особености:

- ръчно управление на железопътните стрелки;
- максимално допустима скорост – 30 km.h⁻¹;
- наличие на участъци, които се пресичат с автомобилни пътища;
- липса на сигнализация.

Информация за честотите на аварияте се съдържа в [SAVE95a]. Прави се разграничение между маневрена и железопътна част на страничен коловоз. Честотите са както следва:

1,1 x 10⁻⁶ за вагон километър, що се отнася до железопътния участък;

8,4 x 10⁻⁷ за вагон километър, що се отнася до маневрения участък.

Що се отнася до последния, местоположенията на аварияте са разпръснати по целия маневрен участък.

В Таблица 3.4 са поместени стойностите на вероятностите от изтичане за железопътни цистерни при атмосферно налягане и цистерни под налягане.

Таблица 3.4. Вероятности от изтичане при вагон-цистерните при атмосферно налягане и вагон-цистерните под налягане

Сценарий	Вагон-цистерна при атмосферно налягане	Вагон-цистерна под налягане (херметизирана)
Сблъсък	0,1	0,01
Авария с един вагон	0,1	0

3.3.3.1. Маневрени участъци

При маневрените участъци се идентифицират осем различни сценария. Дали даден сценарий ще се реализира или не, зависи от маневрения процес. Пълното описание на възможните сценарии за аварии е както следва:

Сценарий 1: сблъсък на влакова композиция при влизане или напускане на, маневрения участък;

Сценарий 2: сблъсък между пристигаща/заминаваща влакова композиция и композиция от няколко вагона;

Сценарий 3: сблъсък между композиция от няколко вагона и влакова композиция в процес на маневриране или формиране;

Сценарий 4: сблъсък при смяна на локомотиви;

Сценарий 5: инцидент с участието само на една железопътна цистерна;

Сценарий 6: инцидент при маневриране;

Сценарий 7: свойствен за жп цистерна отказ;

Сценарий 8: BLEVE на железопътна цистерна, поради изтичане на лесно запалима течност от намираща се наблизо цистерна.

Честотите на аварията за вагон-цистерните при атмосферно налягане и вагон-цистерните под налягане са представени в Таблица 3.5. В Таблицата са добавени стойности за вероятността от изтичане като последствие от аварията. Тези вероятности варират в зависимост от типа на цистерната и вида на сценария.

Таблица 3.5. Честота на аварията и вероятност от изтичане за маневрените участъци

Сценарий	Честота на аварията	Вероятност от изтичане	
		Цистерна при атмосферно налягане	Цистерна под налягане
1. Влизане/излизане - наличие на АВЗ - липса на АВЗ	5,5 x 10 ⁻⁷ за влакова композиция 5,5 x 10 ⁻⁶ за влакова композиция	0,1 0,1	0,01 0,01
2. Сблъсък с композиция от няколко вагона	2,12 x 10 ⁻⁵ за влакова композиция	0,1	0,01
3. Маневриране/ формиране на композиция	2,12 x 10 ⁻⁵ за влакова композиция	0,1	0,01
4. Смяна на локомотиви	1,0 x 10 ⁻⁶ за влакова композиция	0,05	0,005
5. Авария с един вагон	2,75 x 10 ⁻⁵ за влакова композиция	0,1	0
6. Авария при маневриране	1,76 x 10 ⁻⁵ за вагон	0,1	0,01
7. Свойствен за жп цистерни отказ	5,0 x 10 ⁻⁷ за вагон.година	1	1
8. BLEVE	Формула (забележка 4)	0	1

АВЗ - Автоматична влакова защита.

Забележки:

1. Честотата за сценарий 7 трябва допълнително да се умножи по относителния дял на времето, отчитащо присъствието на вагона (за година).

2. Честотата на BLEVE, f , за маневрен участък се изчислява по следната формула:

$$f = f_0 \cdot N \cdot n \cdot (A_P/A_{tot}) \cdot (t/12) \cdot (T/365) \cdot R$$

където:

f е честотата на BLEVE за година

f_0 е честотата на възникване на голям пожар ($= 3.1 \times 10^{-7}$ за вагон със запалима течност)

N е броят на вагоните с лесно запалими течности за година

n е броят на цистерните под налягане за влакова композиция

A_P е площта на локвата от лесно запалима течност ($= 600 \text{ m}^2$)

A_{tot} е площта на маневрения участък (m^2)

t са часовете, през които вагон-цистерната под налягане присъства през деня (h/ден), (Разделя се на 12, ако отчитането се извършва за времето през деня. Ако отчитането се извършва за денонощие делителят е 24.)

T е броят влакови композиции с вагон-цистерни под налягане за година (делене на 365, т.е. с броя дни в календарната година), брой/ден.

R е коефициент на ограничение ($= 0,1$)

Тази формула е основана на допускането, че по едно и също време са налични както вагон-цистерни при атмосферно налягане, така и вагон-цистерни под налягане (херметизирани). Ако това не е изпълнено, честотата на BLEVE е равна на нула.

Честотата на изтичанията се получава чрез умножение на честотата на аварията с вероятността за изтичане. Предвид на това, че само 10 % от случаите на изтичане са свързани с риска за външната безопасност, честотата на изтичанията трябва да се умножи с коефициент 0,1. Това не се отнася за сценариите с номера 7 и 8, тъй като същите визират източници на мигновено изпускане.

При прилагането на този подход се получават честоти на изтичане, които се отнасят до цялата влакова композиция или до една железопътна цистерна. Тези честоти трябва да се умножат с действителния брой на влаковите композиции или жп цистерните обслужвани за една година в съответния маневрен участък. Взето е решение [SAVE97] да не се работи с действителния брой на влаковите композиции, а с обединяващи категории по отношение на този показател. Трансформацията се извършва в съответствие с показаното в Таблица 3.6.

Таблица 3.6. Обединяване в категории на честотите за година по отношение на железопътните цистерни и влаковите композиции

Действителен диапазон на честотите за година	Честота за година, избрана за изчисляването
1-12	0
13-50	50
51-100	100
101-200	200
201-400	400
401-800	800
801-1600	1600
и т.н.	и т.н.

Ако влаковата композиция се състои изключително от вагон-цистерни за превоз на едно и също вещество, няма необходимост от допълнителна корекция.

Ако влаковата композиция е от смесен тип и честотата е дадена по отношение на цялата влакова композиция, стойността за честотата на настъпване на събитие със “загуба на херметичност” трябва да се умножи по относителния дял на вагоните от състава на композицията, с който се извършва превоза на конкретно разглежданото опасно вещество.

Дадено изтичане (по-голямо от 100 kg) може да се прояви като продължително или мигновено изпускане (с изключение на сценарии 7 и 8). Вероятността за продължително изпускане е 0,6 , а тази за мигновено изпускане – 0,4.

При превозите на запалими газове или течности е възможно възникване на незабавно възпламеняване. Тази вероятност се избира равна на 0,8.

Местонахожденията на възможните аварии са разпръснати равномерно в онази част от маневрения участък, където обикновено се осъществява конкретната дейност.

3.3.3.2. Железопътни участъци

Типовата (общата) честота на аварияте с железопътни вагони по откритите линии (извън маневрените участъци) е $3,6 \times 10^{-8}$ за вагон-километър [SAVE95]. Ако е известно, че скоростта на движение на влаковата композиция е по-голяма от 40 km h^{-1} , въпросната честота трябва да се умножи с коефициент 1,26. Ако скоростта е по-малка от 40 km h^{-1} , стойността на коригиращия коефициент е 0,62.

Ако по протежението на железния път има набор железопътни стрелки, честотата на аварияте се увеличава с $3,3 \times 10^{-8}$ за вагон-километър.

При наличие на железопътен прелез се добавя $0,8 \times 10^{-8}$ за вагон-километър.

Честотата, следователно, е:

За 1 километър железопътна линия с 1 комплект железопътни стрелки: $6,9 \times 10^{-8}$ за 1 жп вагон.

За 1 километър железопътна линия с 1 железопътен прелез: $4,4 \times 10^{-8}$ за 1 жп вагон.

За специализираните влакови композиции за превоз на хлор в Холандия, честотата на аварията се умножава по 0,2, поради изключителните мерки за сигурност, които се предприемат в подобни случаи.

Определени са стойности за вероятността от изтичане на повече от 100 kg в случай на възникване на авария. Прави се разграничаване между участъците, в които движението на влаковете композиции може да става със скорост, по-голяма от 40 km h^{-1} и участъци, в които разрешената скорост е по-малка от нея.

Резултатите са отразени в Таблица 3.7.

Таблица 3.7. Вероятност от изтичане на повече от 100 kg при възникнала авария

Разрешена скорост на движение на влаковата композиция, km h^{-1}	Вероятност от изтичане на повече от 100 kg	
	Вагон-цистерни при атмосферно налягане	Вагон-цистерни под налягане
< 40	$7,9 \times 10^{-2}$	$7,9 \times 10^{-4}$
> 40	$5,6 \times 10^{-1}$	$2,8 \times 10^{-3}$

При изтичане, вероятността то да бъде мигновено е 0,4, а продължително – 0,6.

При запалими газове, вероятността за директно възпламеняване е 0,8 при мигновено изтичане и 0,5 – при продължително изтичане. При запалими течности вероятността е равна на 0,5.

Ако влакова композиция със смесен състав включва цистерни с запалими течности, рискът от BLEVE при цистерни със запалими или токсични газове нараства. Причината за това е възможността за възпламеняване на евентуално образували се под тези цистерни разливи. В случая нарастването на риска се изразява по следния начин:

- ако влаковата композиция се състои от цистерни със запалими газове и цистерни със запалими течности, честотата на BLEVE се умножава с $(N+1)$, където N е броят на цистерните със запалими течности за влакова композиция;
- ако влаковата композиция се състои от цистерни с токсични газове и цистерни със запалими течности, честотата на мигновените изпускания се умножава с $(0,8+N)$, където N е броят цистерни с лесно запалими течности за влакова композиция.

Ако влаковата композиция се състои изключително от цистерни с втечнени запалими газове, честотата на BLEVE не нараства. В [SAVE95] е пояснено, че нарастването на честотата в подобни случаи е съвсем незначително.

3.3.4. Моделиране на емисията, разсейването, експозицията и пораженията

След дефиниране на събитието със “загуба на херметичност” и произтичащите от него опасни събития, е необходимо да се изчисли емисията и разсейването на веществото в околната среда и да се определят експозицията и нанесените поражения. Предвид на това, че в повечето случаи моделирането не се различава съществено от вече описаното моделиране при стационарни инсталации (Раздел 6 от [RIVM99], в настоящия раздел са разгледани единствено някои специфични аспекти и принципни различия.

Забележки:

1. При вагон-цистерни с атмосферно налягане изтичането не се изчислява. Приема се, че продължителните изпускания формират локва с площ 300 m², а мигновените – локва с площ 600 m². Емисията подлежаща на разсейване е равна на изчислената скорост на изпарение. При изчисленията за изпарението се допуска, че дълбочината на слоя чакъл е 0,15 m, а диаметъра на частиците – 1 cm.

2. При втечнените газове под налягане, удвояването на процента на мигновено изпарената част дава емисията на парите в случаите на мигновено изпарение. Флуидът, който не се изпарява мигновено, ще се изпари в съответствие с условията упоменати в забележка 1. Количеството, изпарило се до изтичането на една минута, трябва да се добави към емисията. При течове се извършва допускане за пълно изпарение.

3. За количеството на съдържащия се, в жп-цистерна под налягане, газ се приемат следните стойности:

- запалим газ - 48 тона
- токсичен газ - 50 тона

През 2010 година се очаква да се въведат по-високи стойности. Количеството, на съдържащ се в жп цистерна запалим газ, може да бъде увеличено до 54 тона, за хлора – до 60 тона и за амоняка – до 58 тона.

4. Директното възпламеняване на внезапно изтекъл запалим газ води до възникване на BLEVE на цялото съдържащо се в цистерната количество.

5. Директното възпламеняване на продължително изтичащ запалим газ води до възникване на факелно горене (пожар в струя), включващ цялото количество изтичащ газ.

6. Продължителното изтичане се изчислява като струя, излизаща през отвор с диаметър 3” (цола) при коефициент на свиване 0,67.

7. Метеорологичните данни, които трябва да бъдат взети под внимание при КОР, са описани в Раздел 4.10, Трябва да се използват метеорологични данни за транспортния маршрут или маневрения участък, набавени от представителна метеорологична станция. При необходимост могат да се използват данни от няколко на брой метеорологични станции.

8. В съответствие с описаното от подраздел 4.6.2, трябва да се работи с представителна стойност за дължината на аеродинамична неравност z_0 на терена, заобикалящ релсовия път или маневрения участък. При необходимост, за различни участъци могат да се използват различни стойности. Стойността "по подразбиране" е $z_0 = 1,0$ метър.

9. При моделиране на разсейването на парен облак не трябва да се вземат под внимание химичните процеси и процесите на "сухо" и "мокро" отлагане върху земната повърхност.

10, Експозицията и пораженията трябва да се моделират в съответствие с описанието в Раздел 5.

11. Проучването за населението, намиращо се в околностите на транспортния маршрут или маневрения участък, се извършва в съответствие с правилата, изложени в Раздел 5.3.

3.3.5. Изчисляване и представяне на резултатите

Резултатите от КОР се изразяват чрез контури на индивидуалния риск и графики на риска за обществеността. В Раздел 6 от [RIVM99] се съдържа описание на широко прилаган метод за изчисляване и представяне на риска. Съгласно действащите към момента подзаконовни разпоредби, рискът за обществеността се изчислява и представя за километър от релсовия път. По отношение на маневрените участъци, разбира се, това правило е неприложимо.

Забележки:

1. Размерите на изчислителната мрежа трябва да бъдат достатъчно малки, за да не влияят на изчислителните резултати. Размерът на клетката от мрежата не трябва да бъде по-голям от 25 метра предвид на това, че рисковете по протежението на релсовия път се определят от превозите на запалими течности и газове, а ефективните разстояния на значимите сценарии са по-малки или сравними с 300 метра. При разстояния над 300 метра може да се работи с клетки с по-големи размери.

2. За получаване на гладки контури на риска, местата на аварията трябва да бъдат равноотдалечени едно от друго и отвъд началото и края на разглеждания транспортен път. Трябва да се избере достатъчен брой точки, което е предпоставка за това, че контурът на риска не се променя съществено при всяко по-нататъшно нарастване на точките на аварията.

3. При изчисляване на риска за обществеността за транспортните маршрути, изборът на начална и крайна точка на участъците, по отношение на които се предствят резултатите, може да бъде извършен произволно преди началото на изчисленията. Независимо от това, участъците се избират по начин, който максимизира нивото на риска за обществеността.

3.4. Вътрешен воден транспорт

3.4.1. Въведение

В настоящия раздел са описани принципите на изготвяне на КОР при превозване по вътрешните водни пътища на опасни вещества на едро. Представените правила за извършване на КОР имат общ характер и приложимост към главните вътрешни водни пътища с нормална сложност на корабоплаването. Ситуациите, които предлагат специфични обстоятелства по отношение на корабоплаването, трябва да бъдат обект на специално внимание; такива са, например, случаите на преминаване през шлюзове или влизане в пристанища.

Основните изходни данни необходими за извършване на КОР за конкретен вътрешен воден път са, както следва:

- Описание на вътрешния воден път (клас на плаваемост, ширина на годния за корабоплаване участък, обща ширина на водния път);
- Описание на транспортните потоци (годишна честота на “натоварени транспортни средства” по вещества);
- Информация за броя на произшествията и натовареността на водния път за определяне на честотата на произшествията;
- Описание на транспортните средства (типично превозвани товари);
- Описание на източниците на възпламеняване;
- Свойства на превозваните вещества;
- Класификация на терена, заобикалящ водния път;
- Метеорологични данни;
- Население в района, заобикалящ водния път.

Напътствия относно придобиването на тези данни, препоръчителните стойности, справка за източниците на информация или за предходните раздели се съдържат в настоящия раздел и Раздел 4.

3.4.2. Събития със “загуба на херметичност”

Рисковете при транспортиране на опасни вещества по вътрешните водни пътища се определят от много на брой фактори, най-значимите от които са:

- Вида на транспортно-плавателния съд, в който се извършват превозите на веществото, например кораб, танкер и т.н;
- Свойствата на веществото, например химични, физични, токсикологични;

- Характеристиките на водния път, например плътност и състав на движението на плавателните съдове, кривини, ширина на годния за корабоплаване участък, течения и т.н.

Както при другите транспортни средства, и тук рисковете от *движещите* се плавателни съдове се определят от събитията със “загуба на херметичност”, причинени от външно въздействие, такива като, например, сблъсъци с други плавателни съдове или предмети. В акваториите на пристанищата, разбира се, нещата изглеждат по-различно. Може да възникне потребност от определяне на приноса на други съпроводени със “загуба на херметичност” събития за формирането на риска, например, неизправност на самия плавателен съд.

Видове транспортно-плавателни съдове

КОР от превозите по вътрешните водни пътища се ограничава до разглеждане на транспортирането на опасни течности и газове на едро. Превозите на твърди опасни вещества не се отчитат поради незначителната им ефект при формирането на риска за *външната безопасност*. Не се взема под внимание и транспортирането в контейнери, поради ограничена вместимост на опаковъчните единици и по-ниската вероятност от изтичане в сравнение с другите съдове.

Разглеждат се следните видове транспортно-плавателни съдове:

- Еднокорпусни съдове;
- Двукорпусни съдове (транспортиране при температура на околната среда или транспортиране в охладено състояние);
- Танкери за превоз на газообразни продукти.

Типичният товарен капацитет на транспортно-плавателните съдове варира в диапазона между 300 и 2000 тона. Отделната цистерна може да побира до 200 m³.

Свойства на веществата

КОР на вътрешните водни пътища се ограничава до превози на опасни течности и газове. Превозите на опасни твърди вещества не са обект на внимание, независимо че същите могат да създават проблеми за околната среда или безопасността на труда. Транспортирането на експлозивни и радиоактивни вещества по вътрешните водни пътища е изключително рядко явление и до настоящия момент не се взема под внимание при КОР.

Характеристики на водните пътища

Характеристиките на водния път са част от КОР. Степента на детайлност зависи от изискванията за пълнота на анализа. Необходимо е да се познават поне следните характеристики:

- Обща ширина на водния път;
- Ширина на годния за корабоплаване коридор;
- Разпределението на движещите се по водния път плавателни съдове.

Представените по-долу типови събития със “загуба на херметичност” при превозите по вътрешните водни пътища са взаимствани от [V&W89, SAVE88, АЕА95].

Таблица 3.8. Събития със “загуба на херметичност” при външно въздействие (транспортни произшествия) на движещи се плавателни съдове

Вид на плавателния съд	Изтичане	Обем	Времетраене, мин.
Еднокорпусен	Продължително, малко	30 m ³ от цистерна за 150 m ³	30
	Продължително, голямо	75 m ³ от цистерна за 150 m ³	30
Двукорпусен или с охлаждане	Продължително, малко	20 m ³ от цистерна за 150 m ³	30
	Продължително, голямо	75 m ³ от цистерна за 150 m ³	30
Танкер за превоз на газообразни продукти ¹⁾	Продължително, малко	През отвор с диаметър 3” в цистерна за 180 m ³	30
	Продължително, голямо	През отвор с диаметър 6” в цистерна за 180 m ³	30

¹⁾ Температурата е важен параметър при с изчисляване на скоростта на изтичане. Понякога, превозите под налягане при понижена температура (без тези при дълбоко охлаждане) се обозначават още като превози при “полу-налягане”. За тях се вземат под внимание същите събития (виж също така забележка 1 по-долу).

Забележки:

1. Разглежданият сценарий разглежда скъсване (разрушаване) на съединен с цистерната тръбопровод след изместване на цистерната в резултат на възникнал удар. Най-големият възможен диаметър на свързания с течната фаза тръбопровод е 6” (цола). Изтичането трябва да се изчисли като двуфазен поток. За отчитане на възможно най-неблагоприятния случай се приема, че мястото на скъсването се намира в непосредствена близост със стената на намиращия се под налягане съд. Изпускането се представя като изтичане през осторъбест отвор ($C_d = 0,62$). Приема се още, че изтичането настъпва в хоризонтално и успоредно на посоката на вятъра направление. Температурата (и налягането на наситените пари) на транспортирания материал са фактори, които трябва да бъдат взети под внимание. Например, приема се, че при превозите на амоняк температурата е 5° С. Понякога тези условия се отнасят като към отделен вид съд, наричан “резервоар при полуналягане” или “полу-газов резервоар”.

2. Типологията на плавателните съдове има приблизителен характер. След въвеждането на типовите събития със “загуба на херметичност” в края на 80-те години настъпиха значителни промени в технологията на корабостроенето и класификационните изисквания. ADNR [ADNR], или т. нар. Международно споразумение за превозите на опасни вещества по поречието на Рейн, съдържа

изисквания по отношение конструкцията на следните типове транспортно-плавателни съдове:

- Съдове тип N (Rn. 331 000);
- Съдове тип C (Rn. 321 000);
- Съдове тип G (Rn. 311 000);
- Еднокорпусни съдове за сухи насипни товари (Rn. 110 000);
- Двукорпусни съдове за сухи насипни товари (Rn. 110 288).

Последните два типа не се вземат под внимание при КОР. Съдовете от типа G представляват танкери за газообразни продукти, а съдовете от типа C са двукорпусни съдове, N – съдовете се разглеждат като “еднокорпусни съдове”. Налице е известно презастраховане: категорията плавателни съдове N включва и същински еднокорпусни съдове и еднокорпусни съдове с независими резервоари. Връзката на съответствие “по подразбиране” между категориите вещества и типовете транспортно-плавателни съдове е поместена в Таблица 3.9.

Таблица 3.9. Връзка между категориите вещества и типовете транспортно-плавателни съдове

Категория вещества	Тип транспортно-плавателни съдове
LF1, LF2	Еднокорпусен
LT1, LT2	Двукорпусен
GF, GT	Танкер за газообразни продукти

В Допълнение 4 към Приложение В2 към ADN R са поместени минимално препоръчителните типове транспортно-плавателните съдове за превоз на различни химични вещества.

При наличие на ситуация, в която веществото се транспортира по-безопасно върху плавателен съд, който се различава от минимално препоръчания тип за съответния случай, например, ако превозът се извършва с тип C, при положение, че в списъка е посочен тип N, тази особеност може да бъде взета под внимание при изготвянето на подробната КОР. При категориите вещества, превозите, на които могат да се осъществяват с плавателни съдове, както от тип N, така и от тип C (такива са, например, категориите на запалимите течности), списъкът на веществата включени в ADN R може да се използва като защита при оценяване на отношението еднокорпусен/двукорпусен от гледна точка на позоваването на описаните в ADN R вещества за целите на определянето на възможността за настъпване на най-неблагоприятния случай.

3. Описаните в Таблица 3.8 събития със “загуба на херметичност” са приложими в случаите, когато относителният дял на плавателните съдове за морско корабоплаване е по-малък от 10 %. На сблъсъците между плавателни съдове за морско корабоплаване и сблъсъците между плавателни съдове за морско и речно корабоплаване съответстват различни типове събития [PROT98] със “загуба на херметичност”.

3.4.3. Честота на произшествията и вероятности на изпусканията

Честотата на възникване на опасно събитие на определено място от транспортния път за едно транспортно средство за една година може да се представи като математическо произведение на: (1) началната честота на произшествията (за транспортно средство - километър), (2) вероятността за значимо изпускане при инцидент на конкретното транспортно средство и (3) вероятността за опасно събитие (последствие) в случай на изпускане.

Начална честота на инцидентите

Началната честота на инцидентите е честотата на възникване на сериозно увреждане на плавателния съд за единица разстояние (т.е. за транспортно средство километър). В Раздел 4.5 са посочени изходните данни, необходими за изчисляване на честотата на инцидентите. Типичните стойности при съдовете от типа N се намират в диапазона 10^{-4} – 10^{-7} за транспортно средство километър за година [AVIV93].

Началната честота на инцидентите е силно зависима от местните фактори. В този смисъл, прилагането на общия подход при реализиране на КОР трябва да се извършва особено предпазливо.

В Таблица 3.10 [взаимствана от IPORBM] са поместени стойности “по подразбиране” за началната вероятност на инцидентите. Както вече бе посочено, с тези честоти трябва да се работи изключително предпазливо. Винаги, когато това е възможно, честотите трябва да се извличат от данни за местните условия. Методът е описан в Раздел 4.5. Данни за честотите на произшествията за известен брой местоположения по протежението на главните водни пътища на територията на Холандия могат да се открият в [AVIV93]. В Таблица 3.11 се съдържа информация за класовете на плаваемост на основните водни пътища в Холандия.

Таблица 3.10 Стойности “по подразбиране” за началната честота на произшествията в зависимост от класа на плаваемост

Клас на плаваемост (СЕМТ)	Начална честота на произшествията (/плавателен съд . километър)
4	$6,7 \times 10^{-7}$
5	$7,5 \times 10^{-7}$
6	$1,4 \times 10^{-6}$

Таблица 3.11. Клас на плаваемост на някои вътрешни водни пътища на територията на Холандия

Воден път	Клас СЕМТ	Воден път	Клас СЕМТ
Еемсканал	5	Ваал	6
В. Старкенборгканал	5	Бенеден Мерведе	6
Принцес Маргриетканал	5	Ноорд	6
И.Иссел	5	Холанш Диеп	6
Недерийн	5	Шелде-Рийнканал	6
Лек	5	Маас	5
Амстердам-Рийнканал	6	Юлианканаал	5
Ниове Маас	6	Канаал Гент-Тернеузен	6
Оуде Маас	6	Холанше Иссел	5
Оуде Рийн/Гоуве	4		

Вероятност за изпускане

Таблица 3.12 съдържа взаимствани от [V&W89] данни за вероятността за изпускане в случай на сериозно увреждане (или увреждане с “увеличена сериозност”), за плавателните съдове тип G.

Таблица 3.12 Вероятност за изпускане в случай на сериозно увреждане на плавателния съд

Тип на плавателния съд	Изтичане	Вероятност за изпускане в случай на сериозно увреждане
Еднокорпусен	Продължително, малко	0,2
	Продължително, голямо	0,1
Двукорпусен или с охлаждане	Продължително, малко	0,006
	Продължително, голямо	0,0015
Танкер за превоз на газообразни продукти (независимо от температурата на транспортираното вещество)	Продължително, малко	0,025
	Продължително, голямо	0,00012

Вероятност за възникване на опасно събитие

Събитията, които трябва да бъдат включени в разглежданията при КОР, са както следва:

- Излагане на токсично въздействие;
- Пожар в локва;
- Факелно горене (пожар в струя);
- Мигновен пожар.

При КОР се използват дадените в Таблица 3.13 стойности “по подразбиране” за вероятността от незабавно възпламеняване. При определянето на риска за обществеността, забавеното възпламеняване се моделира като функция на разпределението на източниците на възпламеняване (подробна КОР за текущата/бъдещата ситуация). В случаите, в които няма информация за конкретните местонахождения на източниците на възпламеняване, вместо тях могат да се използват стойностите от Таблица 3.13 (КОР за типови ситуации). Забавеното възпламеняване при определяне на индивидуалния риск се моделира така, че да се получат максимално тежките въздействия. Приема се, че запалването става в момента на формиране на максималната площ на облака.

Таблица 3.13. Вероятност за възпламеняване

Вещество	Вероятност за възпламеняване	
	Незабавно	Забавено
Лесно запалима течност, категория LF2	0,065	0,065
Лесно запалима течност, категория LF1	0,01	-
Лесно запалими газове	0,5	0,1

Забележки:

1. Началната честота може да варира в широки граници в зависимост от местните фактори. Въпросът е как да се реши дали конкретното местоположение “заслужава” да му бъде присвоена собствена честота на произшествията. Два са факторите, които оказват влияние върху това решение:

- Натрупаният опит в корабоплаването;
- Историческите данни.

Прегледът на разпределението на местата на инцидентите по протежението на водния път може да посочи точки на концентрирането им. Задачата на експерта по въпросите на корабоплаването се свежда до извършването на преценка за това дали има (и кои са) специфичните местни фактори, които могат да допринесат за увеличаването на честотата на произшествията. Ако такива фактори има, произшествията (или поне някои от тях) се разглеждат като специфични за съответното място. Ако подобни фактори няма (произшествията могат да се случат също, където и да било другаде по протежението на водния път), произшествията се разглеждат като представителни за цялата изследвана дължина на пътя. По-подробна информация относно извличането на честотите на инцидентите от данните за тях се съдържа в подраздел 4.5.

2. Преценката на специалиста по корабоплаване е необходима във връзка с оценката на влиянието на предприетите на местно ниво мерки върху честотата на произшествията. Като пример за мерки с “местен характер” можем да посочим забраните за изпреварване, ограниченията върху скоростта на движението, мерките по отношение на закотвянето. Беше разработен модел на превозите и произшествията [MSCN95], който подпомага извършването на количествена оценка за ефекта от въпросните мерки. Същият взема под внимание влиянието на различните фактори, такива като състав на потока на корабоплаването, ширина на

годния за корабоплаване участък, характер на пристанищно-обслужващите дейности и т.н., върху честотта на произшествията. За успешно прилагане на модела, обаче, са необходими някои познания по корабоплаване. Размера на ефекта от измерването на честотата на произшествията е ограничена до около 20 % [WL95].

3.4.4. Моделиране на емисията, разсейването, експозицията и пораженията

След дефиниране на събитията със “загуба на херметичност” и произтичащите от тях опасни събития е необходимо да се изчислят емисиите и разсейването на веществата в околната среда и да се определят експозицията и нанесените поражения. Предвид на това, че в повечето случаи моделирането не се различава съществено от вече описаното в Раздели 4 и 5 от [RIVM99] моделиране при стационарните инсталации, в настоящия раздел ще се ограничим единствено до някои специфични аспекти и принципни различия.

Забележки:

1. Допуска се, че потокът на изтичащото вещество е двуфазен. Времетраенето на изтичането се определя от количеството на съдържащото се в транспортното средство вещество и масовия дебит при изпускането. При изчисленията за КОР, продължителността на изпускането е ограничена до не повече от 30 минути.

2. Размерите на локвата се определят от равновесието между скоростта на изтичане, скоростта на изпарение, скоростта на разтваряне и скоростта на разпространение при действие на силите на тежестта. Описания на модели могат да се открият в [SAVE88].

Наличието на течения причинява издължаване на локвата. Максималната дължина е $u \cdot t_{\max}$, където u е скоростта (m/s), а t_{\max} е времето (s), като се установи равновесие между скоростта на изтичането и условията водещи до загуби. В случай на (незабавно) възпламеняване, диаметърът на локвата, така както това е демонстрирано в [IPORBM], се определя от равновесието между скоростта на горене и скоростта на изтичане.

3. Други физични и химични процеси:

- Потъващите течности не са обект на разглеждане при КОР.
- До използване на модели за изпарение на неутрални или плаващи върху водата втечнени газове [SAVE88] се прибегва в много редки случаи. Транспортиране на втечнени газове при атмосферно налягане на практика не се извършва.
- Някои вещества взаимодействат с водата, при което се образуват запалими или токсични газове. До момента не са описани модели, чрез които да може да се предвижда вероятността от изпускане на запалими (най-вече водород) или токсични (най-вече солна киселина) газове, образували се при взаимодействието на някои вещества с вода. Въпросните вещества (предимно вещества от класове 4.3 и 8 по [AD(N)R] рядко се транспортират в неупакован вид (на едро).

4. Разсейване на парния облак

Поради ограничеността на информацията в условия на авария се приема, че изтичащото вещество се разпространява в хоризонтално и успоредно на посоката на вятъра направление.

В случай на директно възпламеняване на запалим газ се приема, че пътят на струята е непреграден от препятствия (свободна струя).

За всички останали случаи (забавено възпламеняване на запалим газ, продължително изтичане на втечени под налягане токсични газове) се допуска, че пътят на струята е преграден. Преградените изтичания се моделират като струи, чиито импулс е редуциран с коефициент 4, и с размери, които се определят от условията на изтичането.

5. При моделиране на разсейването на парен облак не се взимат под внимание химичните процеси и процесите на “сухо” и “мокро” отлагане върху земната повърхност.

6. Експозицията и пораженията трябва да се моделират както е описано в Раздел 5 от [RIVM99].

7. Метеорологичните данни, използвани при КОР, са описани в Раздел 4.10, Трябва да се взимат данни за разглеждания транспортен маршрут, набавени от представителна метеорологична станция. При необходимост, за различни участъци от водния път могат да се използват данни от различни метеорологични станции.

8. В съответствие с изискванията от подраздел 4.6.2, трябва да се работи с представителна стойност за дължината на аеродинамичното неравномерност z_0 на терена, заобикалящ транспортния маршрут. При необходимост, за различни участъци от водния път могат да се използват различни стойности.

9. След забавено възпламеняване на парния облак, в зависимост от препятствията, може да възникне или мигновен пожар или свръхналягане от ударна вълна (експлозия). При аварията по водните пътища парният облак е неограничен в пространството. При КОР е необходимо да се вземе само вероятността от възникване на мигновени пожари.

10. Проучването за населението, намиращо се в околностите на водния път се извършва в съответствие с правилата, изложени в Раздел 5.3. Рискът за обществеността се определя от присъствието на токсични вещества. В случаите, в които по протежението на даден воден път не се превозват токсични вещества, изследваната гъстота на населението може да се ограничи до 200 метра от бреговата ивица на пътя, но за сметка на това разглеждането трябва да бъде твърде детайлно, т.е. размерът на клетката на мрежата трябва да бъде 25 метра. При наличие на токсични газове, проучването трябва да разшири своя периметър до 2000 метра от страничния ръб на водния път. При разстоянията над 200 метра може да се работи с по-голям размер на клетката, т.е. 100 метра са достатъчни. Същото се отнася за зоната извън началото и края на областта, за която се извършват изчисленията

3.4.5. Изчисляване и представяне на резултатите

3.4.5.1. Индивидуален риск

В съответствие с описаното в Раздел 6, резултатите от КОР трябва да се представят в ясна за разбиране форма на две основни нива – индивидуален риск и риск за обществеността. В Раздел 6 е описан широко прилаган метод за изчисляване на риска.

Отстоянието от мястото на произшествията трябва да бъде по-малко или равно на 25 метра, тъй като запалимите течности определят риска при малки разстояния. Получените контури на риска трябва да бъдат гладки и по тях не трябва да има прекъсвания, поради прекалено големите разстояния между местонахожденията на произшествията.

Същото е в сила и по отношение на краищата на изчисляваната област. Не трябва да се изобразяват контурите, съответстващи на ограничените участъци, които пресичат трасето на водния път. Изследваната област трябва да бъде, по-голяма от областта, която ще бъде представена в доклада от оценката. При наличие само на токсични вещества, от двете страни на изследваната област обикновено се предвиждат около 1000 метра допълнително пространство. В случаите, когато са налични само запалими вещества, за достатъчно се счита предвиждането само на 200 метра свободно пространство от двете страни. Критерият е, че контурът на риска не се променя съществено при по-нататъшното увеличаване на броя на точките на произшествията.

Трябва да се обърне внимание на разпределението на движещите се плавателни съдове по ширината на водния път. Възприема се равномерно разпределение, освен ако не се възприеме друго разпределение от специални съображения, например, ограниченост на пропускателната способност, поради наличие на мостове, забрани за преминаване или акостиране и т.н.

3.4.5.2. Риск за обществеността

Изчисляването на риска за обществеността се извършва в съответствие с изискванията от Раздел 6.2 от [RIVM99]. При тези изчисления са в сила вече формулираните забележки по отношение на отстоянието между точките на произшествията и разпределението на движещите се плавателни съдове по ширината на водния път. Трябва да се внимава да не се допусне припокриване между клетки от мрежата, в които има население, и водния път (повечето програми извършват проверка за спазването на това условие).

Размерите на подлежащата на проучване (за числеността на населението) област зависят от състава на движещия се поток от плавателни съдове; данни за това (взаимствани от [AEA95] и [IPORBM]) могат да бъдат открити в Таблица 3.14.

Таблица 3.14. Разстояния от бреговата линия на водния път подлежащи на проучване за населението при изчисляване на риска за обществеността

Налични вещества	Разстояние от края, m
Запалими течности	50
Запалими газове	500
Токсични течности	500
Токсични газове	2000

При сравняване с прилаганите от холандското правителство стандарти, рискът за обществеността се изчислява и представя за един километър от транспортния маршрут. От решаващо значение за сравнението е километърът, на който съответства максимална стойност на риска за обществеността.

3.4.6. Представяне на резултатите

Резултатите се представят така, както това е изяснено в подраздел 6.3 от [RIVM99]. Наред с данните за индивидуалния риск и риска за обществеността, могат да се представят други резултати, които допълват представата за съществуващия риск. Целесъобразно е да се построят графики, онагледяващи вероятността от смърт по осовата линия на емисията като функция от разстоянието по отношение на доминиращото събитие със “загуба на херметичност”. Освен това, може да се постави ударение върху участъците от водния път с максимален риск или пътните участъци и точки, които не удовлетворяват стандартите за риска. Може да се определи и приноса на различните вещества или категории от вещества, или приноса на дневните и нощните превози, към големината на пълния риск.

3.5. Транспортиране по тръбопроводи

3.5.1. Въведение

В настоящия раздел са описани принципите на изготвяне на КОР при транспортиране на опасни вещества по тръбопроводи. Идентифицирани са събитията със “загуба на херметичност”, които трябва да бъдат взети под внимание при изготвянето на КОР. Посочени са съответните честоти на отказите и различните събития, които произтичат от аварийни изпускания, и техните вероятности. Моделирането на емисиите, разсейването, експозицията и пораженията и изчисляването и представянето на резултатите, обаче, не са обект на задълбочено разглеждане. Очертани са единствено различията по отношение на моделирането в сравнение с вече описаното моделиране при стационарните инсталации.

Необходимите данни за КОР са, както следва:

- Описание на системата за транспортиране (диаметър, местоположение на аварийните кранове);

- Описание на транспортния поток (вещество, дебит);
- Описание на източниците на възпламеняване;
- Свойства на транспортираните вещества;
- Класификация на заобикалящия транспортните тръбопроводи терен;
- Метеорологични данни;
- Разпределение на население в терена, заобикалящ транспортните тръбопроводи.

Указания относно придобиването на въпросните данни, препоръчителните стойности и източниците на информацията се съдържат в подраздел 4.5.

Забележки:

1. Настоящият раздел касае единствено подземно разположените главни тръбопроводи с голяма проходимост.
2. Настоящият раздел не се прилага за случаите на транспортиране по тръбопроводи на метан и запалими течности (K1, K2 или K3). При тези вещества се работи със специални таблици, в които са дадени препоръчителните разстояния между тръбопроводите и съседно разположените жилищни райони ако се приеме че са предприети мерки за безопасност. Тези таблици са неразделна част от, съдържанието на [PORBM].

3.5.2. Събития със “загуба на херметичност”

При подземно разположени тръбопроводи се дефинират две събития със “загуба на херметичност” [SAVE95b], т.е.:

- теч през пробив в тръбопровода с диаметър 20 милиметра;
- скъсване (разрушаване) на тръбопровода.

3.5.3. Честота на аварияте и изтичанията, събития и вероятности на събитията

Честотата на аварияте е равна на честотата на изтичанията и се дава за километър за година. В Таблица 3.15 са поместени честоти на аварияте за различни типове подземни тръбопроводи [SAVE95b].

Таблица 3.15. Честоти на събития със “загуба на херметичност” за различни типове тръбопроводи

Тип на тръбопровода	Честота на аварияте, 1/километър. година
Тръбопровод, положен в “коридор”	$7,0 \times 10^{-5}$
Тръбопровод NEN 3650	$6,1 \times 10^{-4}$
Всички други тръбопроводи	$2,0 \times 10^{-3}$

Забележки:

1. Тръбопровод разположен в “коридор” означава тръбопровод, намиращ се в състава на група тръбопроводи, преминаващи по специално предназначено трасе. Честотите на събитията със “загуба на херметичност” при такава конфигурация са по-ниски поради предприетите изключителни мерки за безопасност.

2. При някои специфични тръбопроводи могат да се възприемат други честоти, например, такива, които съответстват на предприети допълнителни мерки за ограничаване на вероятността на нежеланите събития. (Такъв е, например, случаят с транспортирането на хлор по тръбопроводи в района на Рийнмонд).

Вероятността за теч или скъсване при възникване на събитие със “загуба на херметичността” е посочена в Таблица 3.16.

Таблица 3.16. Вероятност за теч или скъсване при събитие със “загуба на херметичността”

Тип на тръбопровода	Вероятност за теч	Вероятност за скъсване
Тръбопровод в “коридор”	0,9	0,1
Всички други тръбопроводи	0,75	0,25

Опасните събития, възникващи в резултат на дадено събитие със “загуба на херметичността” са:

- излагане на токсично въздействие;
- факелно горене (пожар в струя);
- огнено кълбо;
- пожар в локва;
- мигновен пожар;
- експлозия.

Стойностите на вероятността за незабавно възпламеняване за дадено събитие със “загуба на херметичността” са дадени в Таблица 3.17 [SAVE95b].

Таблица 3.17. Вероятност за незабавно възпламеняване при събитие със “загуба на херметичността”

Тип на веществото	Вероятност за незабавно възпламеняване	
	Пропуск	Скъсване
Запалим газ	0,04	0,09
Втечен запалим газ	0,14	0,30

Вероятността за забавено възпламеняване може да бъде най-много равна на: (1 – вероятността за внезапно възпламеняване), поради наличието на вероятност да няма каквото и да било запалване.

Забележка:

1. При транспортиране на водород, може да се избере по-висока стойност на вероятността за директно възпламеняване, поради неговата ниска минимална енергия на запалване.

3.5.4. Моделиране на емисията, разсейването, експозицията и пораженията

Следващата стъпка (след приключване разглеждането на събитията със “загуба на херметичност”) се отнася до изчисляване на количеството на изтеклото вещество. За тези изчисления трябва да се дефинират различията между “теч” и “скъсване”.

3.5.4.1. Течове

Ако не съществува възможност за установяване на възникнало събитие със “загуба на херметичност” и не могат да бъдат предприети (или не биха били успешни) действия за затваряне на (аварийните) кранове, се приема, че изтичането е “продължително” и е 30 минути.

Ако (аварийните) кранове бъдат затворени, тогава при:

- газове: изпускането ще продължи, докато налягането в тръбопровода се изравни с атмосферното налягане;
- течности: ще възникне изтичане, поради разширяване на течността, което ще продължи, докато налягането на парите в тръбопровода се изравни с атмосферното налягане. В случай, че тръбопроводът не е ориентиран хоризонтално, трябва да се предвиди възможност за изтичане, причинено от гравитационните сили;
- втечени газове - възниква двуфазно изтичане.

Забележка:

1. Сравняването на скоростта на изтичането със скоростта на нагнетяване осигурява информация за това, дали съответният теч може да бъде забелязан от оператора на тръбопровода.

3.5.4.2. Скъсване

В случай на скъсване, изчисленото изтекло количество трябва да се удвои, поради факта, че изтичането е от двете страни на скъсването. Освен това, стойността ще бъде по-голяма и поради продължаващото нагнетяване до момента на спирането на помпата или затварянето на вентилите. Трябва да се вземат под внимание и гравитационните сили (тръбопроводи за течности).

Забележки:

1. Трябва да се провери дали при скъсването на тръбопровода нагнетяването няма да се увеличи, поради пада на налягането.
2. Не се взема под внимание възможността за образуване на вдлъбнатини и местоположението на отвора (посоката на изтичане), поради липса на надеждни данни.
3. За максимална площ на локвата е приета стойност 3000 m^2 , а за дълбочината и – $0,1 \text{ m}$.
4. Изтичането на етен при критичната му температура в случай на скъсване на тръбопровод се влияе чувствително от възприетата температура на въздуха и почвата [SAVE95b]. Доказано е, че при теч големината на риска почти не се влияе от това, дали изтичането е изчислено като изтичане на газ или като двуфазен поток.
5. Коефициентът на изпарение за почвата е равен на $1800 \text{ W/K.s}^{1/2}$.
6. Метеорологичните данни, които трябва да бъдат използвани при КОР, са описани в Раздел 4.10. Трябва да се подбират данни от представителна метеорологична станция по даден транспортен маршрут. При необходимост за различни участъци от тръбопровода могат да се използват данни от различни станции.
7. В съответствие с изискванията от Раздел 4.6.2, трябва да се избере представителна стойност за дължината на аеродинамичната неравност z_0 , за терена, заобикалящ транспортния тръбопровод. При необходимост, за различни участъци от тръбопровода могат да се използват различни за този показател стойности. Стойността “по подразбиране” е $z_0 = 1,0$ метър.
8. При моделиране на разсейване на парния облак не се вземат под внимание химичните процеси и процесите на “сухо” и “мокро” отлагане върху земната повърхност.
9. Експозицията и пораженията се моделират в съответствие с описанието в Раздел 5.

10, Проучването за населението, намиращо се в околностите на транспортния път, се извършва в съответствие с правилата, изложени в Раздел 5.3.

След дефиниране на емисията, ходът на моделирането не се различава съществено от вече описаното моделиране при стационарните инсталации.

3.5.5. Изчисляване и представяне на резултатите

Резултатите от КОР се изразяват под формата на контури на индивидуалния риск и графики за риска за обществеността. В Раздел 6 е описан широко прилаган метод за изчисляване и представяне на данните за риска. В съответствие с действащите към момента подзаконови разпоредби, диаграмите на риска за обществеността се изчисляват и представят за един километър от дължината на транспортния път.

Забележки:

1. Размерите на клетката на изчислителната мрежа трябва да бъдат достатъчно малки, за да не влияят върху точността на изчисляваните резултати.
2. За получаване на гладки контури на риска, местата на аварията се избират на равни разстояния помежду им и включително, преди началото и след края на подложения на анализ участък. Броят на точките трябва да бъде достатъчен, за да може контурът на риска да не се видоизменя съществено при увеличаване на местата на аварията.
3. При изчисленията на риска за обществото, началните и крайните точки на участъците, по отношение на които ще бъдат представяни резултати, се избират произволно преди началото на изчисленията. Въпреки това, изборът на участъците трябва да бъде направен по такъв начин, че изчисленият риск за обществото да бъде максимален.

4. ИЗХОДНИ ДАННИ

4.1. Въведение

Първата стъпка от процедурата за КОР за дадена техническа система се свежда до дефиниране на системата, нейните характеристики и нейните граници. В това отношение, транспортните системи създават някои специфични затруднения. Налице е широк спектър от характеристики, отнасящи се до местонахожденията на възникващите аварии, както и голямо разнообразие от транспортни средства и опасни вещества, които могат, по един или друг начин, да бъдат свързани с възникващите аварии.

За успешно реализиране на количествена оценка на риска за даден транспортен път са необходими следните изходни данни:

- Описание на транспортния път (разположение, тип на пътя, налични препятствия);
- Описание на транспортните потоци (годишен брой на транспортните средства по вещества или категории, дневно и нощно разпределение);
- Информация за броя на произшествията и интензивността на пътното движение за целите на определянето на честотата на произшествията;
- Описание на транспортните средства (типове транспортни средства, типично превозвани товари);
- Описание на източниците на възпламеняване;
- Свойства на превозваните (представителните) вещества;
- Класификация на терена, заобикалящ транспортния маршрут;
- Метеорологични данни;
- Население в района, заобикалящ транспортния маршрут.

В Раздел 3 са представени методи на получаване на тези данни, препоръчителни стойности и сведения за източниците на информация при по-голямата част от посочените по-горе позиции. В подраздел 4.2 е описан прилагания в Холандия метод за категоризиране на веществата, използвани в IPORBM и количествените оценки на риска. В настоящия раздел се съдържат указания относно прилагането на този метод при КОР за превози на опасни материали в системата на автомобилния и вътрешния воден транспорт. Освен това, описани са пътищата за набавяне на данни за превозите на опасни вещества в Холандия и начините за извеждане на съобразените с местната специфика честоти на аварията за конкретни участъци от транспортните пътища въз основа на наличните бази от данни в Холандия.

4.2. Категоризиране на веществата

4.2.1. Описание на метода и критериите

Поради разнообразието от превозвани вещества съществува необходимост от дефиниране на малък брой категории и класифициране на превозваните вещества в съответствие с така възприетата схема. Изчисленията за количественото

определяне на риска могат да се базират на тази категоризация, като се позовават на представителни за съответните категории вещества (типични представители). Методът е описан в [AVIV95] и [AVIV99]. Класификацията се основава на агрегатното състояние, летливостта, запалимостта и токсичността на веществата. При превозите с воден транспорт се вземат под внимание няколко допълнителни характеристики, например, разтворимостта, реакционната способност по отношение на водата и относителната плътност. Схемата е съобразена с класификациите при превозите на опасни материали, възприети в ADR, RID и ADNR. Четирите основни категории са показани в Таблица 4.1.

Таблица 4.1. Основни категории вещества при изчисляване на риска

Категория	Описание
GF	Запалим газ
LF	Запалима течност
GT	Токсичен газ
LT	Токсична течност

По отношение на всяка основна категория се дефинират една или няколко под-категории и подкатегиите се обозначават с номера. По-големите числени стойности свидетелстват за по-висок рисков потенциал. Например, веществата от подкатегория LT4 са “по-опасни” отколкото веществата от подкатегория LT1. Веществата, които са едновременно и запалими и токсични, се обозначават с комбинации от категории, например етиленовия оксид (UN 1040) се категоризира като GF1/GT3.

Следващата информация дава разделянето и подразделянето на категориите на веществата за целите на оценката на риска. Подкатегиите GF0 и GT0 включват газове под налягане и охладени течности. От практически съображения, тези категории могат да не бъдат включвани в разглежданията за КОР.

Дефиниции

Дефиниране на агрегатното състояние на веществата	
Газ	$T_{\text{boil}} < 293 \text{ K}$
Течност	$T_{\text{boil}} > 293 \text{ K}$ и $T_{\text{melt}} < 293 \text{ K}$
Твърдо вещество	$T_{\text{melt}} > 293 \text{ K}$

Дефиниране на параметрите	
LC_{50}	LC_{50} – вдишване – плъхове – 1 час (ppm)
T_{crit}	критична температура (K)
T_{boil}	температура на кипене при 1 атмосфера (K)
P_{20}	налягане на парите при 20° C (mbar)
T_{flash}	пламна температура (K)
T_{melt}	температура на топене (K)

Подкатегории

GF Запалим газ		IMDG “запалим” ADR/RID, клас 2.2, 2.4; номер F, TF, FTC	
$T_{crit} < 293 \text{ K}$	GF0	$T_{boil} < 182 \text{ K}$	
$T_{crit} > 440 \text{ K}$	GF1	$T_{boil} > 273 \text{ K}$	
$T_{crit} 400\text{-}440 \text{ K}$	GF2	$T_{boil} 253\text{-}273 \text{ K}$	
$T_{crit} 293\text{-}400 \text{ K}$	GF3	$T_{boil} 182\text{-}253 \text{ K}$	

GT Токсичен газ		$LC_{50} < 5 \cdot 10^4$			
T_{crit}	$< 10^2$	$10^2\text{-}10^3$	$10^3\text{-}10^4$	$10^4\text{-}5 \cdot 10^4$	T_{boil}
$T_{crit} < 293 \text{ K}$	GT0	GT0	GT0	GT0	$T_{boil} < 182 \text{ K}$
$T_{crit} > 440 \text{ K}$	GT5	GT4	GT3	GT2	$T_{boil} > 273 \text{ K}$
$T_{crit} 400\text{-}440 \text{ K}$	GT5	GT5	GT4	GT3	$T_{boil} 253\text{-}273 \text{ K}$
$T_{crit} 293\text{-}400 \text{ K}$	GT5	GT5	GT5	GT4	$T_{boil} 182\text{-}253 \text{ K}$

LF Запалима течност		$T_{flash} < 334 \text{ K} (< 61 \text{ C})$
LF1		$T_{flash} > 296 \text{ K} (> 23 \text{ C})$
LF2		$T_{flash} < 296 \text{ K} (> 23 \text{ C})$

LT Токсична течност		$LC_{50} < 5 \cdot 10^3$			
P_{20}	$< 10^1$	$10^1\text{-}10^2$	$10^2\text{-}10^3$	$10^3\text{-}5 \cdot 10^3$	T_{boil}
$P_{20} < 10$	LT2	LT1			$T_{boil} > 373$
$P_{20} 10\text{-}50$	LT3	LT2	LT1		$T_{boil} 353\text{-}373$
$P_{20} 50\text{-}200$	LT4	LT3	LT2	LT1	$T_{boil} 323\text{-}353$
$P_{20} 200\text{-}700$	LT5	LT4	LT3	LT2	$T_{boil} 303\text{-}323$
$P_{20} > 700$	LT6	LT5	LT4	LT3	$T_{boil} < 303$

Допълнителни съображения за превозите по вода

При превозите по водните пътища трябва да се вземат под внимание някои допълнителни особености:

- Потъващите вещества, т.е. веществата с относителна плътност (спрямо водата) при $20^\circ \text{ C} > 1,03$, не са обект на разглеждане
- При КОР не се вземат под внимание веществата, които при взаимодействие с водата образуват токсични или лесно запалими газове. Количествата на превозваните вещества (на едро) са малки. Освен това, до момента не са разработени, нито внедрени в обикновенно прилаганите комплексни софтуерни пакети, конкретни модели на емисиите за подобни случаи.
- В случаите, когато относителната плътност (спрямо водата) при 20° C е по-малка от $1,03$ и P_{20} е по-малко от 700 mbar , при изчисляване на емисиите и въздействията при КОР трябва да се вземе под внимание разтворимостта на веществото. Алтернативно, като приемливо приближение, номерът на

категорията на веществото може да се понижи с 1. Например, допустимо е дадено силно разтворимо вещество (разтворимост > 4000 mol/m³) от LT2 да се приеме като принадлежащо към категория LT1.

4.2.2. Прилагане на метода при КОР

Най-прецизни резултати от количествената оценка на риска, разбира се, биха се получили, ако изчисленията се извършват по отношение на всички вещества. Такъв подход, обаче, налага необходимост от голямо количество входящи данни, например данни за характеристиките на веществата. Прилагането на метода при КОР може да се извърши на две нива на детайлност, което се определя от потребностите на конкретния проект [AVIV95, AVIV99].

В случаите, когато е необходима не особено подробна, но бърза информация за нивата на риска, за изчисленията се подбира по един типичен представител от всяка от категориите превозвани вещества. Представителните вещества, с които е желателно да се работи, са посочени в Таблица 4.2.

Понякога, основната част от превозите на веществата в дадена категория се определя само от няколко конкретни вещества от съответната категория. В подобни случаи, точността на резултатите би била напълно задоволителна, ако се извършат изчисления за въпросните вещества като такива и се направи апроксимация по отношение само на последните 20 % от транспортираните вещества, чрез използването на едно представително вещество (правило 80/20).

Таблица 4.2. Типични представители за отделните категории вещества

Категория вещества	Типичен представител
LF1	Нонан
LF2	n-пентан
LT1	Акрилонитрил
LT2	Азотна киселина (70 %)*)
LT3	Акролеин
LT4	Метилизоцианат
LT5	(не се транспортира в неупакован вид)
LT6	(не се транспортира в неупакован вид)
GF0	Не се взема под внимание при КОР
GF1	Метилмеркаптан**)
GF2	n-бутан
GF3	n-пропан
GT10	Не се взема под внимание при КОР
GT2	Етилхлорид***)
GT3	Амоняк
GT4	Серен диоксид
GT5	Хлор

*) При оценка на превозите чрез воден транспорт не се вземат под внимание явленията "потъване" и "разтваряне".

***) Взема се под внимание единствено запалимостта

***) Свойствата на веществата се разглеждат при 293 К.

4.3. Автомобилен транспорт

4.3.1. Превозвани вещества

За успешното идентифициране на събитията със “загуба на херметичност” при превозите на опасни материали, от първостепенно значение е разполагането с информация за превозваните вещества и съдовете, в които същите се превозват. За съжаление, обаче, що се касае до автомобилните превози на територията на Холандия, набавянето и съхраняването на такава информация е доста проблематично, в сравнение с железопътния и вътрешния воден транспорт. През последните години, все пак, обемът на въпросната информация се увеличи благодарение на визуалната регистрация, осъществена в значителен брой точки от транспортните маршрути. В [AVIV97] може да се открие информация за годишната интензивност и състав на транспортните потоци (брой на транспортните операции по категории вещества) в по-голямата част от мрежата на автомобилните пътища в Холандия. Тъй като периодът на наблюдението е ограничен до 8 часа, идентифицираните транспортни потоци са до известна степен несигурни и, като такива, предоставят възможно най-обща представа за интензивността на превозите. В [AVIV97] са описани съществените особености на възприетите работни процедури.

4.3.2. Определяне на съобразените с местната специфика честоти на изпусканията

При количествената оценка на риска за автомобилните превози трябва да бъде определена честотата на аварийните изпускания на химически вещества. Честотата на изтичането се дефинира като честота на възникване на аварии с дадено средство за превоз на опасни вещества, при които протича изпускане на най-малко 100 kg от превозваното вещество. В Раздел 3.2 са посочени типови стойности за честотата (за транспортно средство километър) за различни видове пътища.

За изготвяне на подробна количествена оценка на риска, се препоръчва да се работи със “съобразени с местната специфика” честоти на изпускане за основните пътища. Предвид на това, че броят на произшествията с участието на опасни материали в Холандия е твърде ограничен и формирането на отчитащи местната специфика честоти на изпускане, е възприета практика, да се допуска, че честотата на изтичанията е линейна функция на честотата на произшествията с травми и щети. В този смисъл, честотата на изпускане по отношение на даден участък от пътя може да се определи чрез умножение със съотношението между (отчитащата местната специфика) честотата на инциденти с травми и щети и характерната за съответния тип от холандската пътна мрежа средна честота на произшествията с травми и щети.

Процедурата за извеждане на съобразената с местната специфика честота на изпускане включва определянето на:

- Броя на произшествията;

- Интензивността на движението;
- Съобразената с местната специфика честота на произшествия с травми и щети;
- Съотношението между съобразената с местната специфика честота на произшествия и средната честота на инцидентите с травми и щети.

Съобразената с местната специфика честота на произшествия с травми и щети се изчислява като частно между броя, на съпроводените с нанасяне на травми и щети, произшествия и интензивността на пътното движение (броя на “превозно средство километрите”) през определен период от време, използващ подобна селекция от данни. Данните за пътя, броя на транспортните средства и пътно-транспортните произшествия се регистрират в базите данни, поддържани от Traffic Research Centre AVV към Министерството на транспорта, обществените строежи и управлението на водите:

Характеристиките на главните пътища могат да се вземат от базата данни WEGGEG.

Данни за броя на произшествията могат да се вземат от базата данни VOR. В подсистема от тази база данни с наименованието IMPULS се съдържат данни за всички произшествия по главните пътища чрез разграфена в хектометри мрежа.

Данни за интензивността на пътното движение за приблизително 1000 участъка от системата на главните пътища могат да се вземат от базата данни INWEVA.

При необходимост от данни за други видове пътища може да се осъществяват контакти с местните дирекции на Министерството на обществените строежи и провинциалните и общинските органи на Главното управление на пътищата.

Данни за средната честота на произшествия с травми и щети (брой на съпроводените с нанасяне на травми и щети произшествия на всеки 1 милион километра, пропътувани от моторни превозни средства за една година) в Холандия могат да бъдат извлечени за различни видове пътища: (1) магистрала, (2) второкласни и (3) третокласни пътища извън територията на населените места и (4) основни артерии на територията на населените места [SWOV97].

Забележки:

1. Прегледът на разпределението на местата на произшествията по протежението на даден пътен участък, може да даде точките с повишен риск. Дали то е значимо може да се определи статистически. В [AVIV94] е описан метод, при който се възприема допускането за биномно разпределение на точките на произшествията.

2. При определяне на специфичната честота на изпусканията, трябва да се извърши сравнение между съобразената с местната специфика честота на произшествията и средната честота на произшествия с травми и щети. Трябва да се установи дали използваните данни за произшествията и интензивността на движението при определяне на съобразената с местната специфика честота на произшествията са аналогични на данните, използвани при определяне на средната честота на произшествията.

4.4. Железопътен транспорт

4.4.1. Превозвани вещества

За да се уточнят събитията със “загуба на херметичност” при аварията в страничните коловози, маневрените участъци и откритите жп линии е необходимо да има информация за транспортните потоци. По-конкретно става, въпрос за броя на вагон-цистерни при атмосферно налягане и вагон-цистерни под налягане за определен период от време (обикновено една година) и идентичността на превозваните вещества. Източникът на информацията зависи от вида на конкретната дейност:

- При експлоатацията на страничните коловози, обикновено превозваните товари се използват единствено от предприятието, към което коловозите се числят. По тази причина, с информацията за веществата разполага един по-ограничен кръг от хора. Освен това, предвид на факта, че страничният коловоз представлява съставна част от предприятието, информацията за броя на вагоните и веществата се съдържа в разрешителното за съответното предприятие;
- Маневреният участък представлява обособено предприятие със собствено разрешително. Това разрешително трябва да съдържа цялата необходима информация за броя на вагон-цистерните и веществата;
- Главният железопътен оператор в Холандия, NS Cargo, води отчет за превозите (брой вагони и превозвани вещества) в системата на холандските железници. Тази информация не е обществено достъпна, но може да се набавя по заявка от NS Cargo.

4.4.2. Определяне на съобразената с местната специфика честота на изпусканията

В Раздел 3.3 са представени общи стойности за честотите на аварийните изтичания за страничните коловози, маневрените участъци и откритите участъци от железопътната мрежа. Препоръчва се настоятелно да се работи именно с тези стойности, поради липсата на общодостъпни бази от данни или доклади за броя и естеството на аварията в конкретни странични коловози, маневрени участъци или участъци от железопътната мрежа.

Всички произшествия в железопътната система (включително в маневрените участъци) се докладват пред администрацията на холандските железници. Особено тежките произшествия са обект на задълбочено разследване. Администрацията на железниците води отчет за всички оповестени произшествия. Извличането на значими обеми информация, които да оправдават въвеждането на специфични стойности за честотата на аварийните изтичания по отношение на конкретни участъци от системата, обаче, е свързано с редица затруднения.

4.5. Вътрешен воден транспорт

4.5.1. Превозвани вещества

4.5.1.1. Въведение

За идентифициране на събитията със “загуба на херметичност” за аварията при транспортиране на опасни вещества от съществено значение е да има наличие от информация за превозваните вещества и съдовете, в които се осъществява техния превоз. Що се отнася до превозите по вътрешните водни пътища в Холандия, такава информация се съдържа в системата IVS90. В IVS90 се извършва проследяване на конкретните транспортни операции от изпращача до получателя. В голям брой речни шлюзове се извършва регистриране в стандартен формат на данните за преминалите кораби и превозваните от тях товари.

Следователно, информация за обема и състава на превозите в даден участък от водния път в рамките на календарната година може да се набави от IVS90. В следващите раздели са представени принципите на прилаганите работни процедури.

4.5.1.2. Количества на превозваните товари

За придобиване на данни за годишните количества на превозваните вещества в конкретен участък от водния път трябва да се осъществи връзка с началника на съответния пътен участък. В IVS90 е извършено разделяне на територията на страната на пет области: Гроте Ривиерен, Зуид Вест, Миден Недерланд, Ноорд и Зуид Оост. Всяка област е подразделена на отделни блокове. При търсене на данни за дадена година в IVS90 трябва да се изходи от стандартните данни на най-близко разположения IVS-блок. Обикновено, достатъчна точност се постига при позоваване на данните за последния тригодишен период. В процеса на търсене на информация трябва да се спазват следните условия:

Таблица 4.3. Условия за информационно търсене на превозваните количества в системата IVS90

Характеристика	Условие	Забележка
Маса	> 30 тона	Работи се със стандартните събития със “загуба на херметичност” при превозите с корабни цистерни (танкери)
Тип на товара	2	Кодово обозначение за [ADNR]-вещества
Тип на плавателния съд	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 30-39, 49, 52-54	Кодови обозначения за типа на плавателния съд по IVS90 при транспортиране на едро (в цистерни); при КОР обикновено не се вземат под внимание превозите в контейнери и превозите на неупаковани твърди вещества.

В IVS90 веществата се регистрират чрез техния UN-номер. Даден плавателен съд може да съдържа няколко резервоара и да бъде натоварен с повече от едно

вещество. Стандартните събития със “загуба на херметичност” се отнасят до изтичане само от един резервоар. В рамките на първо и възможно най-грубо приближение, честотата на аварииране на даден резервоар се дава като обратна стойност на общия брой на резервоарите на плавателния съд. Търсенето дава като резултат списък от UN-номера (вещества) и данни за броя на преминалите плавателни съдове и резервоари. В този си вид, тази информация може да не бъде подходяща за използване като входяща информация за КОР. Съгласно посоченото в точка 4.2, броят на веществата може да се намали до един практичен минимум чрез обединяването им в категории. Необходимо е, освен това, да се изясни връзката между веществата (категиорите) и типа на плавателните съдове. Това разглеждане е извършено в Раздел 3.4.

От данните в IVS90 могат да се изберат конкретни съчетания от “отправни точки (изпращачи)” и “дестинации (получатели)” и да се анализира приноса на същите към общия риск. В IVS90 дестинациите са представени чрез цифрови обозначения. За целите на анализа е възможно да се изберат още и конкретни типове плавателни съдове или да се вземе под внимание някакъв друг аспект, продиктуван от потребностите на конкретната КОР.

При наличие на необходимост от важни бъдещи усъвършенствания може да се използват прогнозни изследвания от рода на [NEA97] и [NEA98]. В същото време, обаче, е доста трудно да се открият прогнозни данни по отношение на конкретни видове опасни вещества. Екстраполацията от прогнозите за “всички вещества” или “всички преминаващи плавателни съдове” не е най-добрият начин, но в много случаи е единственото достъпно средство за формиране на оценката.

4.5.2. Определяне на съобразената с местната специфика честота на изпусканията

4.5.2.1. Въведение

Като съществен елемент от входящата информация за КОР, съобразена с местната специфика, честотата на аварияте се получава като частно от броя на сериозно увредените при авария плавателни съдове и интензивността на движението (брой плавателни съдове километър) за съответен период от време. Произшествията по водните пътища се регистрират в базата данни ONOVIS, поддържана от Traffic Research Centre AVV към Министерството на транспорта, обществените строежи и управлението на водите. Данни за интензивността на движението (преминали плавателни съдове за година) могат да се вземат от IVS90. В този смисъл, честотата на произшествията може да бъде получена чрез едновременно ползване на данните от ONOVIS и IVS90,

В следващите раздели са представени принципите на прилаганите работни процедури.

4.5.2.2. Произшествия

Сведения за произшествията по вътрешните водни пътища в Холандия се подават от различни източници (речната полиция, областните администрации) и се

регистрират на национално равнище в базата данни ONOVIS. Данни за броя на въвлечените в произшествията плавателни съдове и нанесените увреждания в конкретен участък от водния път могат да се почерпят от ONOVIS на Traffic Research Centre AVV. За КОР се вземат под внимание данните от последните 5 години. Необходимо е да се извършва проверка за това дали през съответния период са били предприети съществени модификации на водния път или са настъпили други промени в обстановката. При информационното търсене в ONOVIS трябва да се спазват условията от Таблица 4.4.

Таблица 4.4. Условия за търсене на данни за произшествията по основните водни пътища в масивите на ONOVIS

Характеристика	Условие	Забележка
“Zijvaartaanduiding” (разклонение)	“geen” (не)	Избор на произшествия по главните водни пътища (изключват се произшествията в пристанищата или по разклоненията)
“Shiptype” (тип на плавателния съд)	< = 69	Избор на произшествия с товарни шлепове
“scheepsschade omschrijving” (тип на увреждането на плавателния съд)	“zwaar” (сериозно)	Избор на произшествия, съпроводени със сериозни увреждания. За сериозно увреждане се счита събитие, за което изтичането е възможно последствие.
“scheepsschade omschrijving” (тип на увреждането на плавателния съд)	◇“geen” (не)	Избор на всички видове увреждания. В случаите, когато търсенето за сериозни увреждания не формира никакъв резултат, честотата на сериозните увреждания може да се изчисли като процентна част от честотата на всички увреждания (Таблица 4.6).

Позициите “vaarwegnummer” (номер на водния път) и “kilometre” (километър) обозначават местата на възникналите произшествия. Описание на въпросните местонахождения се съдържа в [AVV97a]. Във всички случаи трябва да се извършва кръстосана проверка на местонахожденията на аварията с полето “accident_description” (описание на аварията). Приема се, че за изтичане на вещество при танкерите за газообразни продукти трябва да настъпи авария с клас “по-сериозно увреждане” (в миналото наричан “клас 4”). Само когато липсват независими данни за този клас на увреждане, от Таблица 4.5 [AVIV93], могат да се вземат стойности “по подразбиране” за относителния дял на аварията за клас “особенно сериозно увреждане”, спрямо всички аварии със “сериозни увреждания”.

Характеристика	Условие	Забележка
“Zijvaartaanduiding” (разклонение)	“geen” (не)	Избор на произшествия по главните водни пътища (изключват се произшествията в пристанищата или по разклоненията)
“Shiptype” (тип на плавателния съд)	< = 69	Избор на произшествия с товарни шлепове
“scheepsschade_omschrijving” (тип на увреждането на плавателния съд)	“zwaar” (сериозно)	Избор на произшествия, съпроводени със сериозни увреждания. За сериозно увреждане се счита събитие, за което изтичането е възможно последствие.
“scheepsschade_omschrijving” (тип на увреждането на плавателния съд)	◊“geen” (не)	Избор на всички видове увреждания. В случаите, когато търсенето за сериозни увреждания не формира никакъв резултат, честотата на сериозните увреждания може да се изчисли като процентна част от честотата на всички увреждания (Таблица 4.6).

Таблица 4.5. Относителен дял на аварии с “особено сериозно” спрямо всички аварии със “сериозно” увреждане (да се използва единствено при липса на други данни)

Клас на плаваемост [СЕМТ]	Относителен дял на аварията с “особено сериозно” увреждане спрямо всички аварии със “сериозно” увреждане
4	0,14
5	0,19
6	0,32

Когато търсенето не даде данни за произшествия със “сериозно” увреждане (и единствено тогава, тъй като става дума за едно извънредно грубо приближение!) броят на произшествията със “сериозно” увреждане може да се представи като дял от броя на произшествията с “всякакво” увреждане. Въпросните данни са взаимствани от [AVIV93] и представени в Таблица 4.6.

Таблица 4.6. Относителен дял на произшествията със “сериозно” увреждане спрямо произшествията с “всякакво” увреждане (извънредно грубо приближение при липса на други данни)

Клас на плаваемост [СЕМТ]	Относителен дял на произшествията със “сериозно” увреждане спрямо броя на произшествията с “всякакво” увреждане
4	0,16
5	0,27
6	0,34

В обобщение:

1. В базата данни ONOVIS се намира броя на произшествията със “сериозно” увреждане през разглеждания период.

2. Ако през разглеждания период в базата данни ONOVIS не са регистрирани произшествия със “сериозно” увреждане, се намира броя на произшествията с “всякакво” увреждане и този брой се умножава със съответния коефициент от Таблица 4.6.

3. Броят на произшествията с “особено сериозно” увреждане (танкери за превоз на газообразни продукти) се определя или (1) чрез директно засичане в базата данни или (2) чрез умножаване на резултата от стъпка 1 или стъпка 2 със съответния относителен дял от Таблица 4.5.

При разделяне на резултата от стъпка 1 или стъпка 2 с броя на годините и броя на километрите от съответното изследване се получава т.нар. *плътност* на произшествията с увреждане (за километър година) при еднокорпусните и двукорпусните плавателни съдове. При разделяне на резултата от стъпка 3 с броя на годините и броя на километрите от съответното изследване се получава *плътността* на произшествията с увреждане (за километър година) при танкерите за превоз на газообразни продукти. За изчисляване на честотата на произшествията с увреждане (за плавателен съд километър), под внимание се вземат данните за интензивността на движението по съответния воден път.

4.5.2.3. Интензивност на корабоплаването

Данни за интензивността на корабоплаването (преминали плавателни съдове за година) могат да се намерят от IVS90 или от ежегодните публикации на Traffic Research Centre AVV [AVV97b]. От разглеждането трябва да се изключат данните за плавателните съдове за отдиш.

4.5.2.4. Определяне на честотата на произшествията

Като съществен елемент от входящата информация за подробна КОР, съобразената с местната специфика честота на произшествията се определя като частно на броя на аварията със сериозно увреждане на интензивността на движението (брой на “плавателен съд километри”) за конкретния период от време. Най-често проблемите се свързват с това, доколко даден участък от водния път може да се разглежда като “хомогенен” от гледна точка на корабоплаването, т.е. дали може да се приеме, че възникналите в определени места от участъка от водния път произшествия са могли да се случат навсякъде другаде по протежението на съответния участък. Анализът на разпределението на местата на аварията по протежението на водния път може да разграничи места с особено концентриране на аварии. Може, също така, експерт по въпросите на корабоплаването да прецени, дали (и какви) специфични местни фактори могат да обяснят завишената честота на произшествията в някои участъци. Ако такива има,

произшествията (или поне някои от тях) трябва да се разглеждат като специфични за тези участъци. Ако няма такива фактори (произшествията са могли да се случат някъде другаде по протежението на съответния участък), производствата могат да се разглеждат като представителни за цялата дължина на “хомогенния” за корабоплаването участък. Въз основа на проведени изследвания е било забелязано, че при преминаване на плавателни съдове под мостове или през шлюзове възникват строго специфични аварии, които не са представителни за съседните участъци от водния път и за това, въпросните производствата се отнасят към конкретните участъци, в които е било забелязано тяхното възникване.

В случаите, когато подробната КОР се занимава с разглеждане и оценка на възможните мерки за ограничаване на риска, е необходимо да се използва модел, който да свърже характеристиките на водния път и интензивността на корабоплаването с честотата на възникващите аварии. Тази задача може да бъде изпълнена успешно с помощта на разработения от Traffic Research Centre AVV “модел за корабоплаването и производствата” [V&O-модел [MSCN95], [AEA95]]. Въз основа на симулации на движението и забелязани корелации между характеристиките на водния път и тези на аварията, този модел изчислява влиянието върху промените в честотата на производствата на такива параметри като например, ширината на годния за корабоплаване участък от водния път или интензивността и състава на потока на корабоплаването. V&O-моделът може да се прилага и за целите на изчисляване на риска по отношение на бъдещи усъвършенствания чрез изследване на влиянието на заложените в прогнозите промени на интензивността и състава на движението. За успешно прилагане на модела, обаче, е необходим известен минимум от познания в сферата на корабоплаването.

4.6. Транспортиране по тръбопроводи

4.6.1. Превозвани вещества

В повечето случаи съществува достатъчно информация за транспортираните по отделните тръбопроводи вещества. Почти всички тръбопроводи се проектират и изграждат за транспортиране само на едно вещество. Обикновено, за транспорта на този продукт се изисква единствено наличие на надлежно издадено разрешително. Съществуват, разбира се, и тръбопроводи за транспортиране на няколко различни вещества (в различни моменти от времето). Това трябва да бъде отразено в разрешителното за съответния тръбопровод.

4.6.2. Определяне на съобразената с местната специфика честота на изпусканията

В Раздел 3.4.3 се съдържат типови стойности за честотата на аварийните изтичания от тръбопроводите. Препоръчва се настоятелно да се работи с тези стойности. Това се налага поради твърде малкия брой на възникващите на определено място аварии и произтичащата от това необходимост от дългогодишно събиране на данни, които биха били достатъчни за формирането на надеждни резултати за честотата.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [ADNR] Reglement voor the vervoer van gevaarlijke stoffen over de Rijn (Разпоредби за пренасяне на опасни вещества по река Рейн.), SDU, The Hague, 1998
- [AEA95] Handleiding risicobepalingsmethodiek en doorrekenen maatregelen (Наръчник за определяне на риска и последващите мерки.), AEA Technology Netherlands Bv., The Hague, 1995
- [AVIV93] Aandachtspunten Hoofdvaarwegen (Отличителните черти на главните водни пътища). AVIV, Enschede, 1993.
- [AVIV94] Fundamenteel onderzoek naar kanscijfers voor risicoberekeningen bij wegtransport gevaarlijke stoffen (Фундаментално изследване върху стойностите на вероятността при оценката на риска за автомобилния транспорт). Enschede, AVIV, 1994.
- [AVIV94] Handleiding risicoberekening wegtransport gevaarlijke stoffen. Bepaling faalkansen. (Ръководство за оценка на риска при автомобилен транспорт на опасни вещества), Specification of chances of failing). AVIV, Enschede, 1994.
- [AVIV95] Methodology for categorizing substances in risk calculations of the transport of hazardous materials. (Методология за категоризиране на веществата при изчисляване на риска при транспорт на опасни материали.) Safety on waterway transport project S3b. AVIV, Enschede, 1995.
- [AVIV99] Methodology for categorizing substances in risk calculations of the transport of hazardous materials. (Методология за категоризиране на веществата за изчисляване на риска при транспорт на опасни материали.) AVIV, Enschede, 1999 (to be published).
- [AVIV97] Risico's wegtransport gevaarlijke stoffen (Рискове при автомобилен транспорт на опасни вещества). AVIV, Enschede, 1997.
- [AVV] Wegwijzer voor de binnenscheepvaart (Наръчник за речно корабоплаване.) AVV, Rotterdam.
- [AVV97a] Vaarwegen in Nederland (Водните пътища на Холандия) Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Advisory service Traffic and Transport, Rotterdam, 1997.
- [AVV97b] Kerncijfers hoofdvaarwegen (Ключови данни за главните водни пътища) Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Advisory service Traffic and Transport, Rotterdam, 1997.
- [Buis] Structuurschema Buisleidingen (Структурна схема на тръбопроводи), Kamerstuk II; 17353, No 1-2.
- [CPR14E] Committee for the prevention of disasters, (Методи за изчисляване на физични въздействия – Жълта книга), The Hague SDU, 1997.
- [IPORBM] IPO risico berekenings Methodiek IPO (IPO Методология за

изчисляване на риска). AVIV, Enschede, 1997.

- [MSCN95] Kok M., Tak. C. van der, Gebruikershandleiding van het verkeers- en ongevalsmodel versie 1.2 (Ръководство за моделиране на натовареността на движението и произшествията 1.2), MSCN Wageningen, 1995.
- [NEA97] Beneden rivieren als hoofdtransportas, Scheepvaartprognoses 2015 (Прогнози за корабоплаването по реките Тидал, като главни транспортни пътища 2015) NEA, Rijswijk, 1997.
- [NEA98] Scheepvaartprognoses Zeeburg en Lekkanaal (Прогнози за корабоплаване по Зееберг и Леканал). NEA, Rijswijk, 1998.
- [NEN92] Eisen voor stalen transportleidingen (Изисквания към стоманените транспортни линии.). NEN 3650, 1998.
- [PROT98] Protocol QRA seagoing vessels (Протокол от KOP за морски съдове) : a project proposal, Ministry of Transport, Public Works and Water Management, 1998.
- [RIVM99] Guidance for Quantativement Risk Assessment. (Ръководство за количествена оценка на риска.)
- [SAVE88] Risico's van bulkvervoer van brandbare en giftige stoffen over het water (Риск при транспортиране на едро по вода на запалими и токсични вещества.), SAVE, Apeldoorn, 1988.
- [SAVE95] Basisfaalfrequenties voor het transport van gevaarlijke stof over de virije baan (Основни честоти на отказ при транспортиране на опасни вещества по отворен релсов път.). Report 951675-556, produced for N.V.Nederlandse Spoorwegen. SAVE, Apeldoorn, 1995.
- [SAVE95a] Basisfaalfrequenties voor het transport van gevaarlijke stoffen per spoor (emplacements). (Основни честоти на отказ при транспортиране на опасни вещества на разпределителни гари). Report 951599, SAVE, Apeldoorn, 1995.
- [SAVE95b] Risico's vervoer gevaarlijke stoffen, deelproject A74: buisleidingen; deel 1 (Риск при транспортиране на опасни вещества., проект A74:тръбопроводи; част 1). Report 951250-586, produced for workgroup IPO-A74, SAVE, Apeldoorn, 1995.
- [SAVE97] Handleiding/protocol voor het uitvoeren van een QRA voor goederenemplacements. (Ръководство/протокол за извършване на KOP за стокви разпределителни гари). Report 971071-A27, produced for the Ministry of Transport, Public Works and Water Management. SAVE, Apeldoorn, 1997.
- [SWOV97] Risico's onderscheiden naar wegtype (Различия на риска между различните типове пътища). R-96-62. SWOV, Leidschendam, 1997.
- [V&W89] Nota risico's van hert bulkvervoer van brandbare en giftige stoffen langs de vaarweg Rotterdam-Duitsland, Bijlage 1 (Нота за рисковете при транспортиране на възпламеними и токсични вещества в неупакован

вид по протежението на водния път Ротердам-Германия, Приложение 1). The Hague. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, 1989

- [VeVoWeg96] Eindrapport deelnota 3; handreiking risicobepalingsmethodiek externe veiligheid vervoer gevaarlijke stoffen over de weg & voorbeeldstudie. Project Veiligheid Vervoer over de Weg (Заклучителен доклад, част 3: Ръководство и примерни изчисления за прилагането на метод за определяне на риска по отношение на външната безопасност при превозите на опасни вещества чрез автомобилен транспорт. Проект "Безопасност при автомобилните превози). The Hague: Ministry of Transport, Public Works and Water Management. 1996.
- [VNG98] Handreiking externe veiligheid vervoer gevaarlijke stoffen (Ръководство по външна безопасност при транспортирането на опасни вещества). Association of Dutch Communities; Ministry of Transport, Public Works and Management; Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment; Ministry of Internal Affairs, The Hague 1998.
- [VROM84] Zonering langs hoge druk aardgastransportleidingen (Райониране по протежението на тръбопроводите за пренос на природен газ при високо налягане). Circulaire van de minister van VROM ,26 November 1984, Reference DGMH/B No 0104004.
- [VROM91] Circulaire voor de zonering langs K1-, K2-, en K3-vloeistofleidingen Bijlage bij brief van minister van VROM van 24 april 1991. (Циркулярно писмо относно районирането по протежението на тръбопроводите за транспортиране на K1-, K2- и K3- течности. Приложение към писмото на министъра на жилищното строителство, териториалното планиране и околната среда от 24 април 1991). Reference DGM/SR/1221254.
- [VROM95] Risicobenadering voor NS-goederenemplacement. (Подход за оценяване на риска по отношение на NS товарно-разпределителните гари). VROM-circulaire (Циркулярно писмо на Министерството на жилищното строителство, териториалното планиране и околната среда), 1995
- [VVoW95] Systematiek voor indeling van stoffen ten behoeve van risicoberekeningen bij het vervoer van gevaarlijke stoffen. Project Veilig Vervoer over Water; Deelproject S3b. (Система за категоризиране на веществата при изчисляване на риска при транспортирането на опасни вещества). The Hague , Ministry of Transport, Public Works and Water Management. 1995.
- [VW98] Quantitative risk assessment for transportation of hazardous materials. IPO Risk Calculation Methodology. Road-Rail-Water-Pipeline.(Количествена оценка на риска при транспортирането на опасни материали. Методология за изчисляване на риска IPO. Автомобилни-Железопътни-Водни-пътища-тръбопроводи.The Hague, Ministry of Transport, Public Works and Water Management, 1998
- WL95 Kok M., Klopstra D., Jong J.H. de Veiligheid Vervoer over Water: Modelling van maatregelen (Безопасен транспорт по вода)Waterloopkundig Laboratorium (Лаборатория по хидродинамика), Delft, 1995