



# АНАЛИЗ НА РИСКА

## 5. Оценка на риска на газопроводи

1

## 4. КРИТЕРИИ ЗА ПРИЕМАНЕ НА РИСКА

### ○ 1. Управление на риска

- Управлението на риска е система за справяне с вероятността, че едно бъдещо събитие ще причини вид увреждане, например за хората, за околната среда, за бизнеса и т.н . Управлението на риска осигурява стратегии, процеси, ресурси и инструменти за наблюдение за справяне с рисково събитие.
- Основен елемент от управлението на риска е оценка на риска, където можем количествено да оценим вероятността от повреда в резултат на неизправност. Най-често се използват "качествените" оценки на риска, при които рискът се характеризира (или класира), но не се оценява количествено. Някои от ограниченията на този вид анализ на риска може да се преодолеят с помощта на "количествени" оценки на риска, които използват числени оценки на вероятностите и последствието за изчисления риск.
- Насоките за провеждане на качествени оценки на риска на газопроводи се основават на установените принципи на методологии за т. нар. добри практики.

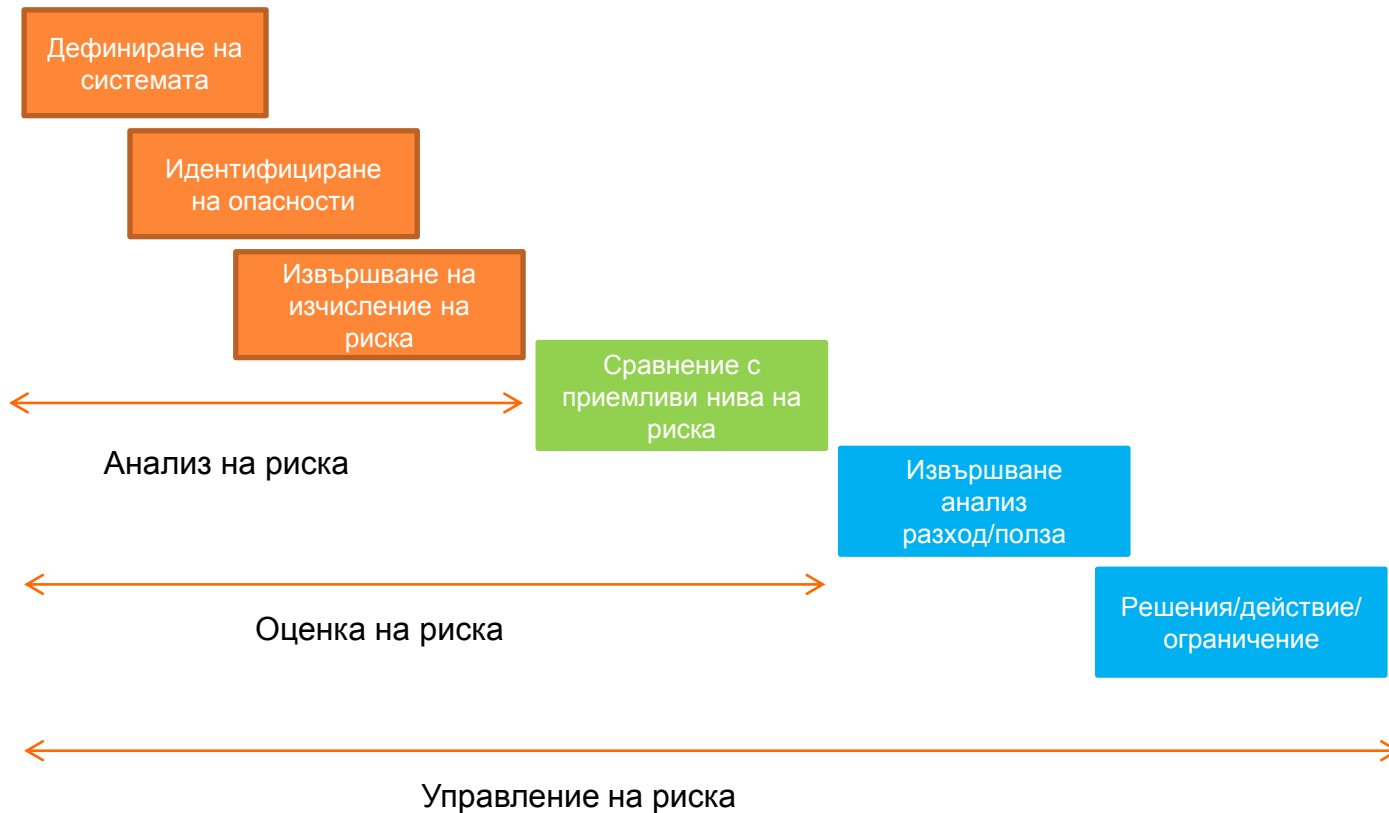
## 4. КРИТЕРИИ ЗА ПРИЕМАНЕ НА РИСКА

### ○ 1. Управление на риска

- Управлението на риска е система за справяне с вероятността, че едно бъдещо събитие ще предизвика някаква вреда на хората, околната среда, бизнеса си и т.н.
- Стандартите и регламентите за газопроводни мрежи все повече изискват операторите им да използват управление на риска.
- Основен елемент от управлението на риска е оценката на риска, при която можем количествено да оценим вероятността от повреда, а след това да се направи сравнение до "приемливо" или "целево" ниво на риска, Фигура 1.

# 4. КРИТЕРИИ ЗА ПРИЕМАНЕ НА РИСКА

## ○ 1. Управление на риска – Фиг. 1



## 4. КРИТЕРИИ ЗА ПРИЕМАНЕ НА РИСКА

### ○ 2. Качествен анализ на риска – Фиг.2

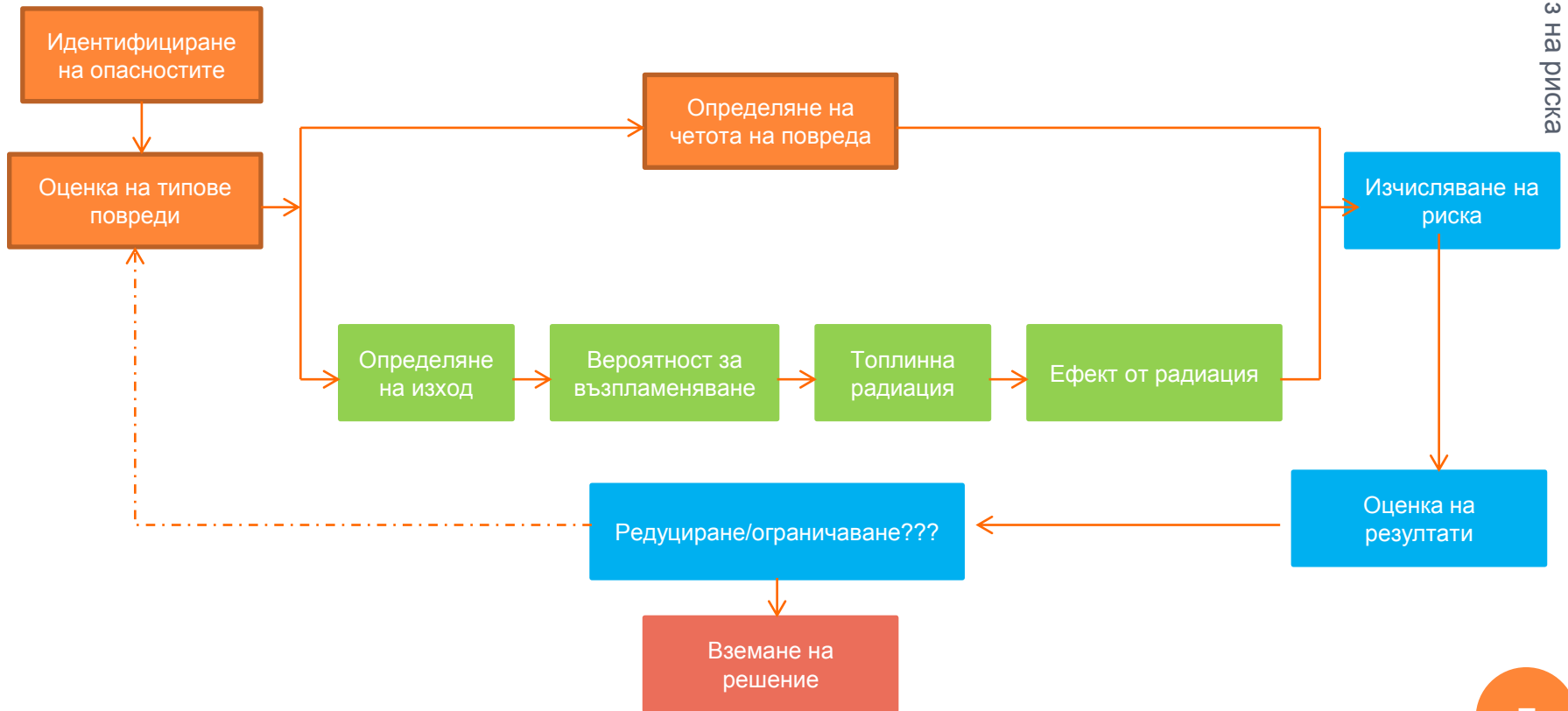


## 4. КРИТЕРИИ ЗА ПРИЕМАНЕ НА РИСКА

- 2. Качествен анализ на риска
- Качественият анализ на риска е най-популярният подход в оценката на риска за газопроводи, тъй като количественият анализ на риска изисква подробни и задълбочени данни за газопроводите, като например честоти на повреда.
- Може да се извърши:
  - От експертен екип;
  - Чрез структуриран подход на база съгласуваност;
  - Чрез идентифициране на рискове, използвайки и последни и настоящи данни, но да се съсредоточи върху бъдещи възможни събития;
  - Количествено оценяване и категоризиране на рисковете;
  - **Намаляване на високи рискове;**
  - Осигуряване на обратна връзка, като и нови данни непрекъснато да се генерират и оценяват;
  - Повторна оценка и одит

# 4. КРИТЕРИИ ЗА ПРИЕМАНЕ НА РИСКА

## 3. Количествен анализ на риска – Фиг.3



## 4. КРИТЕРИИ ЗА ПРИЕМАНЕ НА РИСКА

- 3. Количествен анализ на риска
  - Вероятност от повреда по газопровода =  $1 \times 10^{-6}$ ;
  - Последствия от повредата = 100 жертви;
  - Риск =  $1 \times 10^{-4}$  авария
  - Фигура 3 илюстрира някои от изискванията за количествена оценка на риска, които включват количествено определяне на честотата на повреда, аварийни режими, ефект на излъчване и др .



## 4. КРИТЕРИИ ЗА ПРИЕМАНЕ НА РИСКА

### ○ 3. Количествен анализ на риска (QRA)

- Изисква се операторът на газопровода да извършва 4 годишно проучване за съответствие с проектираното, включително за повторно проучване на инфраструктурата, която заобикаля газопровода. Изисква се и да се предприемат коригиращи действия, когато са констатирани нарушения на нормативите. Действия като пренасочване на потоци или повторно полагане на дебелостенни тръби, може да е оперативно трудно и скъпо да се извърши.
- Отбелязва се ръст в използването на количествен анализ и методи за прогнозиране на честота на повреда при газопроводи, както и последствия вследствие на тези повреди.
- В много случаи предложените разходи за изменение изглежда имат малък или никакъв ефект върху предвидените нива на риск и следователно не може да бъдат оправдани.
- Предимството от използването на QRA е, че той е структуриран и логичен подход, с който се изразява степента на риск и позволява информирано вземане на решения. Недостатъците са, че методиката е сложна и изисква експертни познания. Освен това, резултатите могат да бъдат силно зависими от входните данни, допусканията и възприетия подход.

## 4. КРИТЕРИИ ЗА ПРИЕМАНЕ НА РИСКА

- 3. Количествен анализ на риска (QRA)
- Стандартизирана QRA методологията предоставя насоки към ключови аспекти и предположения, които да бъдат използвани въз основа на най-добрите налични практики. Не се определя конкретен модел. Въпреки това, тя обхваща:
  - Дефиниция на опасни вещества;
  - Дефиниция за отказ на тръбопровод;
  - Дефиниране на неблагоприятни инциденти и свързаните с тях дървета на събития;
  - Справки за данни от оперативна недостатъчност;
  - Честотни прогнозни модели за повреди, основани на използването на признати експлоатационни данни;
  - Възприети модели;
  - Дефиниране на методи и свързаните с тях фактори за намаляване на риска;
  - Обществени критерии за риска
- Насоки за прилагане на териториалното планиране (LUP) при отделните критерии за риска.

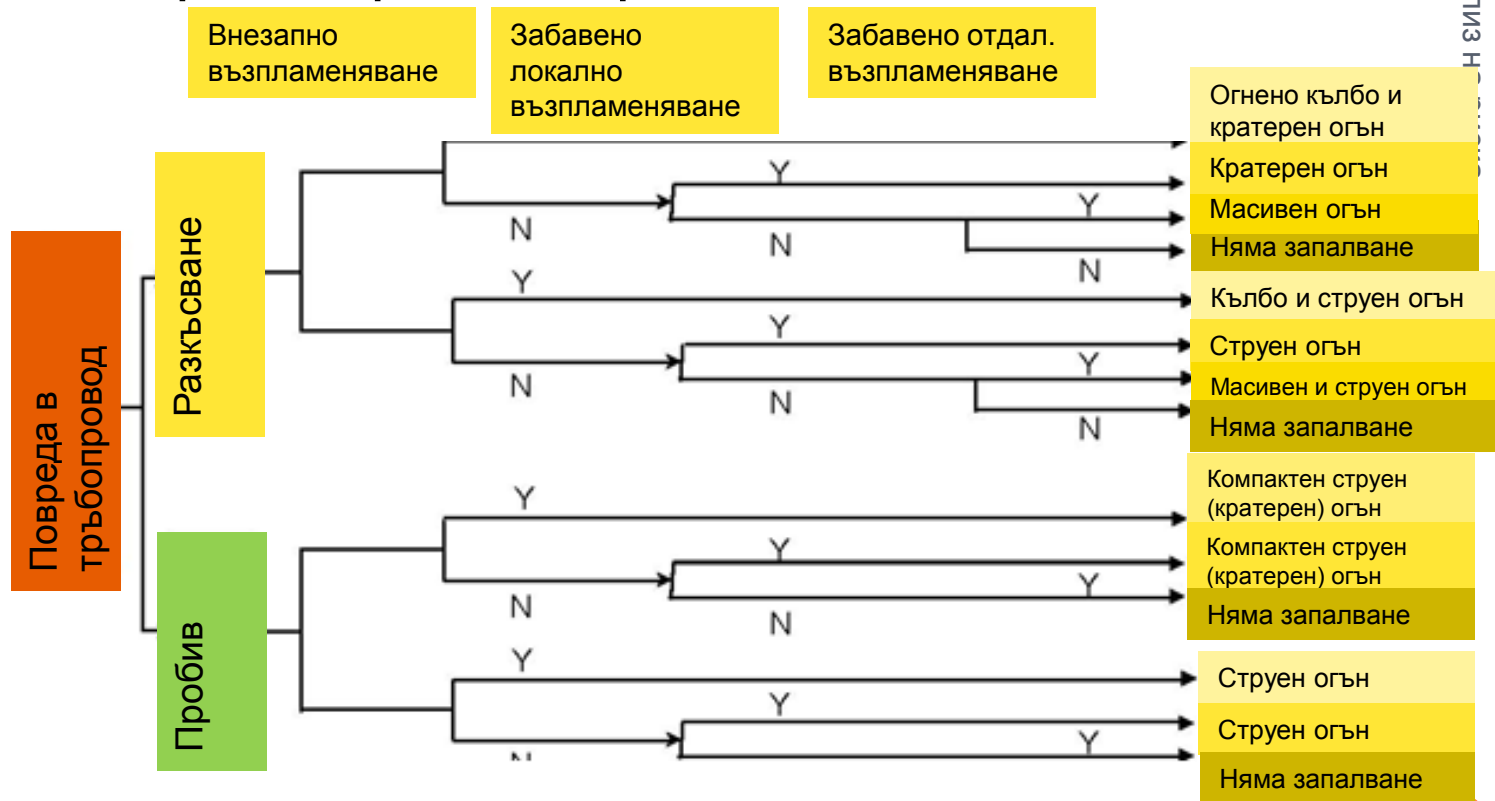
## 4. КРИТЕРИИ ЗА ПРИЕМАНЕ НА РИСКА

### ○ 4. Типове повреди при газопроводи

- Теч се определя като загуба на течности през дефект или разкъсване на газопровод, така че обхвата на теча е по-голям или равен на диаметъра на тръбопровода.
- Течовете могат да варират от малки дупчици до дупка със значителни размери, които се класифицират като аварии. При определяне на приложимите размери на отворите, трябва да бъде взета под внимание ефективната площ на пробива в газопровода.

# 4. КРИТЕРИИ ЗА ПРИЕМАНЕ НА РИСКА

## 4. Типове повреди при газопроводи



Анализ на риска

## 4. КРИТЕРИИ ЗА ПРИЕМАНЕ НА РИСКА

- 4. Типове повреди при газопроводи
- Таблица 3. Степен на повреда по данни от UKOPA (на 1000 km/ год.)

Механизъм за повреда	Точков отвор	Дупка	Разкъсване	Общо
Външно действие	0.006	0.040	0.011	0.057
Външна корозия	0.035	0.009	0.002	0.046
Вътрешна корозия	0.003	0.000	0.000	0.003
Материал и конструкция	0.063	0.013	0.000	0.076
Движение на земна основа	0.003	0.004	0.002	0.009
Други	0.052	0.019	0.002	0.073
<b>Общо</b>	<b>0.162</b>	<b>0.085</b>	<b>0.017</b>	<b>0.264</b>

## 4. КРИТЕРИИ ЗА ПРИЕМАНЕ НА РИСКА

### ○ 4. Типове повреди при газопроводи

#### ○ Корозия:

- Честотата на повреда поради корозия зависи от годината на производство, а оттам се прилага съответното покритие. Съществуват стандарти за проектиране на защита от корозия, както и процедури за контрол на корозията, включително:
  - Наблюдавана и контролирана катодна защита;
  - Проверка на място;
  - Оценка и коригиращи действия;
- За тръбопроводи, положени преди 1980 г. се препоръчват процентите на повреда в Таблица 3;
- Следва да се прилагат, освен ако процедурите за контрол на корозията (като редовно договорени проверки), са били приложени.
- За тръбопроводи от дебелините на стените до 15 mm, положени след 1980 г., и с прилаганите процедури за контрол на корозията, скоростта на корозията и степента на повреда може да се намали с фактор 10.
- За тръбопроводи от всяка възраст и с дебелина на стените по-голяма от 15 mm честотата на повреда вследствие корозия може да се приеме за пренебрежима.

## 4. КРИТЕРИИ ЗА ПРИЕМАНЕ НА РИСКА

- 4. Типове повреди при газопроводи
- Дефекти на материал и конструкции:
- Честотата на повреда поради материални и строителни дефекти зависи от годината на изграждане и следователно възрастта, както и от свързаните с проектиране и строителство стандарти.
- Тези стандарти са се подобрили значително от началото на 1970.
- За тръбопроводи, изпълнени след 1980 г., честотата на повреда може да се намали с коефициент 5. Данните за UKOPA показва, че материалните и строителни неизправности се срещат под формата на течове, и че разкъсвания по газопроводите не са били регистрирани до момента.

## 4. КРИТЕРИИ ЗА ПРИЕМАНЕ НА РИСКА

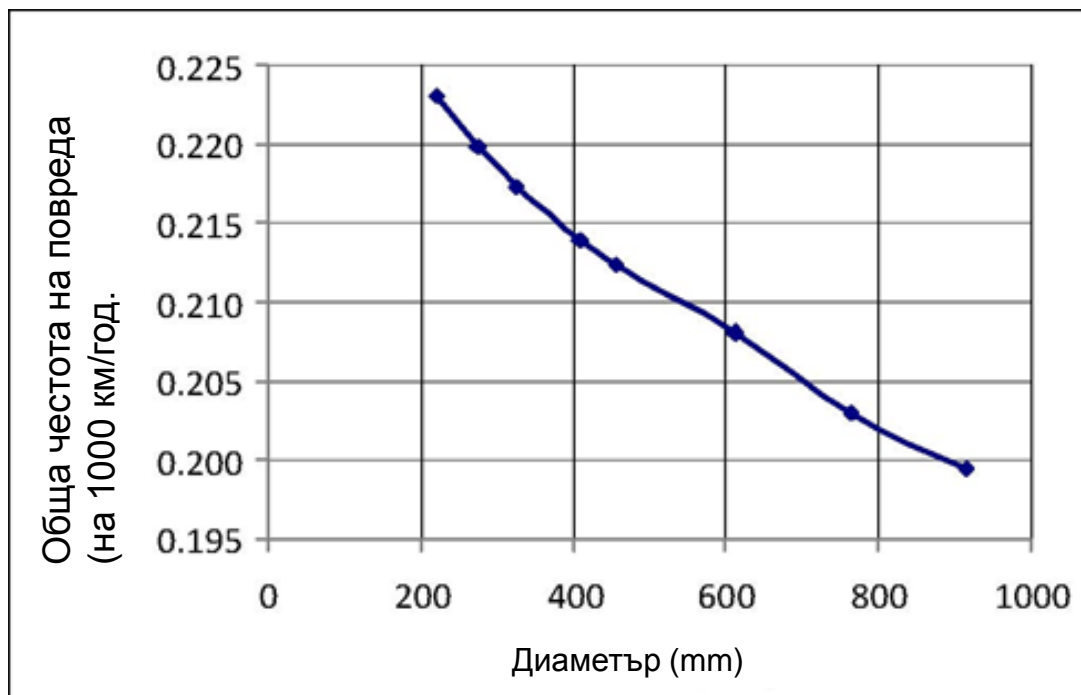
- 4. Типове повреди при газопроводи
- Движение на земната основа:
- Повредите се дължат на естественото движение на земята, когато теренът обикновено е податлив на движение. Въз основа на подробна оценка на честотата на повреда се препоръчва степен на повреда вследствие на земно движение от  $2.1 \times 10^{-4}$  на хиляда километра на година, освен ако няма локално определена стойност.
- Честота на повреда вследствие на външно въздействие:
- Няма достатъчно количество информация, за да се даде възможност за сравнение с набор от специфични оперативни параметри за газопроводите, особено за модерни тръбопроводи от стомана, за които в момента се ограничава експлоатационния опит.
- Ето защо, обикновено е необходимо да се предскаже честотата на повреда за определен газопровод при предварително известни условия.



## 4. КРИТЕРИИ ЗА ПРИЕМАНЕ НА РИСКА

### ○ 5. Генерични криви на честота на повреда при газопроводи

- Генерична крива на честота на повреда, която е получена за тръбопроводи с различен диаметър, с постоянен коефициент на проектиране 0.72, постоянна дебелина на стената 5 mm и клас X65 е показан на фигурата по-долу:



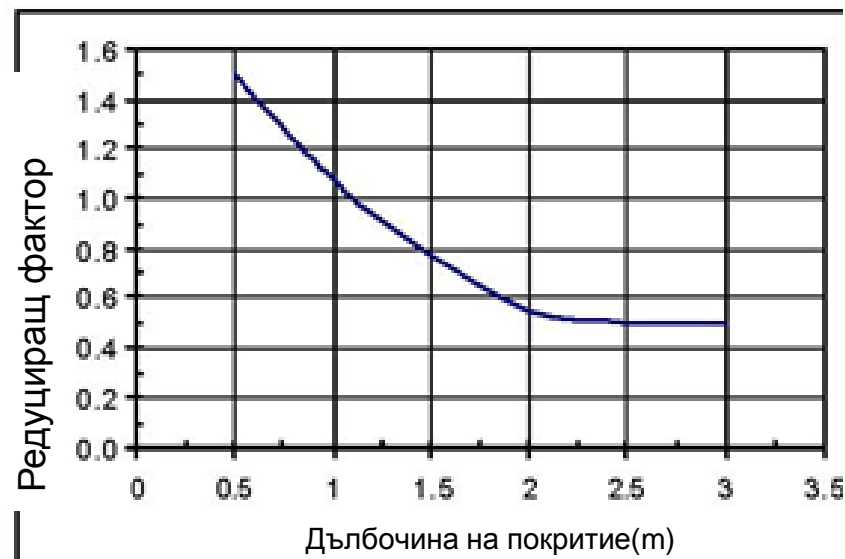
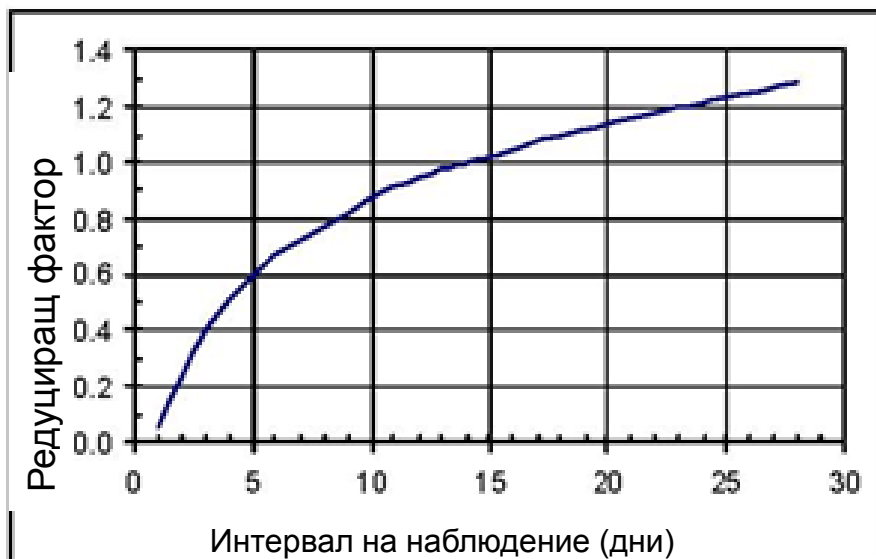
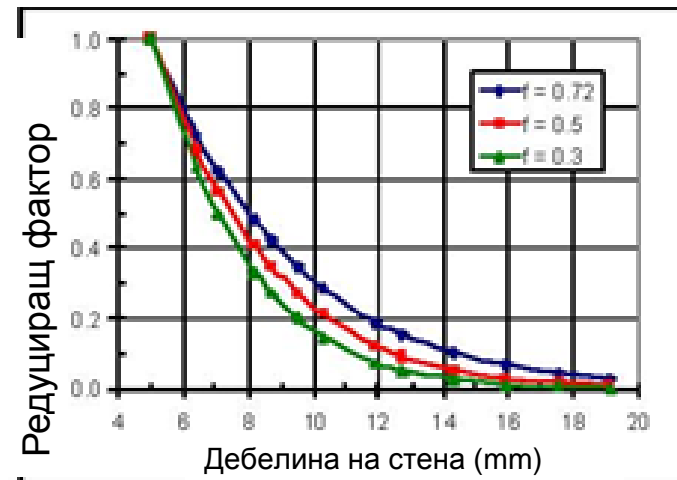
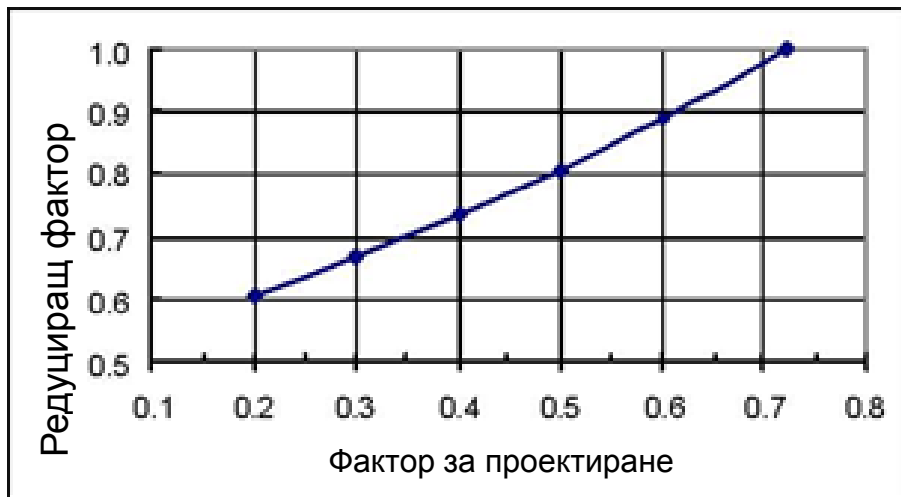
## 4. КРИТЕРИИ ЗА ПРИЕМАНЕ НА РИСКА

### ○ 6. Фактори, намаляващи честотата на повреда

- Фактори за намаление на проектната честота на повреда са свързани с проектния коефициент и дебелината на стените и са били изведени от комплексни изследвания на параметрите.
- Тези фактори следва да се прилагат по отношение на номиналната честота на повреда, която е зависима от диаметъра на газопровода.
- Също се дават насоки относно нивото на намаляване на риска следствие на следните мерки за намаляване на риска:
  - Инсталиране на бетонни плочи;
  - Повишаване на сигурността на наблюденията;
  - Повишаване на дълбочина на покритие.

## 4. КРИТЕРИИ ЗА ПРИЕМАНЕ НА РИСКА

### 6. Фактори, намаляващи честотата на повреда



## 4. КРИТЕРИИ ЗА ПРИЕМАНЕ НА РИСКА

- 6. Фактори, намаляващи честотата на повреда
- Таблицата по-долу дава редуцирането на риска на базата на кривите и някои други фактори

Пример	1	2	3
Диаметър (mm)	219.1	609.0	914.4
Дебелина на станата (mm)	5.6	7.9	9.52
Фактор при проектиране	0.5	0.5	0.5
Генерична честота на повреда (на 1000km/год.)	0.223	0.208	0.199
Редуциращ фактор при проектиране	0.67	0.5	0.81
Редуциращ фактор в зависимост дебелина на стената	0.87	0.81	0.34
Обща честота на повреда (на 1000km/год.)	0.130	0.084	0.055
Сравнение с предвидената честота (на 1000km/год. по метод FFREQ)	0.076	0.061	0.043

## 5. ОЦЕНКА НА ПОСЛЕДСТВИЯТА

- Ключови аспекти на оценката на последствията след възникване на инцидент:
- Изчисление на скоростта на освобождаване на потока;
- Определяне на вероятност от запалване;
- Изчисление на топлинното излъчване;
- Количествена оценка на въздействието на топлинното излъчване за околното население

## 5. ОЦЕНКА НА ПОСЛЕДСТВИЯТА

### ○ 1. Вероятност от запалване

- Рисковете за тръбопровод, съдържащ запалима течност критично зависи от това дали освобождаването на газ води до запалване и дали запалването възниква веднага или се забавя във времето.
- Обикновено се приема, че незабавното запалване възниква рамките на 30 секунди, а забавеното запалване възниква след 30 секунди.
- Специфичните за продукта стойности за вероятност за запалване могат да бъдат получени от данни за исторически инциденти и различните възможности на запалване като незабавно, забавено или свободно изтичане.
- Могат да бъдат изградени логично чрез дърво на събитията, за да се получи общата вероятност на запалване.
- Вероятността от поява на кратер или струен пожар зависи от предположенията, направени за степента на разпространение на изтичащата течност и източниците на забавено запалване в близост до точката на освобождаване.

## 5. ОЦЕНКА НА ПОСЛЕДСТВИЯТА

### ○ 1. Вероятност от запалване

- Интензивни и внезапни пожари се случват, когато изхвърлена струйка от повреденото място на по-тежък от въздуха газ се разпръсне на известно разстояние по посока на вятъра, преди да намери източник на запалване. Запалването причинява огънят да се върне обратно към източника на освобождаване и след това да причини струен огън.
- Вероятността за интензивни и внезапни пожари обикновено се оценява като нисък, в зависимост от степента на населеност и разпределението на източници на запалване в близост до газопровода.
- Масивни пожари се случват, когато запалима течност се отделя с висока скорост през пробив в тръбопровода. Масивните пожари обикновено се моделират при предпоставката, че струята на изпаряване на парите се разпространява по посока на вятъра по подобен начин с по-тежки от въздуха газове.

## 5. ОЦЕНКА НА ПОСЛЕДСТВИЯТА

### ○ 2. Изчисляване на топлинното излъчване

- Излъчването се изчислява чрез:
  - Енергията на изгарящия материал;
  - По метод, отчитащ повърхностната излъчваща енергия;
  - По метод на точкови източници, което предполага, че цялата енергия се излъчва от няколко точкови източници.
- Топлинното излъчване от огненото кълбо обикновено се изчислява с помощта на метода, отчитащ излъчващата повърхнина. За освобождаване на газообразен флуид от разкъсан газопровод, обикновено се приема, че двата края на аварирания газопровода остават в права линия в кратера и струите течност си взаимодействат.
- За малки диаметри газопроводи и повреди в близост до крива на тръбата, това предположение може да бъде не-консервативно и при оценката на риска следва да се вземе предвид чувствителността на местоположението и насоченото освобождаване.
- Пожари в кратери дават по-високи нива на излъчване на нивото на земята, отколкото свободна струя пожар.
- Трябва да бъде взето под внимание влиянието на вятъра върху посоката на огъня и максималното излъчване на нивото на земята.



## 5. ОЦЕНКА НА ПОСЛЕДСТВИЯТА

### ○ 3. Ефекти от топлинното излъчване

- Ефектите при фатални последици обикновено се приемат за случаите, в които хората на открито или в сгради са изложени на пламък от огнено кълбо, кратерен огън, масивен или струен огън.
- Ефектите от топлинното излъчване на разстояние от повредата, изчислени като доза на облъчване, трябва да се обобщят за цялото събитие, за да се определи пълният ефект върху хора и имущество. Този ефект се изчислява по отношение на разстоянието на запалване за сгради, разстоянието за бягството на хората навън, и разстоянието, за бягство в безопасен район.
- По принцип се приема, че всички лица, на открито и на закрито в рамките на разстоянието на запалване се опитват да избягат и трябва да се изчисли безопасна дистанция за бягство. Трябва да се вземат редица фактори под внимание, включително:

## 5. ОЦЕНКА НА ПОСЛЕДСТВИЯТА

### ○ 3. Ефекти от топлинното излъчване

- По принцип се приема, че всички лица, на открито и на закрито в рамките на разстоянието на запалване се опитват да избягат и трябва да се изчисли безопасна дистанция за бягство. Трябва да се вземат редица фактори под внимание, включително:
  - скорост на бягане, която следва да отразява потенциалните трудности при бягството директно от огъня и терена, който се пресича;
  - местоположението и вида на сградите
  - различният брой хора на открито и закрито през целия ден и нощта.

## 5. ОЦЕНКА НА ПОСЛЕДСТВИЯТА

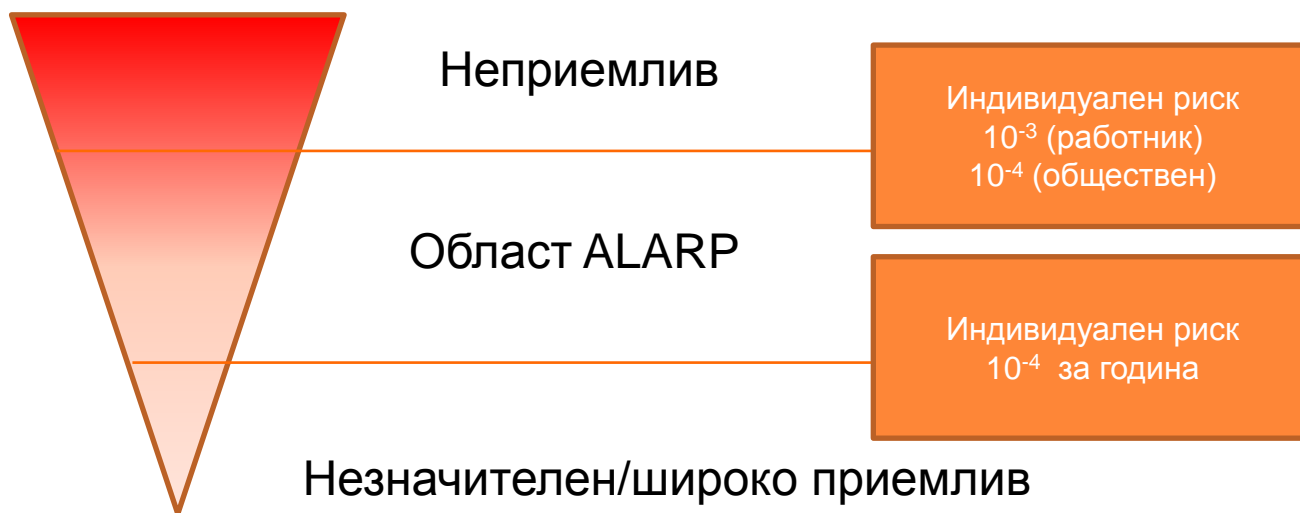
### ○ 3. Ефекти от топлинното излъчване

- Дозата на топлинно излъчване, определена като  $I^{3/4} \cdot t$ , получена при бягството на човек може да бъде изчислена чрез интегриране на потока на топлинно излъчване. Дозата варира с времето  $t$  в зависимост от дължината на газопровода.
- За стандартната доза се използва 1800 термални единици (tdu) като критерий за фаталност на стандартни популации от възрастни. Училища, болници и домове за стари хора са класифицирани като чувствителни, което се дължи на повишената уязвимост на групите от населението при бързата евакуация. За чувствителни групи с 1% леталност обикновено се използва доза от 1050 tdu. Това ниво е еквивалентно на опасна доза, която се определя като дозата на топлинна радиация, която ще доведе до:
  - значителен стрес на почти всички в района;
  - значителна част от изложената група ще изисква медицинска помощ;
  - някои души ще са тежко ранени, изискващи продължително лечение;
  - малко силно податливи хора ще бъдат убити.

## 5. ОЦЕНКА НА ПОСЛЕДСТВИЯТА

### 4. Индивидуален риск и риск за обществото

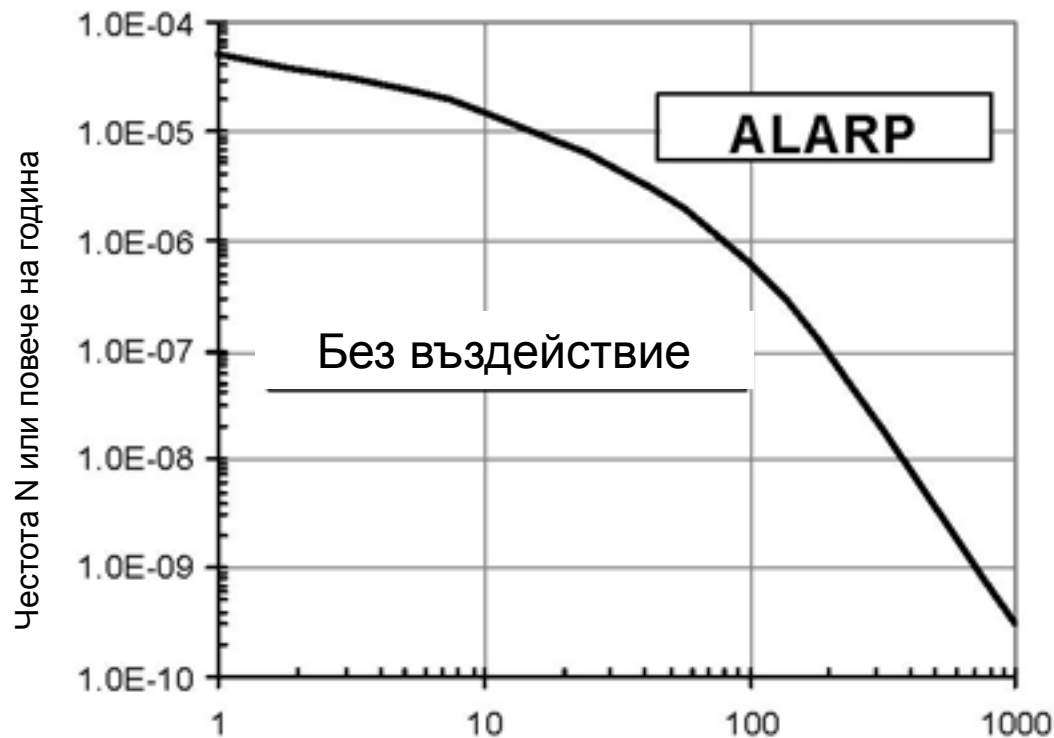
- Индивидуален риск е вероятността физическо лице в определена област да се превърне в пострададал следствие на конкретна опасност.
- Индивидуалният риск при газопроводи обикновено се приема за дадено лице, което пребивава постоянно в района и се представя чрез ниво на риска.
- Рисковете от различните сценарии на повреди трябва да се комбинират.



## 5. ОЦЕНКА НА ПОСЛЕДСТВИЯТА

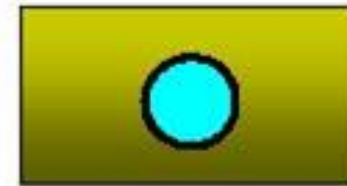
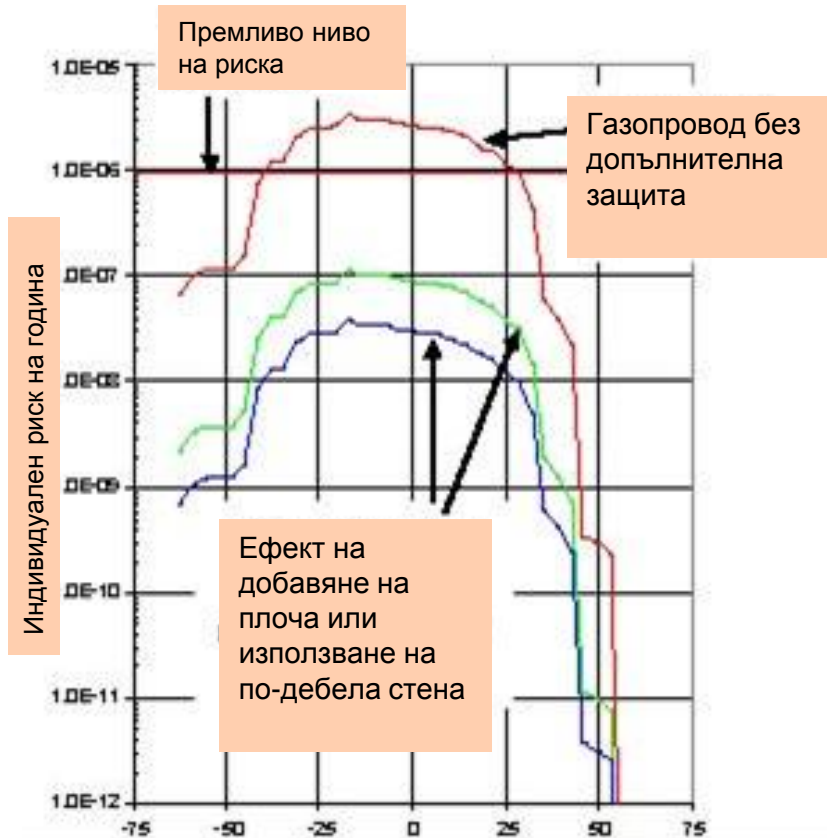
### ○ 4. Индивидуален риск и риск за обществото

- Общественят риск се дефинира като отношението между честотата на инцидентите и броят на жертвите, които могат да възникнат. Оикновено се представя като графика на честота  $F$  от  $N$  или повече жертви годишно в сравнение с  $N$  (т. нар. крива на  $FN$ )



# 5. ОЦЕНКА НА ПОСЛЕДСТВИЯТА

## 4. Индивидуален риск и риск за обществото



Намаляване с 0,16



Намаляване с 0,05

