**Приложение №10**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ВЪЗЛОЖИТЕЛ: | „Булгартрансгаз” ЕАД  Адрес: жк Люлин – 2  ул. „Панчо Владигеров“ No. 66 София 1336 Телефон: (+359 2) 939 63 00 Факс: +(359 2) 925 00 63 E-mail: bulgartransgaz.bg | logo_color2_bg_nobackground |
| ИЗПЪЛНИТЕЛ: | Адрес: ул. „Атанас Далчев“  между бл. 93 и бл. 96  София 1113 | **ДЗЗД „НЕГРУ ВОДА КАРДАМ 2024“** |
| |  | | --- | | **ОБЕКТ: "ПРЕНОСЕН ГАЗОПРОВОД ОТ ПИПЕРЕВО ДО ПЕРНИК"**  **към проект "Повишаване на капацитета за пренос на природен газ в точка на междусистемно свързване Кулата/Сидирокастро в посока от Гърция към България"** |   **Анализ на риска от** **аварийни събития по трасето на газопровода в целеви участък с инфраструктурни обекти**  **Сигнатура:** **BTG-6721-RА**    **Проектант :** инж. Лазарин Ранчев  /……….…………………../    **Ръководител проект:** инж. Илия Илиев  /………………………..……/  **Възложител:**    /………………………..……/  **2024 г.** | | |

**Съдържание**

[1. ВЪВЕДЕНИЕ 3](#_Toc173826540)

[2. ОПИСАНИЕ НА ЗАДАЧАТА. ОБЕКТ НА АНАЛИЗА 4](#_Toc173826541)

[3. ОТСТОЯНИЯ ОТ ГАЗОПРОВОДА ДО НАСЕЛЕНИ МЕСТА, СПЕЦИФИЧНИ ОБЕКТИ 6](#_Toc173826542)

[4. ХАРАКТЕРИСТИКА И ОПИСАНИЕ НА ОПАСНИТЕ ВЕЩЕСТВА](#_Toc173826543)  10

[5. МЕТОДИ ЗА ОЦЕНКА НА РИСКА 109](#_Toc173826546)

[6. СЦЕНАРИИ НА РИСКОВИ СЪБИТИЯ. ОЧАКВАНИ НЕБЛАГОПРИЯТНИ ПОСЛЕДИЦИ](#_Toc173826547) 13

[7. ВЕРОЯТНОСТ НА СЪБИТИЯТА](#_Toc173826548) 16

[8. ОЦЕНКА РАЗМЕРА И ТЕЖЕСТТА НА ПОСЛЕДСТВИЯТА ОТ ИЗТИЧАНЕ 2](#_Toc173826549)5

[9. ОЦЕНКА НА РИСКА 5](#_Toc173826554)7

[10. ЗАКЛЮЧЕНИЕ](#_Toc173826555) 66

Списък на чертежите:

|  |  |
| --- | --- |
| Зони на потенциално въздействие по продължение на преносния газопровод. | BTG-6721-RA-001 |

# ВЪВЕДЕНИЕ

„Булгартрансгаз“ ЕАД проучва възможности за разширяване на газопреносната инфраструктура с цел повишаване на техническия капацитет за пренос на газ в посока Гърция към България и от България към Румъния по Вертикален газов коридор.

Целта на проектирането е да се разработи проектна документация за изграждане на „Преносен газопровод от Пиперево до Перник“- линейна част /преносен газопровод/-диаметър ST DN 500, кранови възли, електрохимична защита и оптична кабелна линия/, станция за очистване на газопровода, АГРС, както и газопроводно отклонение DN 150 към АГРС.

В този раздел са представени рисковете при взетите технически решения по прокарване на преносен газопровод от тръби ST DN 500 с работно налягане 5,4 Mpa.

Съоръженията, свързани с този анализ на риска са с пригодност за пренос на некорозивни газове, природен газ, биометан, водород и техните смеси, така че да бъде осигурена безопасната експлоатация, включвайки най-малко следното.

Проектиране и изграждане на газова инфраструктура и съоръженията към нея като инфраструктура, пригодна за пренос на некорозивни природен газ, биометан, водород и техните смеси с отчитане на заложените работни условия и свойства на газовите смеси, така че да бъде осигурена безопасната експлоатация, включвайки най-малко следното:

* Преносен газопровод от Пиперево до Перник, ST DN 500 с дължина около 52 км, проектно налягане 5,94 MPa и работно налягане 5,4 MPa;
* газопроводно отклонение за АГРС „Радомир“ DN 150 с проектно налягане 5,94 MPa и работно налягане 5,4 MPa и дължина около 2,7 км;
* 2 броя линейни кранови възли (КВ) — КВ „Негованци“ и КВ „Перник“ ST DN 500 по трасето на преносния газопровод;
* 3 броя кранови възли КВ „Пиперево“ КВ-охранен ГРС „Перник“ ST DN 500 и КВ АГРС „Радомир“ DN 150;
* оптична линия за пренос на данни, разположена паралелно на газопроводното трасе;
* СОГ „Пиперево 2“ ST DN 500 – с една реверсивна камера;
* АГРС „Радомир”;
* свързващ газопровод /от АГРС „Радомир“ до одорираща станция/ с дължина около 217 м.
* 2 броя СКЗ /Станция за катодна защита/

Съгласно проведени предпроектни проучвания са установени следните основни параметри за проектиране:

* Максимално работно налягане на газопровода (МОР) Р= 5,4 МРа;
* Проектно (изчислително) налягане (DP) Р=5,94 МРа;
* Диаметър на преносния газопровод – STST DN 500 (20“);
* Диаметър на газопроводно отклонение за АГРС „Радомир“ – St DN 150;
* АГРС „Радомир“, Qmax/h – 5 000 m3/h и Р изх.=10 bar;
* Работна температура – мин. – 10°С; макс. +40°С;
* Диаметър на свързващ газопровод – St DN 250;
* Налягане на свързващ газопровод - Р=1 МРа;
* Сервитут съгласно Наредба № 16 от 09.06.2004 г. за сервитутите на енергийните обекти.

Съгласно Технологична схема се предвижда изграждането на следните съоръжения по трасето на газопровода:

СОГ „Пиперево 2“ км.0+161 км.

КВ „Пиперево“ км.0+161 км.

КВ „Негованци“ км.27+250

КВ АГРС „Радомир“ км.36+500

АГРС “Радомир”

КВ „Перник“; км.51+417

охранен кран ГРС „Перник“ км.52+425

Този анализ представя резултатите от количествения Анализ на Риска (КАР) по отношение на риска за човешкото здраве, околната среда и материалните активи.Проучването се базира на данните от EGIG.

Рискът тук е изчислен на базата на честотни оценки на течове, изчисления за обема на изпускане. Честотите на течовете са оценени при различни сценарии на размер, при диаметри на теча от пробив, отвор и при разкъсване на целия диаметър. За всичките тези три сценария на теч които се имат предвид, общите обеми на изпуснат газ във всеки километров участък на газопровода, са изчислени със софтуер ALOHA, като са представени само тези при разкъсване, като най-тежък сценарий.

Целта на този анализ е да определи качествено и количествено параметрите на евентуални възможни най-тежки като мащаб и последствия аварии на първоначално определеното проектно трасе на преносния газопровод и параметрите на фронта на разпространение на вредното въздействие от тези събития. Близост и евентуален домино ефект от големи аварии в предприятия/ съоръжения с висок или нисък рисков потенция.

В резултат на софтуерно моделиране на последствията трябва да се провери, че определеното местоположение на газопровода осигурява при евентуална възможно най-голяма авария на газопровода, последствията да не създадат непоносим социален или екологичен риск.

Така формулираната основна цел, изисква да бъде оценен риска за най-близко разположените населени места и обекти до газопровода, върху които положението на трасето може да окаже влияние.

[2. ОПИСАНИЕ НА ЗАДАЧАТА. ОБЕКТ НА АНАЛИЗА](#_Toc173826541)

**Целта на този анализ** е да определи качествено и количествено параметрите на евентуални възможни най-тежки като мащаб и последствия аварии на преносния газопровод в районите, близо до оста на новопроектираното трасе в устройствената зона от 200 m. - това са съществуващи жилищни сгради в селата **Стефаново с махала Егреците, Кралев дол, Касилаг, Драгичево. Пресичания с трасе на АМ А-3 ”Струма”, главен път Е-6.**

Проверени са по продължение на преносния газопровод, всички обекти по чл.10 на Наредбата за предотвратяване на последиците от големи аварии и ограничаване на последствията от тях. Обозрими производствени предприятия, складове и съоръжения, които са в категорията ПСВРП /предприятие, съоръжение с висок рисков потенциал/ или ПСНРП /предприятие, съоръжение с нисък рисков потенциал/. В зоната на максимално въздействие на вредности от газопровода не са констатирани ПСВРП и ПСНРП.

Подземно и надземно разположените части на газопровода са извън зоната на потенциален „домино“ ефект и не могат да получат увреждания от голяма авария в ПСВРП или ПСНРП.

В края на анализа са дадени препоръки за мерките за намаляване на последствията и риска от реализиране на потенциални рискови събития.

Обект на изследването е проектното трасе на преносен газопровод от Пиперево до Перник- и съоръженията свързани с него.

По цялото му протежение, най-чувствителните към риск обекти са определени по потенциално засегнатото население и територии, зони и/или обекти със специфичен хигиенно-охранителен статут и/или подлежащи на здравна защита, в зависимост от териториалния обхват на въздействията върху околната и жизнената среда.

С изключение на площадката за СОГ „Пиперево 2“, КВ „Пиперево“ и пътя към нея, реализацията на обекта няма да доведе до промяна предназначението на имотите, през които минава линейната му част, а ще запазва фактическото им ползване при ограничаване на жилищното застрояване.

По време на експлоатацията преносният газопровод и съоръженията му ще налагат следните ограничения на териториите, през които преминава:

Зоната за превантивна устройствена защита (по смисъла на чл. 10 от ЗУТ) – размер на територията с ширина по 200 м от двете страни на преносния газопровод и неговите съоръжения. В зоната за превантивна устройствена защита се запазва фактическото ползване на имотите при ограничаване застрояването с жилищни сгради и други обекти за сметка на увеличаване класа на газопровода, респективно дебелината на газопроводната тръба, съгласно чл.13 и чл.14 от Наредба за устройството и безопасната експлоатация на преносните и разпределителните газопроводи и на съоръженията, инсталациите и уредите за природен газ (Наредба по чл.200, ал.1 от Закона за енергетиката).

Зоната за превантивна устройствена защита е нанесена графично в чертежите.

При определяне на сервитутните зони на трасето и технологичните съоръжения е спазена Наредба № 16 от 09.06.2004 г. за сервитутите на енергийните обекти и Наредба № 6 от 25.11.2004 г. за технически правила и нормативи за проектиране, изграждане и ползване на обектите и съоръженията за пренос, съхранение, разпределение и доставка на природен газ.

Проектиран е нов сервитут – ивици с широчина по 15 м от двете страни на оста на преносния газопровод (общо 30 м). През горски територии е проектиран сервитут – ивици с широчина по 10 м от двете страни на оста на преносния газопровод (общо 20 м).

Особено внимание е обърнато на най-близко разположените до новопроектираното трасе обекти, които се намират на отстояние от оста на новопроектираното трасе от около 200 метра - това са жилищни **сгради в селата:**

**Стефаново с махала Егреците, Кралев дол, Драгичево. Пресичанията с трасето на АМ А-3 ”Струма”и главен път Е-6.**

# ОТСТОЯНИЯ ОТ ГАЗОПРОВОДА ДО НАСЕЛЕНИ МЕСТА И СПЕЦИФИЧНИ ОБЕКТИ.

Предмет на описанието са обекти, посочени в чл. 10 на Наредбата за ПГАОВОПТ. Това са:

а) жилищни райони; Всички села разположени на разстояние по-малко от 800 метра от трасето са описани в табл. 3.1.

б) обекти с обществено предназначение по § 1, т. 29в от допълнителните разпоредби на ЗООС; Не са идентифицирани на разстояние до 1000 метра спрямо трасето на газопровода.

в) зони за отдих и рекреация; Не са идентифицирани на разстояние до 1000 метра.

г) транспортни пътища; Пресичанията са описани в таблица 3.1.

д) съседни предприятия и обекти, райони и строежи, които могат да бъдат източник на или да увеличат риска или последствията от голяма авария и да предизвикат ефект на доминото. Сгради и съоръжения на ПСВРП или ПСНРП не са идентифицирани на разстояние до 1000 метра.

е) територии с особено природозащитно значение или значение за околната среда, защитени по силата на нормативен или административен акт;Защитени територии и защитени зони.

Трасето на преносния газопровод, предмет на ИП не попада в границите на защитени територии по смисъла на Закона за защитените територии (ЗЗТ). Трасето преминава в непосредствена близост до ЗМ Белите Кладенци, без да я засяга.

ИП не попада в границите на защитени територии по смисъла на Закона за защитените територии (ЗЗТ). Трасето преминава в непосредствена близост до ЗМ Белите Кладенци, без да я засяга. Преминава на около 500 m от границите на ПР Острица и на около 100 m от ЗМ Голо бърдо-находище на муховидна пчелица. Трасето на газопровода преминава през една защитена зона от мрежата Натура 2000: 33 BG0001375 "Острица" по Директивата за опазване на природните местообитания и на дивата флора и фауна, обявена със Заповед № РД-321/31.03.2021 г. (ДВ бр.52/22.06.2021 г.).

Не са идентифицирани сгради или съоръжения по чл. 10 на Наредбата за ПГАОВОПТ на разстояние до 1000 метра.

# Преценяваните обекти в околността на газопровода и отстоянието на тяхната най близка граница до проектния коридор и трасе са показани в табл.3.1, където:

* R е минималното разстояние от проектното трасе на газопровода до обекта
* D - гъстота на населението, жители на декар [pop/1000m2]

В последната колона на таблица 3.1. е дадена ориентировъчната гъстотата на население на 1 km2 площ на населените места и други оценявани обекти.

*Таблица 3.1*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Разстояние от газопровода | Оценявани Оценявани  обекти | | Минимално разстояние до обекта | Гъстота на населението в обекта D  души/km2  [pop/km2] |
| Населе  ние | обект | Rmin [m] |  |
| **Главен път Е-6** | 20 ч./час | път и 100 автом. на час с хора | 0м. | 2,5  души/km² |
| **А-3 ”Струма”** | 100ч./час | Път и 500 автомоб.на час с хора  автобус с хора | 0м. | 10,25  души/km² |
| Пиперево | 160 | сгради и хора | 500 м. | 54  души/km² |
| Блатино | 158 | сгради и хора | 1033 м. | 23,2  души/km² |
| Дяково | 306 души | сгради и хора | 600 м. | 14,9  души/km² |
| Големо село | 386 | сгради и хора | 320 м. | 25,5  души/km² |
| Мало село | 259 | сгради и хора | 500 м. | 30,5  души/km² |
| Мламолово | 620 | сгради и хора | 1540 м. | 37,5  души/km² |
| Гр. Бобов дол | 5001 . | сгради и хора | 2200 м. | 270  души/km² |
| Жедна | 112 | сгради и хора | 780 м. | 10,8  души/km |
| Писта на софия уест айрпорт | 150 | сгради и хора | 800 м. | 1,5  души/km² |
| Бобораци | 92 | сгради и хора | 745 м. | 12  души/km² |
| Село Стефаново, махала Егреците | 439 | сгради и хора | 236 м. | 31,4  души/km² |
| Кралев дол | 673 | сгради и хора | 117 м. | 46,1  души/km² |
| Студена Перник | 1651 | сгради и хора | 623 м. | 89,3  души/km² |
| С. Драгичево | 2123 | сгради и хора | 54 м. | 104  души/km² |
| Петролна база Драгичево | 5 | сгради и хора | 180 м. | 0,001  души/km² |
| С. Драгичево единична вилна сграда | 6 | сгради и хора | 40 м. | 0,01  души/km² |
| Град Перник | 90195 | сгради и хора | 900 м. | 0,001  души/km² |

Обобщение на сравнителния анализ:

Никъде по протежението на проектираните 52 425метра газопровод няма предприятия, обекти или сгради, в които да работят постоянно или присъстват над 100 човека, по близо от 1000 метра.

Приемаме, че най-гъсто населеното място и най-натоварената работа на ресторанти, обществени сгради и производство, автобусен транспорт има в зоната на въздействие от 1 километър 200 човека, което дава плътност D= 0,0556 pop/1000 m2. Тази плътност приближава територията в обхвата на засегнатата при потенциална ГА / голяма авария / зона до характерната за слабо населено място в България.

От обектите описани в табл. 3.1., включени в списъка по чл. 10 от Наредба за ПГАОВОПТ са:

Жилищни **сгради в селата Стефаново-махала Егреците, с. Кралев дол, с. Драгичево.**

**Пресичане трасето на газопровода с платната и мостовото съоръжение на АМ А-3 ”Струма” в км. 0+837, км.45+800, км. 54,500 и Главен път E-6 в км. 51+700.**

**Пресичанията се разглеждат в участъци с дължина 1 км. от двете страни на транспортните инфраструктури**. За нито едно от тях не се очакват недопустими въздействия върху хора, сгради, жилищни постройки, съоръжения.

**Метеорологични условия.**

Метеорологичната информация има значение преди всичко на разпространението (дисперсията) на изтичащ природен газ-сценарий “дисперсия без запалване”. В изчисленията на останалите сценарии за развитие на опасностите участват:

* разпределение на вятъра по посока и скорост;
* изменение на плътността и влагосъдържанието на въздуха;
* барометрично налягане.

От гледна точка на физикогеографското райониране трасето на газопровода преминава последователно от юг на север през Дупнишката котловина до Софийската котловина.

Районът се характеризира със следните метеорологични данни, имащи отношение към резултатите от моделирането:

• преобладаваща посока на вятъра – югозапад

• преобладаваща скорост на вятъра – 1,5 m/s

• средна надморска височина – 65 m

• средна температура приета при извършване на моделирането – 15,2° С

• влажност – 50 %

При всички разглеждани по-долу варианти за развитие на една авария, свързана с неконтролируемо изтичане на газ, е показан възможно най-лошият сценарий, при който тръбата получава гилотинно разкъсване с размер, отговарящ или по-голям от диаметъра на тръбата и в атмосферата се изпуска залпово голямо количество природен газ. Това може да се случи при умишлено разкриване на тръбата или при терористичен акт. Предвидимите ситуации, предизвикани от земетресение, наводнение водещо до свличане на скални или земни маси или образуване на кални потоци са отчетени от проектантите и са взети съответните технически мерки. В разглежданата точка на евентуална авария, трасето на газопровода се намира в най-близката точка от А-3 ”Струма”. Трябва да се отбележи, че съгласно предложените в края на този анализ мерки, в този участък газопровода ще бъде положен на по-голяма дълбочина, а при преминаването под магистралата в защитен кожух.

Дълбочина 1,2 m мерена до горния образуващ ръб на тръбата и с най-висок клас 4. Във всички разглеждани по-долу сценарии се приема най-лошия случай, при който тръбата на газопровода е открита от изтичащият газ и над нея няма земна маса, което допускане засилва очакваните въздействия.

Данните за класовете на стабилност на атмосферата и скоростта на вятъра при която се моделират аварийни изтичания са приети на база средногодишната темепература на въздуха. Стабилност на атмосферата, скорост на вятъра, както следва:

* Температура на въздуха средна 15,2 ОС
* Стабилност клас D-5 m/s (D5)
* Стабилност клас F-1.5 m/s (F1.5)

Метеорологичните условия за най-лошия сценарий на разпространението на газ са приети в тази оценка, при скорост на вятъра 5 м/сек. В най-лошия сценарий за разпространение на изтичащия газ се приемат най-неблагоприятните условия: средна температура на въздуха през последните три години, средната влажност на въздуха за обекта при стабилност на атмосферата клас D и скорост на вятъра 5 m/s, систематизирани за района около целевия участък в табл.2.14.

Таблица 2.14

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметър | Дименсия | Най-неблагоприятни метеорологични условия за разкъсване |
| Скорост на вятъра | m/s | 5 |
| Стабилност на атмосферата | клас | D |
| Относителна влажност (RH) | % | 78 |
| Температура на въздуха | deg.C | + 15.2 |
| Атмосферно налягане | Pa | 100 322 |

1. **ХАРАКТЕРИСТИКА И ОПИСАНИЕ НА ОПАСНИТЕ ВЕЩЕСТВА**

По тръбопровода, обект на оценката на риска, се пренасят изключително запалими газове при максимално работно налягане от 5,4 МРа. В съответствие с технологичния процес при авария на газопровода могат да се отделят следните видове емисии в атмосферния въздух:

Природен газ (основно съдържание на метан СН4 (98,52%);

Водород - Н2 (0-100%);

Технически некорозивни газови смеси;

Общото количество газ в преносен газопровода е дължина 52425 метра х 1,963 м2 площ= 102 910м3.

Общото количество газ в газопровода е максимално 102910 Х (54 +1) атм = 5 660 065 нм3.

Общото максимално количество газ между отсекатели КВ Пиперево и КВ Негованци е 27250 метра х 1,963 м2 площ= 53 491 м3 Х 55 атм = 2 942 046 нм3

Природният газ и водородът изгарят без да създават отпадни продукти, които да замърсяват въздуха и предизвикват киселинни дъждове. При изгарянето им се отделят значително по-малко парникови газове. Замяната на традиционните енергоносители с природен газ и/или водород води до намаляване на вредните емисии и до подобряване състоянието на околната и жизнена среда.

Емисии от горивни процеси – при горивните процеси се отделят предимно СО2, CO, Н2О, но в много ниски концентрации спрямо други горива. Емисиите на СО2, за метан са 2, 715 g/kg). Емисиите на СО2, за водород са 0 g/kg).

Двете основни вещества притежават силен топлинен потенциал и реактивоспособност.

# МЕТОДИ ЗА ОЦЕНКА НА РИСКА

**Индивидуален хуманен риск RI и социален (групов) хуманен риск RS.**

Методика за анализ и количествена оценка на риска

Анализът и оценката на риска са направени по метода CEL или 3F (метода на трите фактора), който е общопризнат метод за анализ и количествена оценка на специфичния риск. Трите фактора за анализ и оценка на риска са:

* CONSEQUENCE = ПОСЛЕДСТВИЕ, представлява нежеланите резултати от дадено събитие или поредица от събития;
* EXPOSURE = ЗАСТРАШЕНОСТ, показва колко често може да възникне определена опасност, колко често системата е застрашена от аварии;
* LIKELIHOOD = ВЕРОЯТНОСТ, показва колко вероятно е да възникнат дадени събития с последствия.

Степените, които се използват за тяхната количествена оценка са представени в следната таблица.

**Таблица** Количествена оценка на трите фактора за анализ и оценка на риска

| **Вероятност (L)** | **Застрашеност (Е)** | **Последствия (С)** |
| --- | --- | --- |
| 0,2 = изобщо не можеш да си го представиш | 0,5 = много рядко (по-рядко от един път на година) | 1= минимални последствия, като например оказване на първа помощ или възникване на щета в размер до 10 000 евро |
| 0,5 = почти невъзможно | 1 = рядко (един път на година) | 3= значителни последствия, като например тежко нараняване, загуба на трудоспособност или възникване на щети в размер от 10 000 до 100 000 евро |
| 1 = невероятно, но дългосрочно погледнато все пак възможно | 2 = понякога (един път на месеца) | 7= сериозни последствия, като например причиняване на трайна инвалидност или възникване на щети в размер от 100 000 до 1 000 000 евро |
| 3 = не би било нормално, но все пак е възможно | 3 = случва се (един път на седмицата) | 15= много сериозни последствия като например злополука със смъртен случай, тежко заболяване или възникване на щети в размер от 1 000 000 до 2 000 000 евро |
| 6 = напълно е възможно | 6 = редовно (ежедневно) | 40= крупни щети: няколко убити или щети в размер от 2 000 000 до 20 000 000 евро |
| 10 = почти сигурно | 10 = непрекъснато | 100= катастрофа: много на брой убити и щети в размер над 20 000 000 евро |

Количествената оценка на риска се извършва по формулата:

*R = C x E x L (Risk = Consequence x Exposure x Likelihood)*

*Риск = Последствие х застрашеност х вероятност*

При определяне на количествената оценка на риска се получават следните зони на риск:

* < 20 = минимален риск
* 20–70 = възможна застрашеност - трябва да се предприемат мерки
* 70–200 = висока застрашеност - трябва да се предприемат мерки за подобряване на безопасността
* 200–400 = необходими са спешни действия
* > 400 = опасност – веднага трябва да се спре съответната дейност.

Стойностите се изчисляват базирайки се на оценена очаквана честота на поява на аварийните събития, които могат да причинят неконтролирано изтичане на газа, вероятността за запалване и развитие на горенето на природния газ в линейните сектори и технологични възли, по статистическите данни на EGIG и въз основа на проучвания и анализи.

Експозицията на всички хора ∑ Ep се определя чрез сумиране на индивидуалните експозиции или чрез умножаване на броя на хората по частта от времето в денонощието, което те прекарват в района през годината.

Експозицията се изчислява за всяка зона (сграда, обект), която е изложена на опасност. Тя се определя за всеки обект в който има хора.

Обикновено обектите са на различно разстояние (табл. 3.1) и броят на хората в тях е различен.

Сравнение на стойностите на риска за населението сме направили и по ръководството за изготвяне на количествена оценка на риска „лилава книга“ издадена от Европейски комитет по предотваратяване на аварии и катастрофи.

Графично сме маркирали F/N (честота / фаталност) границите със стойности от 11 доклад на EGIC. FN-кривата е логаритмична графична зависимост, по оста х на която се нанася броя на смъртните случаи N, а по оста y – натрупаната честота на авариите, за която броят на смъртните случаи е равен или по-голям от, N.

Двете гранични F-N криви очертават три зони.

Под горната граница (зелената линия) на приемливия риск той се възприема от хората като пренебрежимо малък.

Над горната граница на приемливия риск (червената линия) е зоната в която попадат неприемливите за обществото рискове.

Пространството между двете прави очертава зоната на поносимия риск за населението върху което той се експонира. В тази зона трябва да се извърши редуциране (намаляване) на риска.

Наклонът на кривата (честота / брой на смъртните случаи, фаталност) отразява реакцията на обществото на единичен инцидент с много загинали, която е много по-остра и бурна в сравнение със същия брой загинали при повече от един инцидент. В този смисъл графиките на фиг.4.1 се отнасят за приемливостта на риска за населението в обекти около газопровода.

.

*Фиг. 4.1* Тежест на събитието Nf [брой на загиналите]

Данните в табл.4.1 представят колко голям риск е приемлив за хората.

Таблица 4.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| За всеки 1 работник в предприятието - индивидуален риск | годишен  Rfi | максимум 1 x 10-4 |
| Всички работници работещи в предприятието - групов риск | годишен  Rfg | Приема се за нисък риск ако е по-малък от 1 x 10-3  1 x 10-2 и по-голям, само ако се поема за значими национални необходимости |
| За всеки 1 човек от населението, върху което се експонира риска - индивидуален риск | Годишен  Efi | Максимум 1 x 10-4 |
| За цялото население което може да бъде засегнато от събитието - групов риск | годишен  Efg | Приема се за нисък риск,  ако е под 1 х 10-5  1 x 10-3 и по-голям, само ако се поема за значими национални необходимости |

**Индивидуалният фатален риск за цялата индустрия в България варира**

**около 2.10-4 смъртни случая/човек.година.**

Характеризиране на категорията на социалния риск може да бъде направена и по графичната зависимост на фиг. 4.1.

# СЦЕНАРИИ НА РИСКОВИ СЪБИТИЯ. ОЧАКВАНИ НЕБЛАГОПРИЯТНИ ПОСЛЕДИЦИ.

Дървото на развитие на сценариите при неконтролирано изтичане от разхерметизиране на тръбопровода е представено на фиг.5.1а.

Неконтролираното изтичане може да стане при три вида повреди на газопровода:

* разкъсване - при гилотиниращо срязване с размер на отвора d равен или по-голям от диаметъра D на тръбата;
* отвор - при площ на отвора равен на 10 % от тази на тръбата;
* пробив - при площ на отвора равен на 1 % от тази на тръбата.

Размерите на анализираните три характерни еквивалентни размера на нарушенията за анализирания преносен тръбопровод са дадени в табл.5.1.

*Таблица 5.1*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Газопровод | Дължина | Размери на тръбата | Светло  сечение | Еквивалентен d диаметър на нарушението [cm] | | |
| [m] | [mm] | [m2] | пробив  puncture | отвор  hole | разкъсване  rupture |
| Целеви участък | 1000 | St DN 500 | 1,963 | 3,2 | 31,6 | 50 |

Вероятността за изтичане на природен газ, представена с относителната честота на станалите събития в [29] e показана в табл.5.2. От данните в таблицата ясно се

вижда, че средната честота намалява непрекъснато през последните години.

*Таблица 5.2*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| период по EGIG [29] | брой  години | брой  инциденти | Експозиция  km.yr | Честота [1/(1000 km.yr)] | | | fuL |
| Fi | 95% LL | 95% UL | Cx |
| 1970-2007 | 38 | 1173 | 3 150 000 | 0.3724 | 0.350 | 0.394 | 1.000 |
| 1970-2010 | 41 | 1249 | 3 550 000 | 0.3518 | 0.332 | 0.371 | 0.942 |
| 1981-2010 | 30 | 860 | 3 010 000 | 0.2857 | 0.267 | 0.305 | 0.774 |
| 1991-2010 | 20 | 460 | 2, 25.10 6 | 0.2044 | 0.186 | 0.224 | 0.569 |
| 2010-2019 | 9 | 184 | 1, 42.10 6 | 0.129 | 0.145 | 0.191 | 0.485 |
| 2015-2019  11-ти доклад | 5 | 90 | 0.711 6 | 0.126 | 0.133 | 0.196 | 0.497 |
| LL - долна граница на интервала UL - горна граница на интервала | | | maximum | 0.3724 | 0.3500 | **0.3940** |  |
| average | 0.2705 | 0.2490 | 0.2930 |

**Като базова очаквана честота за възникване на рискови събития е приета средната честота**

F= 0,394 събития (events) ≡ **0,394.10 -3  km-1 .yr-1** .

1000 km.yr

Причините за неконтролирано изтичане на природен газ (фиг.5.1), според последния 11-ти доклад на EGlС [29], са специфицирани като:

* Външно въздействие;
* Строителни дефекти и скъсване на материала;
* Корозия - външна и вътрешна;
* Движение на земни маси - свлачища, земетресения;
* Грешка на оператора.

Закъснението в запалването има значение основно за енергията, която се отделя при експлозия и запалване, поради намаляващия дебит на изтичането при разкъсване и среден пробив на тръбопровода. Най-голяма е тази енергия непосредствено след разхерметизирането, за две – три минути, в началото на неконтролираното изтичане, поради по-големия обем на експлозивно-опасната газовъздушна смес във формирания от изтичащата газова струя облак от газо-въздушна смес.

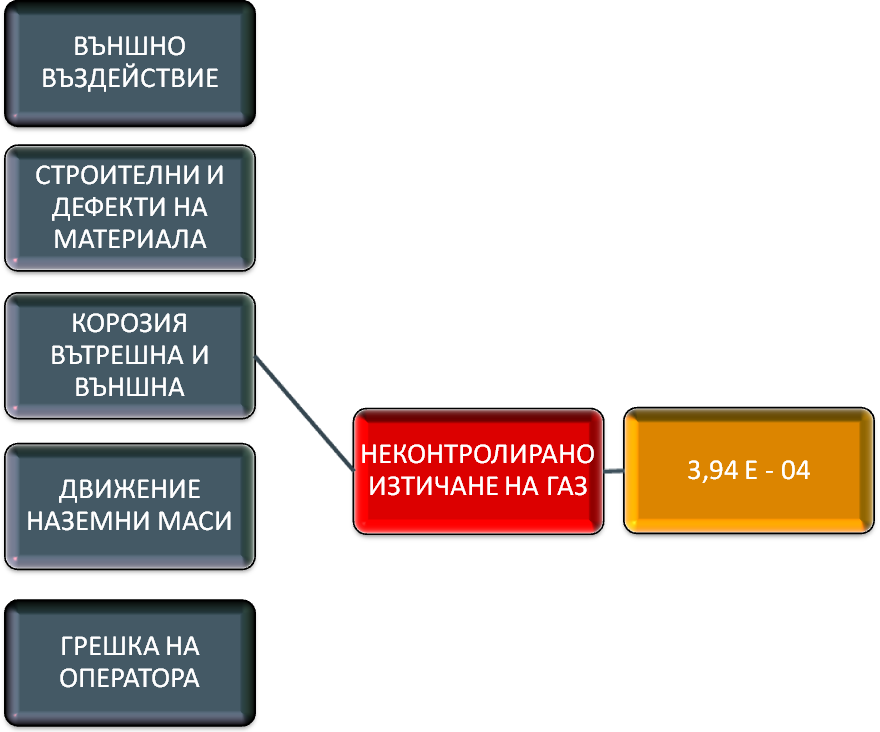
На фиг. 5.1а, е показано дървото на събитията, които е вероятно да се реализират при разглежданата авария - неконтролирано изтичане на природен газ.

Сценариите за развитие на аварията са:

* Дисперсия
* Експлозия на газо-въздушна смес ;
* Факелно горене;
* Мигновен пожар



|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Иницииращо  събитие | Повреда на газопровода | Запалване | Закъснение | Рисково събитие | Сценарий |



Фиг. 5.1.б. Дърво на развитие на сценариите при неконтролирано изтичане

# ВЕРОЯТНОСТ НА СЪБИТИЯТА

**Вероятност за неконтролирано изтичане на природен газ**

Неконтролираното изтичане на природен газ може да стане по трасето на тръбопровода и от арматурата в отсекателите и СОГ, компресорни станции. Очевидно надземната част от газопровода в района на отсекателите има различна вероятност за неконтролирано изтичане, поради съсредоточаването в отсекателите на арматура - фланци и кранове.

В таблица 6.1 са дадени относителните честоти на различните нарушения на преносния газопровод в целевия участък, които представляват интерес за тази оценка.

*Таблица 6.1*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория на нарушението | Статистическо разпределение [%] по данни в литературата | | | | | Прието в оценката разпредление | | |
| [8] | [11] | [12] | [13] | [14] | d [cm] | % | K -1 . y -1 |
| пробив | 50.7 | 48.810 | 59.725 | 49.70 | 61.364 | 3,2 | 61.36 | 0,2418.10-3 |
| отвор | 37.8 | 39.048 | 27.801 | 37.78 | 32.197 | 31,6 | 32.20 | 0,1268.10-3 |
| разкъсване | 11.5 | 12.143 | 12.474 | 12.52 | 6.439 | 50 | 6.44 | 0,0254.10'3 |

Таблица 6.2 дава относителната честота [23] на нарушаване на херметичността на използваната арматура. Както беше споменато тя служи за изчисляване на вероятността от различна по честота и интензивност изтичане в отсекателите. Вероятността за изтичане от тръбопровода между ограничаващите целевия участък отсекатели се изчислява с честотата в последната колона на табл.6.1 в зависимост от тяхната дължина.

*Таблица 6.2*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Арматура | Вид на нарушението | Еквивалентен размер на отвора d [cm] | Единична  честота  случаи/година  [year -1] | Брой в отсекателя | Fl  [year-1] |
| Фланци | Секторна утечка | 3,2 | 1.10-3 | 8 | 8.10-3 |
| Разделяне | 50 | 1.10-4 | 8 | 8.10-4 |
| Кранове | Малък пробив | 3,2 | 1.10-3 | 4 | 4.10-3 |
| Отвор | 31,6 | 1.10-4 | 4 | 4.10-4 |
| Разкъсване | 50 | 1.10-5 | 4 | 4.10-5 |

**Вероятност за запалване на газа**

Има различни бази данни на държавите, които експлоатират тръбопроводи за природен газ. Сравнение за данните с 11 доклад на EGIG [26] е направено в средата на таблицата, като сме привели отворите към съответните три категории на изтичане.

*Таблица 6.3*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Статистика по [2], [3] и [4] | | Европейска EGIG статистика | |
| Големина на изтичането (Q) | Честота на запалване при изтичане Fi | Вид  на нарушението | Честота на запалване при изтичане Fi |
| Малко (< 1 kg/s) | 0.01 | пробив | 0.053 |
| Голямо (1-50 kg/s) | 0.07 | отвор | 0.095 |
| Масирано (>50 kg/s) | 0.30 | разкъсване | 0.25 |
| Вероятност ∑ Pdisi | 0.38 | ∑ P ii | 0.398 |

В последната колона на таблицата е дадена вероятността Pdis за разсейване без запалване на газа, за която по-нататък се прилага дисперсионно моделиране.

**Количествена характеристика на причините за изтичане на природен газ.**

Съществуват различни статистики за причините, които водят до неконтролирано изтичане на природен газ. Изборът на приложими статистики за обекта е направен чрез сравнението в табл.6.5 на условията в които се експлоатират газопроводите в страните, които водят надеждна статистика за аварийните изтичания и причините за тях. Географските условия и гъстотата на населението определят статистическата тежест на факторите, които могат да причинят неконтролирано изтичане,Базата данни на Западна Европа по географски условия и плътност на населението е най-близка до условията в България.

*Таблица 6.5*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| База данни в държава | Екстремни географски условия | | | Плътност на населението | | |
| пустини | планини | вечни  ледове | ниска | средна | висока |
| Русия |  | ● | ● | ● |  |  |
| Западна Европа |  | ● |  |  |  | ● |
| САЩ | ● | ● | ● |  | ● |  |
| Канада |  | ● | ● | ●  ●  ●  ●  ●  ● |  |  |
| Австралия | ● | ● |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

*Таблица 6.6*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Причина за неконтролирано изтичане | Честота на изтичане [1/(km.yr)] | | \*3  Относителна честота |
| \*1  Приведена | \*2  Нормализирана |
| Външна сила | 1,887.10-4 | 1,9510 -4 | 0,4949 |
| Дефект на строителство или материал | 6,54810-5 | 7,1010-5 | 0,1802 |
| Корозия | 6,32610-5 | 6,9010-5 | 0,1751 |
| Движение на земни маси | 2,88610-5 | 3,5010-5 | 0,0888 |
| Грешка на оператора | 1,88710-5 | 2,4010-5 | 0,0609 |
| Други и неизвестни | 2,88610-5 |  | |

Забележки:

\*1 към 0,394 x 10-3 km-1.yr-1

\*2 с изключване на неизвестните причини

\*3 в части от 1.

В последния ред на таблицата са включени преди всичко случаите за които не е изяснена причината за изтичането и някои много редки събития, като например удар от мълния.

**Общата вероятност в целеви участък с дължина 1 km да стане неконтролирано изтичане, е оценена на едно изтичане на 236 години.**

За целеви участък с дължина 1 km вероятностите за нарушение на газопровода и за запалване на изтичащия газ, са изчислени с направените корекции и са представени в табл.6.10.

*Таблица 6.10*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория на нарушението | Еквивалентен  диаметър  d [cm] | Вероятност по размер на нарушението  Ps [yr-1] | Вероятност за запалване P ign [yr-1] | | | Дисперсия  без запалване Pdis [yr-1] |
| Pign | веднага  Pimm | със  закъснение  P del |
| пробив | 3,2 | 2,60.10-3 | 1,04.10-4 | 4,60.10-6 | 3,22.10-5 | 2,50.10-3 |
| отвор | 31,6 | 1,36.10-3 | 2,73.10-5 | 1,06.10-6 | 1,35.10-5 | 1,34.10-3 |
| разкъсване | 50 | 2,73.10-4 | 8,74.10-5 | 2,52.10-6 | 5,46.10-4 | 1,86.10-4 |
|  | | | **2.187.10-4** | **8,180.10-6** | **1,124.10-4** | **4,019.10-3** |

Изчислените вероятности очаквано показват **големи разлики между трите характерни нарушения на тръбопровода.** Това изисква софтуерни моделни изследвания на последиците от всяко от рисковите събития, описани на фиг.5.1а, за да се определи кое от тях има потенциал да създаде най-голяма опасност и риск за за населението.

Следователно при характер „разкъсване„ на газопровод са възможни най-големи последици. Софтерните симулации ще се извършат само за „разкъсване“.

**Вероятност на събитията при изтичане на природен газ в целевия участък.**

Използването на “метод на пеперудата”, познат и като „метод на папионката” който свързва дървото на причините (отказите) с дървото на събитията, които те предизвикват е некоректно за този анализ. Некоректността в приложението на на този анализ в проектирания обект идва от значимите различия във:

* вероятността на различните причинители да предизвикат всяка от трите категориите нарушения по размер. Например разкъсване на тръбопровода, поради вътрешна корозия не е възможно при проектната дебелина на на тръбата;
* енергията на изтичащия газ, която има определящо значение за неговото разпространение и вероятност за достигане до източник на запалване в границите на възпламеняването си;
* поведението на газа при изтичане на газовата струя създава различни условия за формиране на кратер, филтрационно разпространение и т.н.

Ето защо в тази оценка на риска двете дървета, на причините и на събитията се разглеждат отделно.

**Дърво на причините за изтичане**

Дървото на фиг.6.2 представя вероятността на причините за изтичане на газ. Данните на клоновете на дървото се използват за предвиждане на експлоатационни решения за намаляване на вероятността от неконтролирано изтичане на природен газ.

**Дърво на събитията при изтичане.**

На фиг.6.3а са представени дърветата на събитията за целеви участък ( 1 km).

Фигурите отразяват вероятностите за поява на различни по размер отвори на тръбопровода и на прогнозното развитие на аварийното изтичане на газ запалване и дисперсия.Всяко развитие (сценарий) на аварийното изтичане довежда до различно по вероятност и последици аварийно събитие - различни форми на горене или дисперсия. Абревиатурата на всеки сценарий съдържа следните съкращения:

S - сценарий (Scenario). Развие на аварията до характерни последици;

Ex - експлозия (Explosion). Дефлаграция или детонация. Много често след експлозия газът продължава да гори факелно.

JF - факелно горене (Jet Fire). Това е горене в газовата струя, ограничено от границите на възпламеняване на газа, т.е. от смесването му с въздуха, който струята ежектира при изтичането;

FF - мигновено горене (Flash Fire) в газов облак, който създава ограничено надналягане. Възниква в среда, където горимия газ и въздуха образуват горима газо-въздушна смес. Фронта на пламъка се движи бързо в горимата смес, но не достига скоростта на звука. Това е мигновено горене със скорост от няколко десетки метра. Сравнено с експлозията горенето е толкова бавно, че изгарящия газ се разширява преди запалването и не може да формира на открито вълна на налягането, с енергия достатъчна да причини щети.

**D** - дисперсия (Dispersion) или разпространение на газа, без запалване;

**I**- запалване веднага (Immediate) след началото на изтичането

**D** - закъснение (Delayed) на запалването в място отдалечено от точката на изтичане]

**R** - разкъсване (Rupture);

**H** - отвор (Hole);

**P** - пробив (Puncture).

Фигура 6.2. Причини за неконтролирано изтичане и размер на нарушението на газопровода



*Фигура 6.3a*. Дърво на аварийните събития при изтичане на газ (вероятност за възникване)

Обобщението на вероятните развития на горенето за подобните сценарии за изтичане в целевия участък дава следната картина:

* JF - факелно горене, с вероятност P JF =1,85.10 -4 yr-1;
* Ex - експлозия, с вероятност P Ex =1,85.10-5 yr -1
* D - дисперсия с вероятност P dis = 4,02.10-3 yr-1.

Както беше обяснено в дефинициите на видовете горене, експлозията и бързото мигновено горене обикновено продължават с факелно горене, с което вероятността за поява на факелно горене в целевия участък нараства до **2.19.10-4 yr-1**.

**Вероятност на аварийните събития, свързани с отсекателите**

Проектно разположение на отсекателите при крановите възли дели газопровода на сектори с дължина от 27 250 метра до 25 175 метра. След предварителна оценка на аварийните събития е определена дължината на най-дългия участък (фиг.6.4) от 27, 250 km, между отсекатели КВ„Пиперово“ и отсекател КВ „Негованци“. С него са направени моделиранията.

КВ - клапанен възел = О –отсекател.

Калкулира се нарастване на риска, при отказ (незатваряне) на отсекател - при отказ на отсекател в КВ„Пиперово“ или в КВ „Негованци“, дължината на изолирания участък от газопровода да превишава 30 km.

Единствено при незатваряне точно на тези два отсекателя се надвишават 30 км.

Участък при затворили два кранови възела – 27,250 метра.

Участък при не затворил един кранов възел – 52,375 метра.

Участък при не затворили два кранови възела около – 82,000 метра.

**Вероятност за изтичане в отсекателите**

Целевият участък се ограничава от два отсекателя. В табл.6.12 е изчислена вероятността за аварийно изтичане на газ в отсекател.

Таблица 6.12

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Компоненти на отсекателя | дименсия | пробив | отвор | Разкъсване |
| Еквивалентна дължина на тръбопроводите | m | 27 250 | 27 250 | 27 250 |
| Вероятност за нарушаване на тръбопровода | yr-1 | 1,089.10-5 | 5,715.10-6 | 1,114.10-6 |
| Вероятност за разхерметизиране на фланец | yr-1 | 8.10-4 | 8.10-4 | - |
| Вероятност за разхерметизиране на кран и друга арматура | yr-1 | 4.10-3 | 4.10-4 | 4.10-5 |
| Вероятност по интензивност на изтичане | yr -1 | 4,81.10-3 | 1,21.10-3 | 4,11.10-5 |
| Години на едно събитие | yr/event | 208 | 8300 | 24 323 |

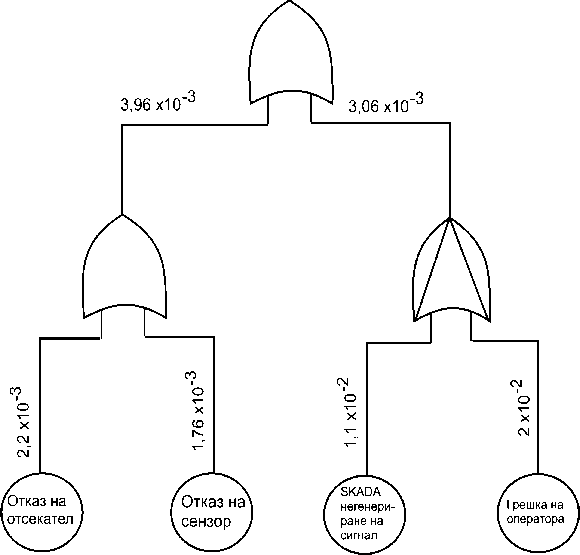
Данните за надеждността на оборудването и системите се представят в справочната литература с количествени данни за броя на отказите за 1 милион часа. При този начин на представяне честотата на контролните проверки (тестване) на оборудването влияе директно върху вероятността за откази

Вероятността да не бъде изолиран целевия участък от съседен сектор, по дървото на фиг.6.5, е оценена на **3,44.10-2 yr-1, или на 1 случай на 29 години**.

Съвпадението на аварийно изтичане с неизолиране на целевия участък дава вероятността за най- тежката повреда на газопровода, представена в табл.6.13.

Таблица 6.13

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория  на  нарушението | Еквивалентен диаметър d [cm] | Вероятност по размер на нарушението  Ps [km -Vyr-1] | Вероятност за неизолиране на целевия участък при нарушение на тръбопровода  Pfi | Вероятност за нарушение в целевия участък и отказ на отсекател [години на събитие] |
| пробив | 3,2 | 2,60.10 -3 | 8.94.10-5 | 11 185 |
| отвор | 31,6 | 1,36.10 -3 | 4.68.10 -5 | 21 378 |
| разкъсване | 50 | 2,73.10-4 | 9.39.10-6 | 106 497 |
| Неизолиране на целевия участък | | **4.233E-3** | **1.46.10-4** | **6 868** |



# 8. ОЦЕНКА РАЗМЕРА И ТЕЖЕСТТА НА ПОСЛЕДСТВИЯТА ОТ НЕКОНТРОЛИРАНО ИЗТИЧАНЕ.

## 8.1 Разпространение на газ в спътното течение на вятъра

Дисперсия на газ.

Въпреки, че плътността на природния газ при нормални и стандартни условия е по-малка от тази на въздуха, когато се транспортира под високо налягане, при изтичане в атмосферата се държи като “тежък газ”. Изтича като тежък облак с ниска температура - смес от газ и фини капчици аерозол.

Аерозолите натискат газовият облак към земята, като същевременно го охлаждат при изпарението си. При по-продължително изтичане облака се размесва с въздуха. плътността му постепенно намалява докато гравитационната сила се изравни с подемната. Когато тя преодолее гравитационната сила се наблюдава типична дисперсия. описана с Гаусовия модел.

По този начин сме задали стойностите за софтуерното моделиране с програмата „Алоха“ в Гаусовият модел на дисперсионно разсейване. Тогава той зависи от:

- атмосферните условия.

- височината на изтичане в атмосферата - височина на източника

- разсейване във височина и в широчина около оста на газовия шлейф.

В настоящия анализ дисперсионнто разпространение при инцидентно изтичане на газ е възложено за избор на моделиране като “тежък газ” или Гаусов модел на компютърна програма ALOHA-Areal Locations of Hazardous Atmospheres (Разпространение на вредности в атмосферата)

Анализирани са трите случая на събитие “неконтролирано изтичане”:

* Разкъсване (Ruprure”) - d=50 cm;
* Отвор (“Hole”) - d= 31,6 cm;
* Пробив (“puncture”) - d= 3,2 cm;

**Сценарии на рискови събития, свързани с разхерметизиране на газопровод.**

Рисковете от възникване на авария при газопровода са различни, като всички сценарии с потенциал за възможни последици са свързани с неконтролирано изтичане на газ при разхерметизиране и водят до един от следните:

-Дисперсия в околния въздух с възможно образуване на токсичен облак

-Създаване на потенциално запалим облак.

-Експлозия, взрив в облака.

-Моментално възпламеняване (струен пожар/факелно горене) и/или взрив в резултат на изтекъл природен газ.

Неконтролираното изтичане може да стане при три вида повреди на газопровода:

* разкъсване - при гилотиниращо срязване с размер на отвора d равен на диаметъра D на тръбата;
* отвор - при площ на отвора равен на 10 % от тази на тръбата;
* пробив - при площ на отвора равен на 1 % от тази на тръбата.

Причини за неконтролирано изтичане на природен газ са следните (според 11-ти доклад на EGlG):

* Външно въздействие (злополука или инцидентно действие срещу тръбопровода, обикновено под формата на физически удар от механични инструменти или земекопна техника);
* Конструктивни дефекти и скъсване на материала (механични повреди, повреди на покритието на тръбопровода и фитингите);
* Корозия - външна и вътрешна;
* Движение на земни маси - свлачища, земетресения (природни рискове като земетресения, кални потоци, срутища, свлачища, потъване или повдигане на земни маси, наводнения, ерозия и речна ерозия - при пресичането на реки, езера, язовири и канали, като риск се явява и ерозията, която може да причини повреда на тръбопровода);
* Грешка на оператора (работни повреди по време на обслужване, свръхналягане);
* Други - комбинация от горните причини или непредвидени явления.

За направената оценка на последствията от потенциална авария на газопровода, в резултат на разрушаване на тръбата с диаметър 500 mm, дължина равна на разстоянието между два кранови възела (между които може да се случи аварията) – 27,250 km и налягане на газа, равно на 5,4 МРа, следва да се отбележи, че газопроводът разполага с автоматична система за засичане на течове. Тя следи за загуба на съдържание на газ и при идентифициране на такава загуба затварящи клапани (отсекатели) на площадките на крановите възли, се задействат след началото на неконтролираното изтичане и ограничават притока на газ още при разкъсване „пробив“. Обемът на газа, който изтича в атмосферата е ограничен от двата затварящи клапана.

**Софтуерно моделиране на потенциалните опасности**, които се създават при предполагаемо реализиране на дадено аварийно събитие по един от описаните сценарии и оценката на степента на въздействие върху засегнатите зони, съоръжения и хора преминава през следните общи процедури по изчисляване параметрите на опасността:

-разпространение на отделените продукти при изтичане на природен газ или водород,

включва (концентрация на земната повърхност или в места точки на разстояние за наблюдение) C [ppm],

-топлинна (инфрачервена) радиация I [kW/m2],

-свръхналягане, причинено от въздушно-ударна вълна при експлозия Pm [Pa],

В анализа на последиците от аварии с разхерметизиране е използван следния специализиран софтуер за аварийно планиране:

**ALOHA ver 5.4.7 [Areal Locations of Hazardous Atmospheres]**

(Разпространение на вредности в атмосферата) е предназначена за анализ на зони, засегнати от разпространение на химически съединения и при аварийно планиране и обучение.

Чрез програма AL0HA се моделират границите на рисковите зони при разлив на течности и/или газове по:

* токсичност и горимост,
* топлинна радиация,
* надналягане при експлозия.

Програмата се предоставя за ползване от специалисти по пожарна и взривна безопасности, както и тези по опасни химически вещества, материали и съоръжения.

**Програмата ALOHA ver 5.4.7**  изчислява режима на изтичане в зависимост от големината на отвора, на тръбата, налягането и температурата на избраният флуид при посочените параметри на околна среда и определя потенциално засегнатите зони.

**На фигури 7.9.1 до 7.9.4.2. са показани резултатите от моделирането с програма ALOHA версия 5.7.4. [21] с изтичащ газ МЕТАН:**

**Моделирани са всички възможни сценарии, но поради ясните прогнозни резултати за максимално въздействие, са показани само тези от разхерметизиране с „разкъсване“, познато и като „гилотиниращо срязване“.**

**За двата основни вида горимо вещество – метан и водород.**

**За изтичащ газ МЕТАН:**

**.** Фиг.7.9.1. - **Дисперсия,** разпространение на изтичащия газ при аварийно събитие **“**Разкъсване**”,** скорост на вятъра **1.5 m/s**;.

* Фиг.7.9.1.1 – **Дисперсия,** разпространение на изтичащия газ при аварийно събитие “Разкъсване”, скорост на вятъра **1,5 m/s;** в точка, отдалечена на 10 метра, при скорост на вятъра 1,5 м/сек. Време на изтичане на метан от разкъсан тръбопровод 50 см. Граници на опасност за вдишване 10 метра – не се достига.
* Фиг.7.9.1.2. – **Дисперсия,** разпространение на изтичащия газ при аварийно събитие “Разкъсване”, скорост на вятъра **5 m/s;**  Граници на опасност за вдишване не се достига на 10 метра от мястото.
* Фиг.7.9.2. Създаване на потенциално **взривоопасен облак** от разпространение на изтичащия газ при аварийно събитие “Разкъсване”, скорост на вятъра 1.5 m/s;
* Фиг.7.9.2.1. Създаване на потенциално **взривоопасен облак** от разпространение на изтичащия газ при аварийно събитие “Разкъсване”, скорост на вятъра 5 m/s;
* Фиг. 7.9.3. **Взрив на газовия облак.**Разпространение на изтичащия газ при аварийно събитие “Разкъсване”, скорост на вятъра 1,5 m/s;
* Фиг. 7.9.3.1. **Взрив на газовия облак.**Разпространение на изтичащия газ при аварийно събитие “Разкъсване”, скорост на вятъра 5 m/s;
* Фиг.7.9.4. **Пожар. Факелно горене** МЕТАН**.** „Разкъсване”, скорост на вятъра 1.5 m/s;
* Фиг.7.9.4.1. **Пожар. Факелно горене** МЕТАН**.** „Разкъсване”, скорост на вятъра 5 m/s;
* Фиг.7.9.4.2. **Пожар. Факелно горене** МЕТАН. Струест пламък. Факелно горене. Разкъсване . Скорост на вятъра 1.5 м/сек. Застрашеност от топлинна радиация на разстояние 54 метра от пламъка.

**На фигури 7.10.1 до 7.10.4.2. са показани резултатите от моделирането с програма ALOHA версия 5.7.4. с изтичащ газ ВОДОРОД:**

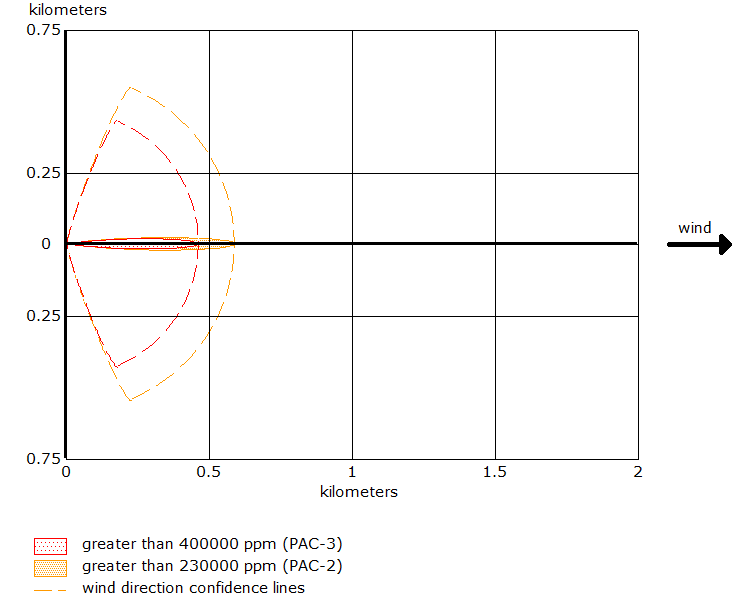
**За водород:**

* Фиг.7.10.1. **Дисперсия** - разпространение на изтичащия газ при аварийно събитие **“**Разкъсване**”,** скорост на вятъра **1.5 m/s**;.
* Фиг.7.10.1.1 **Дисперсия** - разпространение на изтичащия газ при аварийно събитие **“**Разкъсване**”,** скорост на вятъра **5 m/s**;. Граници на опасност за вдишване не се достига на 10 метра от мястото.
* Фиг.7.10.1.2 **Дисперсия** в точка, отдалечена на 10 метра, събитие “Разкъсване”, скорост на вятъра **5 m/s;** Време на изтичане на метан от разкъсан тръбопровод 50 см.Граници на опасност за вдишване не се достига на 10 метра от мястото.

Фиг.7.10.2. Създаване на потенциално **взривоопасен облак** от разпространение на изтичащия газ при аварийно събитие “Разкъсване”, скорост на вятъра 1.5 m/s;

* Фиг.7.10.2.1. Създаване на потенциално **взривоопасен облак** от разпространение на изтичащия газ при аварийно събитие “Разкъсване”, скорост на вятъра 5 m/s;
* Фиг. 7.10.3. **Взрив на газовия облак.** Разпространение на изтичащия газ при аварийно събитие “Разкъсване”, скорост на вятъра 1,5 m/s;
* Фиг. 7.10.3.1. **Взрив на газовия облак.**Разпространение на изтичащия газ при аварийно събитие “Разкъсване”, скорост на вятъра 5 m/s;
* Фиг.7.10.4. **Пожар- Факелно горене.** Разпространение на изтичащия газ при аварийно събитие „Разкъсване”, скорост на вятъра 1.5 m/s;
* Фиг.7.10.4.1. **Пожар- Факелно горене.** разпространение на изтичащия газ при аварийно събитие „Отвор”, скорост на вятъра 5 m/s;
* Фиг.7.10.4.2. **Пожар. Факелно горене**. Струест пламък. Факелно горене. Разкъсване . Скорост на вятъра 1.5 м/сек. Застрашеност от топлинна радиация на разстояние 54 метра от пламъка.

**Фиг.7.9.1.** – **СЦЕНАРИЙ: Дисперсия.** Разпространение на изтичащия газ при аварийно събитие **“**Разкъсване**”,** скорост на вятъра **1.5 m/s**;. Изтичане на метан от разкъсан тръбопровод 50 см.



ДАННИ ОТ СИМУЛАЦИЯ:

МЯСТО: ПЕРНИК, БЪЛГАРИЯ

Въздухообмен за час: 0.31 (самостоятелна защитена сграда)

Време: Септември 27, 2024 1025 часа стандартно време (ПОЛЗВАЙКИ КОМПЮТЪРЕН ЧАСОВНИК)

ДАННИ ЗА ВЕЩЕСТВОТО:

Име на веществото: МЕТАН ПРИРОДЕН ГАЗ

CAS Номер: 74-82-8 Молекулно тегло: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm

Точка на кипене на околната среда: -161.6° C

Налягане при температура на околна среда: По-голямо от 1 atm

Концентрация на насищане на околната среда: 1,000,000 ppm or 100.0%

ДАННИ ЗА АТМОСФЕРАТА:

Вятър: 1.5 м/сек от 270° true at 3 метра

Земна повърхност:открита град или гора Облачност: : 5 tenths

Температура на въздуха : 15.2° C

Няма Температурна инверсия. Влажност на въздуха: 50%

ИЗТОЧНИК НА ОПАСНОСТ:

Горим газ излиза от тръбопровод без пламък

Диаметър на отвора на тръбата: 50 сантиметра Дължина на тръбата: 27 250 метра

Другият край на тръбата е затворен

Разкъсване неправилно: Площ на сечението на отвора: 1963 кв.см.

Налягане при отвора: 54 атмосфери Температура на тръбата: 15.2° C

Продължителност на изпускане: ALOHA ограничава до 1 час

Максимален среден Дебит на газ: 14,300 кг/мин. (средно над 1 минута )

Общо маса на изпускане: 113 179 килограма

ЗАСТРАШЕНИ ЗОНИ:

Формула за моделиране: Гаусов модел

Червено: 467 метра --- (400000 ppm = PAC-3)

Оранжево: 594 метра --- (230000 ppm = PAC-2)

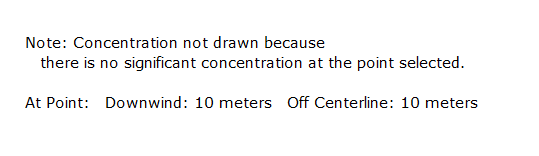
На практика, съгласно прилаганите теоретични модели, потвърдени от натрупания опит относно пространственото разпространение във въздух на газове с подобни на метана физикохимични характеристики, изтичащият от съоръжението газ се издига в атмосферата близо до точката на изтичане. В приземния слой концентрацията му остава много по-ниска от минималната запалима концентрация.

**В случая концентрацията в приземния слой изобщо не превишава 0.409 ppm**

Изчислените параметри на застрашените зони всъщност са проекциите на формирания във височина облак върху земната повърхност.

**Фиг.7.9.1.1** –**СЦЕНАРИЙ: Дисперсия**. Наличие на газ в точка на 10 метра от разкъсаната тръбата

Вятър 1,5 м/сек. Време на изтичане на метан от разкъсан тръбопровод 50 см.



ДАННИ ОТ СИМУЛАЦИЯ:

ДАННИ ЗА ВЕЩЕСТВОТО:

Име на веществото: МЕТАН ПРИРОДЕН ГАЗ

CAS Номер: 74-82-8 Молекулно тегло: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm

Точка на кипене на околната среда: -161.6° C

Налягане при температура на околна среда: По-голямо от 1 atm

Концентрация на насищане на околната среда: 1,000,000 ppm or 100.0%

ДАННИ ЗА АТМОСФЕРАТА:

Вятър: 1.5 м/сек от270° true at 3 метра

Земна повърхност:открита град или гора Облачност: : 5 tenths

Температура на въздуха : 15.2° C

Няма Температурна инверсия. Влажност на въздуха: 50%

ИЗТОЧНИК НА ОПАСНОСТ:

Горим газ излиза от тръбопровод без пламък

Диаметър на отвора на тръбата: 50 сантиметра Дължина на тръбата: 27 250 метра

Другият край на тръбата е затворен

Разкъсване неправилно: неправилноПлощ на сечението на отвора: 1963 кв.см.

Налягане при отвора: 54 атмосфери Температура на тръбата: 15.2° C

Продължителност на изпускане: ALOHA ограничава до 1 час

Максимален среден Дебит на газ: 14,300 кг/мин. (средно над 1 минута )

Общо маса на изпускане: 113,179 килограма

ЗАСТРАШЕНИ ЗОНИ:

Формула за моделиране: Гаусов модел

Червено: 467 метра --- (400000 ppm = PAC-3)

Оранжево: 594 метра --- (230000 ppm = PAC-2)

ЗАПЛАХА В ТОЧКА:

Концентрация в точка:

По вятъра: 10 метра В страни от оста: 10 метра

Максимална концентрация:

**Не се отчита наличие на газ метан.**

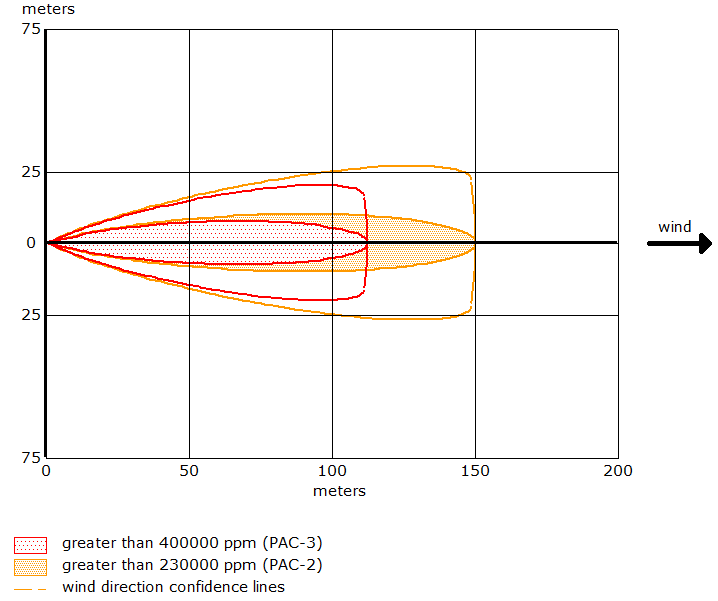
ВСИЧКИЯТ ГАЗ СЕ Е ИЗДИГНАЛ НАГОРЕ, НАД ЗЕМНАТА ПОВЪРХНОСТ. НА **10 МЕТРА ОТ РАЗКЪСВАНЕТО ПО ПОСОКА НА ВЯТЪРА ИМА КОНЦЕНТРАЦИЯ ОТ 0,409 ppm при стойност на 400000 ppm = PAC-3.**

**100 000 пъти по ниска от опасната концентрация.**

**Концентрацията спада до безопасна за под 2 минути.**

Граници на опасност за вдишване не се достига на 10 метра от мястото.

**Фиг.7.9.1.2.** –**СЦЕНАРИЙ: Дисперсия** във въздуха на метан, при разкъсване.Формиране на облак във височина. Скорост на вятъра 5 м/сек.



ДАННИ ОТ СИМУЛАЦИЯ:

МЯСТО: ПЕРНИК, БЪЛГАРИЯ

Въздухообмен за час: 0.31 (самостоятелна защитена сграда)

Време: Септември 27, 2024 1025часа стандартно време (ПОЛЗВАЙКИ КОМПЮТЪРЕН ЧАСОВНИК)

ДАННИ ЗА ВЕЩЕСТВОТО:

Име на веществото: МЕТАН ПРИРОДЕН ГАЗ

CAS Номер: 74-82-8 Молекулно тегло: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm

Точка на кипене на околната среда: -161.6° C

Налягане при температура на околна среда: По-голямо от 1 atm

Концентрация на насищане на околната среда: 1,000,000 ppm or 100.0%

ДАННИ ЗА АТМОСФЕРАТА:

Вятър: 5 м/сек от 270° true at 3 метра

Земна повърхност:открита град или гора Облачност: : 5 tenths

Клас на стабилност-D. Температура на въздуха : 15.2° C

Няма Температурна инверсия. Влажност на въздуха: 50%

ИЗТОЧНИК НА ОПАСНОСТ:

Горим газ излиза от тръбопровод без пламък

Диаметър на отвора на тръбата: 50 сантиметра Дължина на тръбата: 27 250 метра

Другият край на тръбата е затворен

Разкъсване неправилно: Площ на сечението на отвора: 1963 кв.см.

Налягане при отвора: 54 атмосфери Температура на тръбата: 15.2° C

Продължителност на изпускане: ALOHA ограничава до 1 час

Максимален среден Дебит на газ: 14,300 кг/мин. (средно над 1 минута )

Общо маса на изпускане: 113 179 килограма

ЗАСТРАШЕНИ ЗОНИ:

Формула за моделиране: Гаусов модел

Червено: 113 метра --- (400000 ppm = PAC-3)

Оранжево: 150 метра --- (230000 ppm = PAC-2)

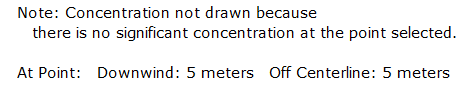
**На практика, съгласно прилаганите теоретични модели, потвърдени от натрупания опит относно пространственото разпространение във въздух на газове с подобни на метана физикохимични характеристики, изтичащият от съоръжението газ се издига в атмосферата близо до точката на изтичане. В приземния слой концентрацията му остава много по-ниска от минималната запалима концентрация.**

**В случая концентрацията в приземния слой изобщо не превишава 0.409 ppm.**

**Изчислените параметри на застрашените зони всъщност са проекциите на формирания във височина облак върху земната повърхност.**

**При същият СЦЕНАРИЙ:** Дисперсия и наличие на газ в точка на 5 метра от разкъсаната тръбата. При вятър 5 метра в секунда.

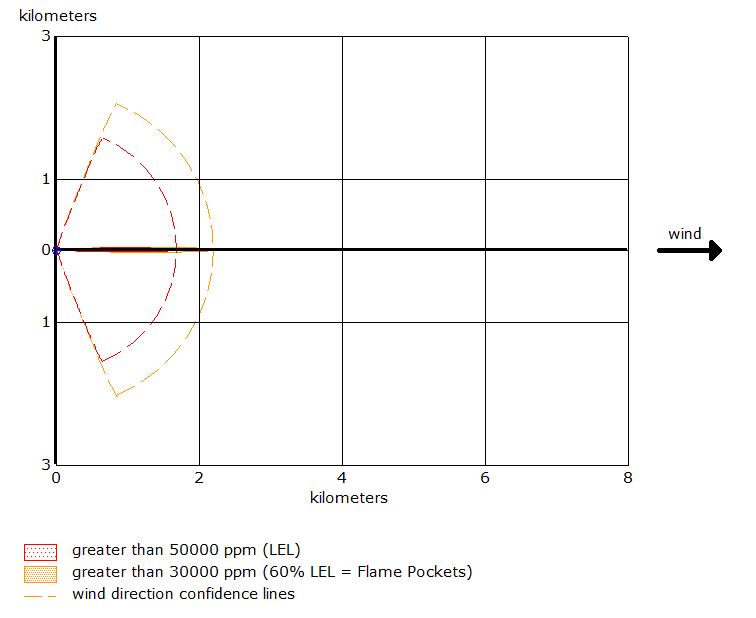
**Графика няма. Концентрацията в посочената точка – 5 метра от разкъсване е толкова ниска , че Алоха не може да изчертае графика**.



**РАЗКЪСВАНЕ НА ГАЗОПРОВОДА НЯМА да доведе до ОПАСНА КОНЦЕНТРАЦИЯ ПРИ РАЗСТОЯНИЕ ОТ 5 МЕТРА ДО РАЗКЪСВАНЕТО.**

**Опасна концентрация ВЪОБЩЕ НЕ СЕ ОБРАЗУВА.**

**Фиг.7.9.2.** **СЦЕНАРИЙ: Разкъсване.** Създаване на потенциално **взривоопасен облак** от разпространение на изтичащия газ при аварийно събитие “Разкъсване”, скорост на вятъра 1.5 m/s;



ДАННИ ОТ СИМУЛАЦИЯ:

ДАННИ ЗА ВЕЩЕСТВОТО:

Име на веществото: МЕТАН ПРИРОДЕН ГАЗ

CAS Номер: 74-82-8 Молекулно тегло: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm

Точка на кипене на околната среда: -161.6° C

Налягане при температура на околна среда: По-голямо от 1 atm

Концентрация на насищане на околната среда: 1,000,000 ppm or 100.0%

ДАННИ ЗА АТМОСФЕРАТА:

Вятър: 1.5 м/сек от270° true at 3 метра

Земна повърхност:открита град или гора Облачност: : 5 tenths

Температура на въздуха : 15.2° C

Няма Температурна инверсия. Влажност на въздуха: 50%

ИЗТОЧНИК НА ОПАСНОСТ:

Горим газ излиза от тръбопровод без пламък

Диаметър на отвора на тръбата: 50 сантиметра Дължина на тръбата: 27 250 метра

Другият край е затворен

Разкъсване: неправилно. Площ на сечението на отвора: 1963 кв.см.

Налягане при отвора: 54 атмосфери Температура на тръбата: 15.2° C

Продължителност на изпускане: ALOHA ограничава до 1 час

Максимален среденДебит на газ: 14,300 кг/мин.

(средно над 1 минута )

Общо маса на изпускане: 113 179 килограма

ЗАСТРАШЕНИ ЗОНИ:

Моделирана заплаха : Flammable Area of Vapor Cloud

Формула за моделиране: Гаусов модел

Червено: 1700 метра --- (50000 ppm = LEL)

Оранжево: 2200 метра - -(30000 ppm = 60 % LEL)

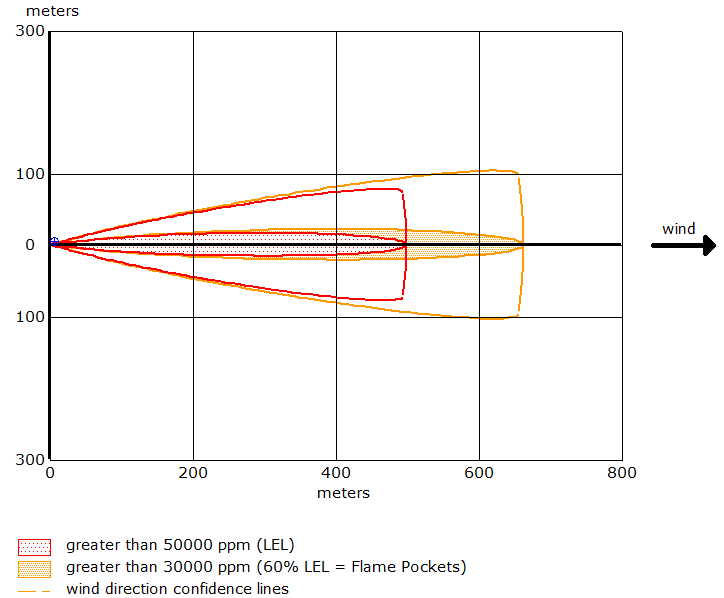
На практика, съгласно прилаганите теоретични модели, потвърдени от натрупания опит относно пространственото разпространение във въздух на газове с подобни на метана физикохимични характеристики, изтичащият от съоръжението газ се издига в атмосферата близо до точката на изтичане. В приземния слой концентрацията му остава много по-ниска от минималната запалима концентрация.

**В случая концентрацията в приземния слой изобщо не превишава 0.409 ppm (на 10m от точката на изтичане) при LEL (Lower Explosion Level) 50 000 ppm, което е потвърдено и от резултатите от моделирането на приземните концентрации на фиг. 7.9.1.1.**

Потвърдено от реални аварийни ситуации с мигновен пожар в газов облак и многобройни експерименти, опасни нива на топлинна енергия се образуват единствено в границите на облака.

**Поради горното топлинна енергия от мигновен пожар в газовъздушен облак не се очаква да достигне/въздейства върху човешко здраве и околна среда.**

**Фиг.7.9.2.1.** **СЦЕНАРИЙ: Разкъсване.** Създаване на потенциално **взривоопасен облак** от разпространение на изтичащия газ при аварийно събитие “Разкъсване”. , скорост на вятъра 5 m/s;



ДАННИ ОТ СИМУЛАЦИЯ:

МЯСТО: ПЕРНИК, БЪЛГАРИЯ

Въздухообмен за час: 0.31 (самостоятелна защитена сграда)

Време: Септември 27, 2024 1729 часа стандартно време(ПОЛЗВАЙКИ КОМПЮТЪРЕН ЧАСОВНИК)

ДАННИ ЗА ВЕЩЕСТВОТО:

Име на веществото: МЕТАН ПРИРОДЕН ГАЗ

CAS Номер: 74-82-8 Молекулно тегло: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm

Точка на кипене на околната среда: -161.6° C

Налягане при температура на околна среда: По-голямо от 1 atm

Концентрация на насищане на околната среда: 1,000,000 ppm or 100.0%

ДАННИ ЗА АТМОСФЕРАТА:

Вятър: 5 м/сек от270° true at 3 метра

Земна повърхност:открита град или гора Облачност: : 5 tenths

Температура на въздуха : 15.2° C

Няма Температурна инверсия. Влажност на въздуха: 50%

ИЗТОЧНИК НА ОПАСНОСТ:

Горим газ излиза от тръбопровод без пламък

Диаметър на отвора на тръбата: 50 сантиметра Дължина на тръбата: 27 250 метра

Другият край е затворен

Разкъсване: неправилно Площ на сечението на отвора: 1963 кв.см.

Налягане при отвора: 54 атмосфери Температура на тръбата: 15.2° C

Продължителност на изпускане: ALOHA ограничава до 1 час

Максимален среден Дебит на газ: 14,300 кг/мин. (средно над 1 минута )

Общо маса на изпускане: 113 179 килограма

ЗАСТРАШЕНИ ЗОНИ:

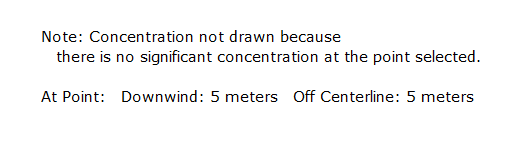
Моделирана заплаха : Flammable Area of Vapor Cloud

Формула за моделиране: Гаусов модел

Червено: 499 метра --- (50000 ppm = LEL)

Оранжево: 663 метра - -(30000 ppm = 60 % LEL)

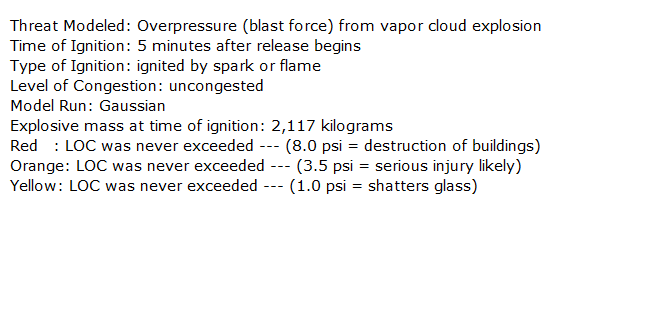
На практика, съгласно прилаганите теоретични модели, потвърдени от натрупания опит относно пространственото разпространение във въздух на газове с подобни на метана физикохимични характеристики, изтичащият от съоръжението газ се издига в атмосферата близо до точката на изтичане. В приземния слой концентрацията му остава много по-ниска от минималната запалима концентрация**. В случая концентрацията в приземния слой изобщо не превишава 1 ppm (на 10m от точката на изтичане) при LEL (Lower Explosion Level) 50 000 ppm.**



Потвърдено от реални аварийни ситуации с мигновен пожар в газов облак и многобройни експерименти, опасни нива на топлинна енергия се образуват единствено в границите на облака.

**Поради горното топлинна енергия от мигновен пожар в газовъздушен облак не се очаква да достигне/въздейства върху човешко здраве и околна среда.**

**Фиг.7.9.3.** **Сценарий**: експлозия в облак. Вятър 1,5 м/Сек.



ДАННИ ОТ СИМУЛАЦИЯ:

МЯСТО: ПЕРНИК, БЪЛГАРИЯ

ДАННИ ЗА ВЕЩЕСТВОТО:

Име на веществото: МЕТАН ПРИРОДЕН ГАЗ

CAS Номер: 74-82-8 Молекулно тегло: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm

Точка на кипене на околната среда: -161.6° C

ДАННИ ЗА АТМОСФЕРАТА:

Вятър: 1.5 м/сек от 270° true at 3 метра

Земна повърхност:открита град или гора Облачност: : 5 tenths

Температура на въздуха : 15.2° C

Няма Температурна инверсия. Влажност на въздуха: 50%

ИЗТОЧНИК НА ОПАСНОСТ:

Горим газ излиза от тръбопровод без пламък

Диаметър на отвора на тръбата: 50 сантиметра Дължина на тръбата: 27 250 метра метра

Другият край е затворен

Разкъсване: неправилно Площ на сечението на отвора: 1963 кв.см.

Налягане при отвора: 54 атмосфери Температура на тръбата: 15.2° C

Продължителност на изпускане: ALOHA ограничава до 1 час

Максимален среден Дебит на газ: 16,400 кг/мин. (средно над 1 минута )

Общо маса на изпускане: 2,111 килограма

ЗАСТРАШЕНИ ЗОНИ:

Моделирана заплаха : Свръхналягане на ударна вълна от газовъздушен облак

Време за взрива 2 минути след разхерметизиране

Вид на запалване - искра или пламък

Изпуснато количество преди взрива след разхерметизиране: 1,773 килограма

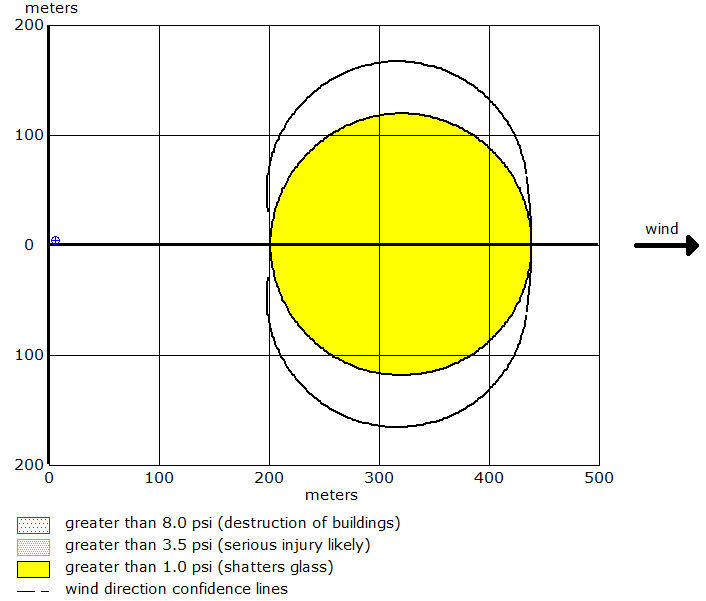
Червено: LOC никога не се достига--- (8.0 psi = разрушаване на сгради)

Оранжево: LOC никога не се достига--- (3.5 psi = сериозни уврежадния на сгради)

Жълто: LOC никога не се достига --- (1.0 psi = счупени стъкла)

Образувалият се газов облак се носи от вятъра и експлоадира високо, като налягането е ниско и не нанася сериозни увреждания .

**Фиг.7.9.3.1.** **Сценарий**: експлозия в облак. Вятър 5 м/Сек.



ДАННИ ОТ СИМУЛАЦИЯ:

МЯСТО: ПЕРНИК, БЪЛГАРИЯ

Въздухообмен за час: 0.31 (самостоятелна защитена сграда)

Време: Септември 27, 2024 1729 часа стандартно време(ПОЛЗВАЙКИ КОМПЮТЪРЕН ЧАСОВНИК)

ДАННИ ЗА ВЕЩЕСТВОТО:

Име на веществото: МЕТАН ПРИРОДЕН ГАЗ

CAS Номер: 74-82-8 Молекулно тегло: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm

ДАННИ ЗА АТМОСФЕРАТА:

Вятър: 5 м/сек от 270° true at 3 метра

Земна повърхност:открита град или гора Облачност: : 5 tenths

Температура на въздуха : 15.2° C

Няма Температурна инверсия. Влажност на въздуха: 50%

ИЗТОЧНИК НА ОПАСНОСТ:

Горим газ излиза от тръбопровод без пламък

Диаметър на отвора на тръбата: 50 сантиметра Дължина на тръбата: 27 250 метра метра

Другият край е затворен

Разкъсване неправилно: неправилноПлощ на сечението на отвора: 1963 кв.см.

Налягане при отвора: 54 атмосфери Температура на тръбата: 15.2° C

Продължителност на изпускане: ALOHA ограничава до 1 час

Максимален среденДебит на газ: 14,300 кг/мин. (средно над 1 минута )

Общо маса на изпускане: 28,600 килограма

ЗАСТРАШЕНИ ЗОНИ:

Моделирана заплаха : Свръхналягане на ударна вълна от газовъздушен облак

Вид на запалване - искра или пламък

Формула за моделиране: Гаусов модел

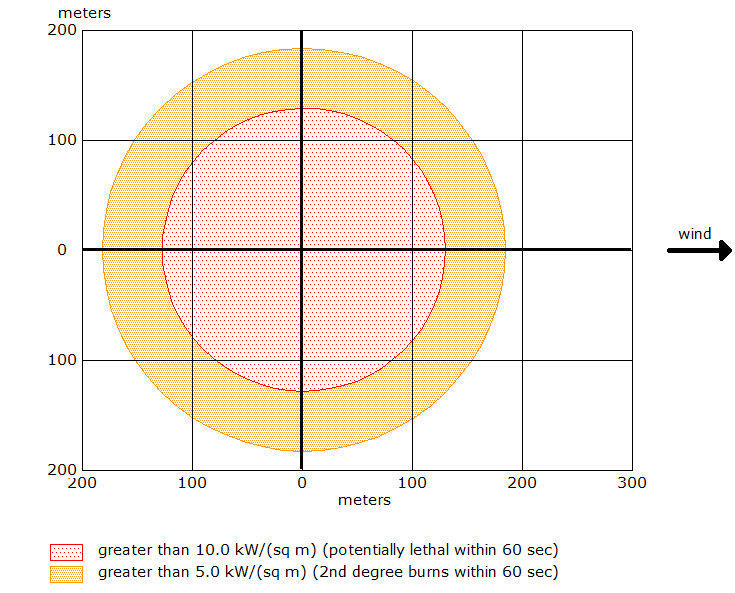
Червено: LOC никога не се достига--- (8.0 psi = разрушаване на сгради)

Оранжево: LOC никога не се достига--- (3.5 psi = сериозни увреждания на сгради)

Жълто: Радиус 120 метра от мястото на възпламеняване --- (1.0 psi = счупени стъкла)

Образувалият се газов облак се носи от вятъра и експлоадира високо, като налягането е ниско и не нанася сериозни увреждания.

**Фиг.7.9.4. СЦЕНАРИЙ: Пожар- Факелно горене.** „Разкъсване”, скорост на вятъра 1,5 m/s;



ДАННИ ОТ СИМУЛАЦИЯ:

МЯСТО: ПЕРНИК, БЪЛГАРИЯ

Въздухообмен за час: 0.31 (самостоятелна защитена сграда)

Време: Септември 27, 2024 1025часа стандартно време(ПОЛЗВАЙКИ КОМПЮТЪРЕН ЧАСОВНИК)

ДАННИ ЗА ВЕЩЕСТВОТО:

Име на веществото: МЕТАН ПРИРОДЕН ГАЗ

CAS Номер: 74-82-8 Молекулно тегло: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm

Точка на кипене на околната среда: -161.6° C

Налягане при температура на околна среда: По-голямо от 1 atm

Концентрация на насищане на околната среда: 1,000,000 ppm or 100.0%

ДАННИ ЗА АТМОСФЕРАТА:

Вятър: 1.5 м/сек от270° true at 3 метра

Земна повърхност:открита град или гора Облачност: : 5 tenths

Температура на въздуха : 15.2° C

Няма Температурна инверсия. Влажност на въздуха: 50%

ИЗТОЧНИК НА ОПАСНОСТ:

Горим газ излиза от тръбопровод с факелно горене.

Диаметър на отвора на тръбата: 50 сантиметра Дължина на тръбата: 27 250 метра

Другият край на тръбата е затворен

Разкъсване неправилно: неправилноПлощ на сечението на отвора: 1963 кв.см.

Налягане при отвора: 54 атмосфери Температура на тръбата: 15.2° C

Максимална дължина на пламъка : 53 метра Продължителност на горене.: до 1 час

Max Burn Rate: 68,200 кг/мин.

Общо средно изгорени: 113,179килограма

ЗАСТРАШЕНИ ЗОНИ:

Моделирана заплаха : Топлинна радиация от факелно горене

ЗАСТРАШЕНИ ЗОНИ:

Моделирана заплаха : Топлинна радиация от факелно горене

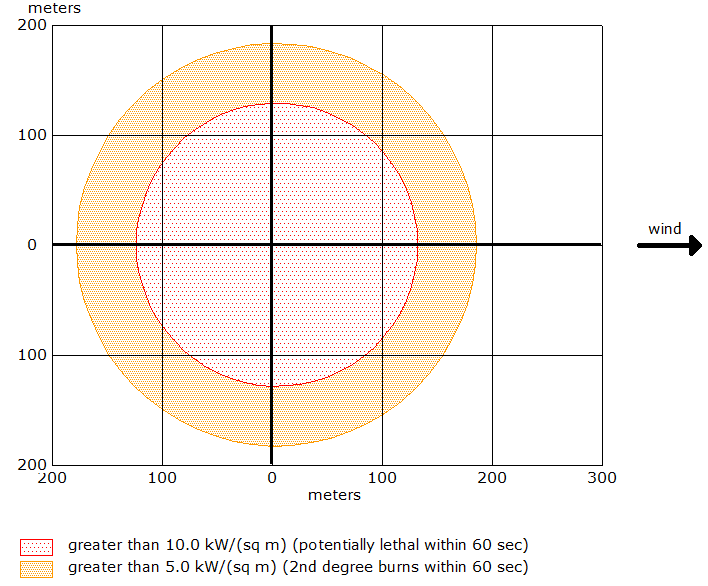
Червено: 130 метра --- (10.0 kW/(sq m) = възможна смърт в 60 sec)

Оранжево: 184 метра --- (5.0 kW/(sq m) = изгаряне 2-ра степен в 60 sec)

Заплаха от смърт за човек на открито, стоящ неподвижно за 60 секунди в радиус 130 метра.

Скоростта на вятъра в тези граници не оказва съществено влияние на радиуса на действие на пламъка.

**Фиг.7.9.4.1.** **СЦЕНАРИЙ: Пожар- Факелно горене.** „Разкъсване”. , скорост на вятъра 5 m/s;



ДАННИ ОТ СИМУЛАЦИЯ:

МЯСТО: ПЕРНИК, БЪЛГАРИЯ

Въздухообмен за час: 0.31 (самостоятелна защитена сграда)

Време: Септември 27, 2024 1025часа стандартно време(ПОЛЗВАЙКИ КОМПЮТЪРЕН ЧАСОВНИК)

ДАННИ ЗА ВЕЩЕСТВОТО:

Име на веществото: МЕТАН ПРИРОДЕН ГАЗ

CAS Номер: 74-82-8 Молекулно тегло: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm

Точка на кипене на околната среда: -161.6° C

Налягане при температура на околна среда: По-голямо от 1 atm

Концентрация на насищане на околната среда: 1,000,000 ppm or 100.0%

ДАННИ ЗА АТМОСФЕРАТА:

Вятър: 5 м/сек от 270° true at 3 метра

Температура на въздуха : 15.2° C

ИЗТОЧНИК НА ОПАСНОСТ:

Горим газ излиза от тръбопровод с факелно горене.

Диаметър на отвора на тръбата: 50 сантиметра Дължина на тръбата: 27 250 метра

Другият край на тръбата е затворен

Разкъсване неправилно: неправилноПлощ на сечението на отвора: 1963 кв.см.

Налягане при отвора: 54 атмосфери Температура на тръбата: 15.2° C

Максимална дължина на пламъка : 53 метра Продължителност на горене.: 60 minutes

Max Burn Rate: 68,100 кг/мин.

Общо средно изгорени: 113,461 килограма

ЗАСТРАШЕНИ ЗОНИ:

Моделирана заплаха : Топлинна радиация от факелно горене

Червено: 133 метра --- (10.0 kW/(sq m) = възможна смърт в 60 sec)

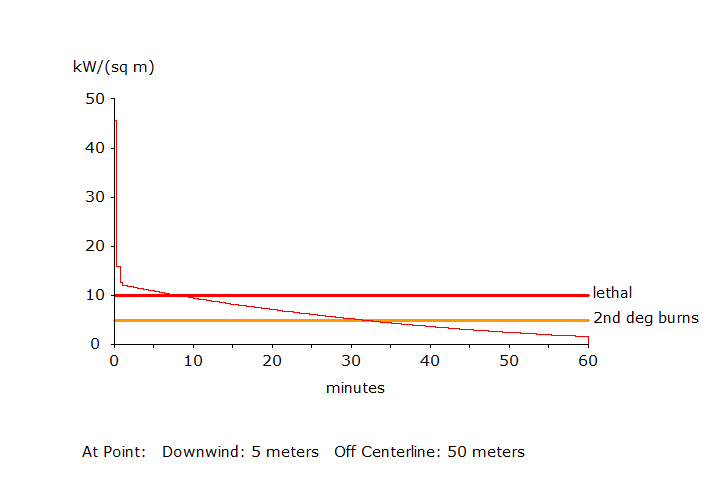
Оранжево: 186 метра --- (5.0 kW/(sq m) = изгаряне 2-ра степен в 60 sec)

Заплаха от смърт за човек на открито, стоящ неподвижно за 60 секунди. В радиус 50 метра.

Скоростта на вятъра в тези граници не оказва съществено влияние на радиуса на действие на пламъка.

**Фиг.7.9.4.2.** **СЦЕНАРИЙ:** Пожар - Факелно горене. Разкъсване . Скорост на вятъра 1.5 м/сек.

Застрашеност от топлинна радиация на разстояние 50 метра от пламъка.



ДАННИ ЗА ВЕЩЕСТВОТО:

Име на веществото: МЕТАН ПРИРОДЕН ГАЗ

CAS Номер: 74-82-8 Молекулно тегло: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm

Точка на кипене на околната среда: -161.6° C

Налягане при температура на околна среда: По-голямо от 1 atm

Концентрация на насищане на околната среда: 1,000,000 ppm or 100.0%

ДАННИ ЗА АТМОСФЕРАТА:

Вятър: 1.5 м/сек от 270° true at 3 метра

ИЗТОЧНИК НА ОПАСНОСТ:

Горим газ излиза от тръбопровод с факелно горене.

Диаметър на отвора на тръбата: 50 сантиметра Дължина на тръбата: 27 250 метра метра

Другият край на тръбата е затворен

Разкъсване неправилно: неправилноПлощ на сечението на отвора: 1963 кв.см.

Налягане при отвора: 54 атмосфери Температура на тръбата: 15.2° C

Максимална дължина на пламъка : 53 метра Продължителност на горене.: до 1 час

Max Burn Rate: 68,200 кг/мин.

Общо средно изгорени: 113,179килограма

Моделирана заплаха : Топлинна радиация от факелно горене

Червено: 130 метра --- (10.0 kW/(sq m) = възможна смърт в 60 sec)

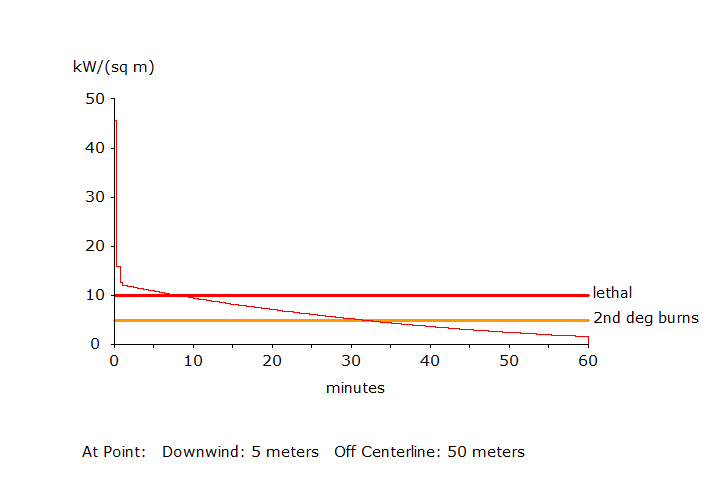
Оранжево: 184 метра --- (5.0 kW/(sq m) = изгаряне 2-ра степен в 60 sec)

ЗАПЛАХА В ТОЧКА:

Топлинно въздействие в точка:

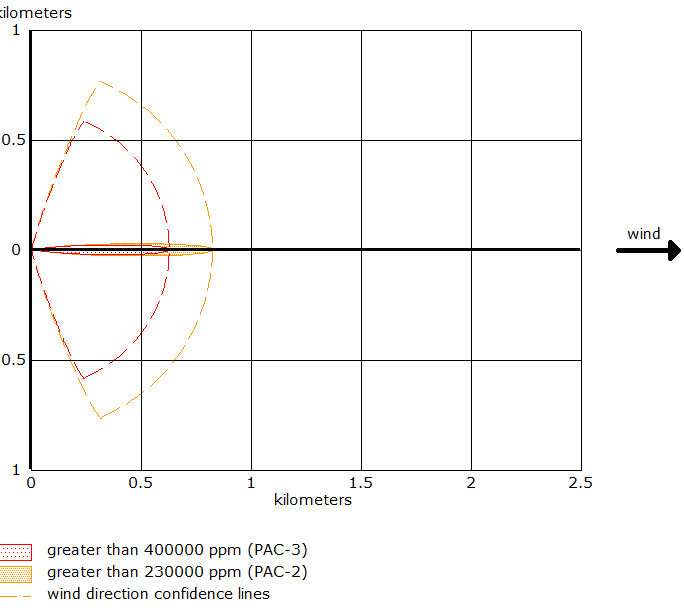
По вятъра: 50 метра В страни от оста: 5 метра

Максимално топлинно въздействие: 9.56 kW/(sq m)



**Разположен на до 50 метра от мястото на факела човек може да получи облъчване 9,56 kW/m2., в рамките на 2 минута от началото на факелно горене. По-късно -7 минути или на по-голямо разстояние, не може да получи такова облъчване, водещо до смърт.**

**Фиг.7.10.1.** **СЦЕНАРИЙ**: **Дисперсия** ВОДОРОД- разпространение на изтичащия газ при аварийно събитие **“**Разкъсване**”,** скорост на вятъра **1.5 m/s**;. тръбопровод 50 см.



МЯСТО: ПЕРНИК, БЪЛГАРИЯ

Въздухообмен за час: 0.31 (самостоятелна защитена сграда)

Време: Август22, 2024 1025часа стандартно време(ПОЛЗВАЙКИ КОМПЮТЪРЕН ЧАСОВНИК

ДАННИ ЗА ВЕЩЕСТВОТО:

Chemical Name: HYDROGEN, ВОДОРОД

CAS Номер: 1333-74-0 Молекулно тегло: 2.02 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 40000 ppm UEL: 750000 ppm

Точка на кипене на околната среда: -252.8° C

Налягане при температура на околна среда: По-голямо от 1 atm

Концентрация на насищане на околната среда: 1,000,000 ppm or 100.0%

ДАННИ ЗА АТМОСФЕРАТА:

Вятър: 1.5 м/сек от270° true at 3 метра

Земна повърхност:открита град или гора Облачност: : 5 tenths

Температура на въздуха : 15.2° C Температура на въздуха : B

Няма Температурна инверсия. Влажност на въздуха: 50%

ИЗТОЧНИК НА ОПАСНОСТ:

Горим газ излиза от тръбопровод без пламък

Диаметър на отвора на тръбата: 50 сантиметра Дължина на тръбата: 27 250 метра

Другият край на тръбата е затворен

Разкъсване: неправилноПлощ на сечението на отвора: 1963 кв.см.

Налягане при отвора: 54 атмосфери Температура на тръбата: 15.2° C

Продължителност на изпускане: 26 minutes

Максимален среденДебит на газ: 2,880 кг/мин.

Общо маса на изпускане: 83,456килограма

ЗАСТРАШЕНИ ЗОНИ:

Формула за моделиране: Гаусов модел

Червено: 632 метра --- (400000 ppm = PAC-3)

Оранжево: 828 метра --- (230000 ppm = PAC-2)

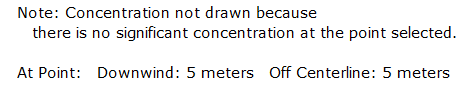
**На практика, съгласно прилаганите теоретични модели, потвърдени от натрупания опит относно пространственото разпространение във въздух на газове с подобни на водорода физикохимични характеристики, изтичащият от съоръжението газ се издига в атмосферата близо до точката на изтичане. В приземния слой концентрацията му остава много по-ниска от минималната токсична концентрация.**

**В случая концентрацията в приземния слой изобщо не превишава 0.84 ppm.**

**Изчислените параметри на застрашените зони всъщност са проекциите на формирания във височина облак върху земната повърхност.**

**При същият СЦЕНАРИЙ:** Дисперсия и наличие на газ в точка на 5 метра от разкъсаната тръбата. При вятър 1,5 метра в секунда.

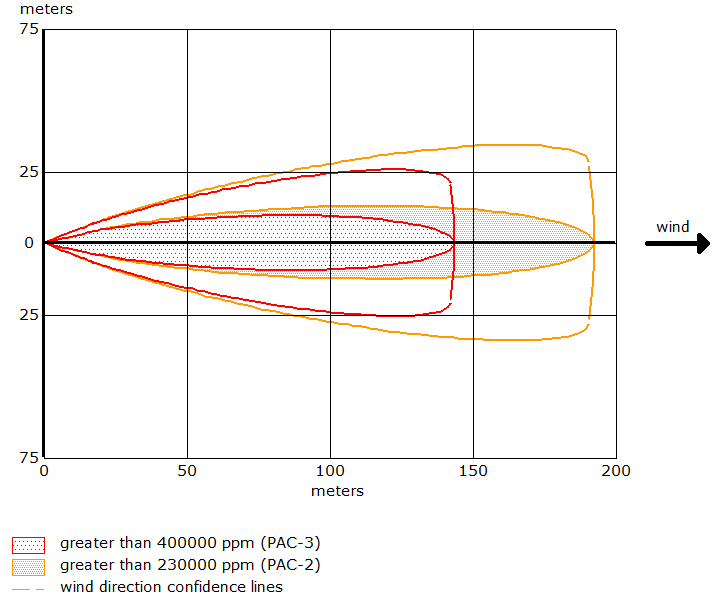
**Графика няма. Концентрацията в посочената точка – 5 метра от разкъсване е толкова ниска , че Алоха не може да изчертае графика**.



**РАЗКЪСВАНЕ НА ГАЗОПРОВОДА НЯМА да доведе до ОПАСНА КОНЦЕНТРАЦИЯ ПРИ РАЗСТОЯНИЕ ОТ 5 МЕТРА ДО РАЗКЪСВАНЕТО.**

**Опасна концентрация ВЪОБЩЕ НЕ СЕ ОБРАЗУВА.**

**Фиг.7.10.1.1.** **СЦЕНАРИЙ**: **Дисперсия** ВОДОРОД- разпространение на изтичащия газ при аварийно събитие **“**Разкъсване**”,** клас на стабилност F. скорост на вятъра **5 m/s**;. тръбопровод 50 см.



МЯСТО: ПЕРНИК, БЪЛГАРИЯ

Въздухообмен за час: 0.31 (самостоятелна защитена сграда)

Време: Септември 27, 2024 1025 часа стандартно време(ПОЛЗВАЙКИ КОМПЮТЪРЕН ЧАСОВНИК

ДАННИ ЗА ВЕЩЕСТВОТО:

Chemical Name: HYDROGEN, ВОДОРОД

CAS Номер: 1333-74-0 Молекулно тегло: 2.02 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 40000 ppm UEL: 750000 ppm

Точка на кипене на околната среда: -252.8° C

Налягане при температура на околна среда: По-голямо от 1 atm

Концентрация на насищане на околната среда: 1,000,000 ppm or 100.0%

ДАННИ ЗА АТМОСФЕРАТА:

Вятър: 5 м/сек от270° true at 3 метра

Земна повърхност:открита град или гора Облачност: : 5 tenths

Температура на въздуха : 15.2° C Температура на въздуха : B

ИЗТОЧНИК НА ОПАСНОСТ:

Горим газ излиза от тръбопровод без пламък

Диаметър на отвора на тръбата: 50 сантиметра Дължина на тръбата: 27 250 метра

Другият край на тръбата е затворен

Разкъсване: неправилноПлощ на сечението на отвора: 1963 кв.см.

Налягане при отвора: 54 атмосфери Температура на тръбата: 15.2° C

Продължителност на изпускане: 26 minutes

Максимален среденДебит на газ: 12,200 кг/мин. (средно над 1 минута )

Общо маса на изпускане: 83,456килограма

ЗАСТРАШЕНИ ЗОНИ:

Формула за моделиране: Гаусов модел

Червено: 144 метра --- (400000 ppm = PAC-3)

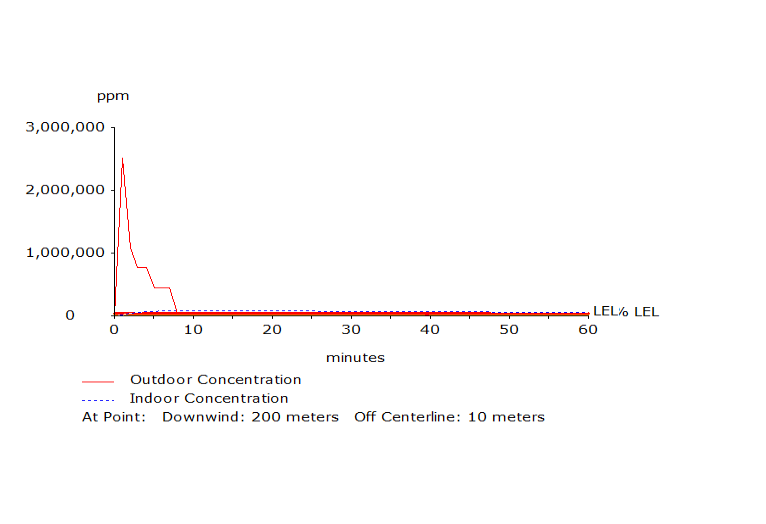
Оранжево: 193 метра --- (230000 ppm = PAC-2)

На практика, съгласно прилаганите теоретични модели, потвърдени от натрупания опит относно пространственото разпространение във въздух на газове с подобни на водорода физикохимични характеристики, изтичащият от съоръжението газ се издига в атмосферата близо до точката на изтичане. В приземния слой концентрацията му остава много по-ниска от минималната токсична концентрация.

**В случая концентрацията в приземния слой изобщо не превишава 0.84 ppm.**

Изчислените параметри на застрашените зони всъщност са проекциите на формирания във височина облак върху земната повърхност.

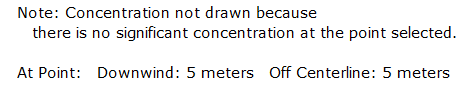
**Фиг.7.10.1.2.** **СЦЕНАРИЙ**: **Дисперсия** във въздуха на водород, при разкъсване. Формиране на облак във височина. Скорост на вятъра 1,5 м/сек.

Токсично действие на водород в точка на 10 метра от място на разкъсване.

ВСИЧКИЯТ ГАЗ СЕ Е ИЗДИГНАЛ НАГОРЕ, НАД ЗЕМНАТА ПОВЪРХНОСТ И НА 5 **МЕТРА ОТ РАЗКЪСВАНЕТО ИМА КОНЦЕНТРАЦИЯ ОТ 0,84 ppm при стойност на 400000 ppm = PAC-3.**

**100 000 пъти по ниска от опасната концентрация.**

**Концентрацията спада до безопасна в рамките на 3 минути от началото на изпускането.**



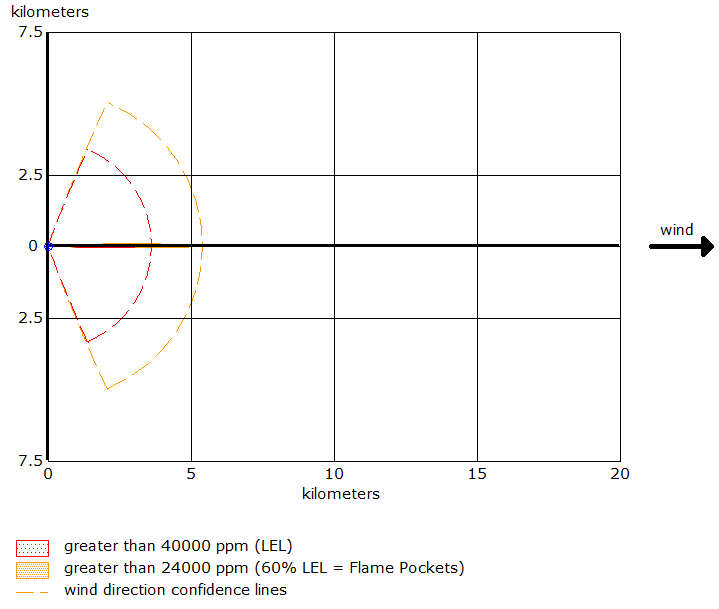
**При същият СЦЕНАРИЙ:** Дисперсия и наличие на газ в точка на 5 метра от разкъсаната тръбата. При вятър 5 метра в секунда.

**Графика няма. Концентрацията в посочената точка – 5 метра от разкъсване е толкова ниска , че Алоха не може да изчертае графика**.

**РАЗКЪСВАНЕ НА ГАЗОПРОВОДА НЯМА да доведе до ОПАСНА КОНЦЕНТРАЦИЯ ПРИ РАЗСТОЯНИЕ ОТ 5 МЕТРА ДО РАЗКЪСВАНЕТО.**

**Опасна концентрация ВЪОБЩЕ НЕ СЕ ОБРАЗУВА.**

**Фиг.7.10.2.** **СЦЕНАРИЙ:** ВОДОРОД.Създаване на потенциално **взривоопасен облак** от разпространение на изтичащия газ при аварийно събитие “Разкъсване”, скорост на вятъра 1.5 m/s;



МЯСТО: ПЕРНИК, БЪЛГАРИЯ

Въздухообмен за час: 0.31 (самостоятелна защитена сграда)

Време: Август22, 2024 1025часа стандартно време(ПОЛЗВАЙКИ КОМПЮТЪРЕН ЧАСОВНИК

ДАННИ ЗА ВЕЩЕСТВОТО:

Chemical Name: HYDROGEN, ВОДОРОД

CAS Номер: 1333-74-0 Молекулно тегло: 2.02 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 40000 ppm UEL: 750000 ppm

Точка на кипене на околната среда: -252.8° C

Налягане при температура на околна среда: По-голямо от 1 atm

Концентрация на насищане на околната среда: 1,000,000 ppm or 100.0%

ДАННИ ЗА АТМОСФЕРАТА:

Вятър: 1.5 м/сек от270° true at 3 метра

Земна повърхност:открита град или гора Облачност: : 5 tenths

Температура на въздуха : 15.2° C

ИЗТОЧНИК НА ОПАСНОСТ:

Горим газ излиза от тръбопровод без пламък

Диаметър на отвора на тръбата: 50 сантиметра Дължина на тръбата: 27 250 метра

Другият край на тръбата е затворен

Разкъсване неправилно: неправилно Площ на сечението на отвора: 1963 кв.см.

Налягане при отвора: 54 атмосфери Температура на тръбата: 15.2° C

Продължителност на изпускане: 26 minutes

Максимален среденДебит на газ: 12,100 кг/мин.

(средно над 1 минута )

Общо маса на изпускане: 50,020 килограма

ЗАСТРАШЕНИ ЗОНИ:

Формула за моделиране: Гаусов модел

Червено: 708 метра --- (40 000 ppm = LEL ) Долна конзентрационна граница на взривяемост

Оранжево: 874 метра --- (23000 ppm = 60% LEL) 60% от Граници на взривяемост

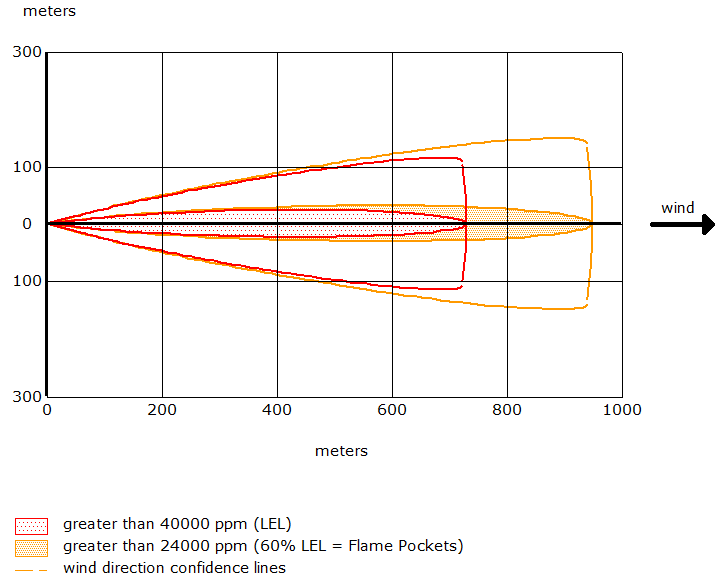
На практика, съгласно прилаганите теоретични модели, потвърдени от натрупания опит относно пространственото разпространение във въздух на газове с подобни на водород физикохимични характеристики, изтичащият от съоръжението газ се издига в атмосферата близо до точката на изтичане. В приземния слой концентрацията му остава много по-ниска от минималната запалима концентрация.

**В случая концентрацията в приземния слой не превишава 0.84 ppm (на 10m от точката на изтичане) при LEL (Lower Explosion Level) 40 000 ppm, което е потвърдено и от резултатите от моделирането на приземните концентрации на фиг. 7.10.1.2.**

Потвърдено от реални аварийни ситуации с мигновен пожар в газов облак и многобройни експерименти, опасни нива на топлинна енергия се образуват единствено в границите на облака.

**Поради горното топлинна енергия от мигновен пожар в газовъздушен облак не се очаква да достигне/въздейства върху човешко здраве и околна среда.**

**Фиг.7.10.2.1.** **СЦЕНАРИЙ:** Формиране на **ВЗРИВООПАСЕН облак** във височина от ВОДОРОД, при разкъсване. Скорост на вятъра 5 м/сек.



МЯСТО: ПЕРНИК, БЪЛГАРИЯ

Въздухообмен за час: 0.31 (самостоятелна защитена сграда)

Време: Август22, 2024 1025часа стандартно време(ПОЛЗВАЙКИ КОМПЮТЪРЕН ЧАСОВНИК

ДАННИ ЗА ВЕЩЕСТВОТО:

Chemical Name: HYDROGEN, ВОДОРОД

CAS Номер: 1333-74-0 Молекулно тегло: 2.02 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 40000 ppm UEL: 750000 ppm

Точка на кипене на околната среда: -252.8° C

Налягане при температура на околна среда: По-голямо от 1 atm

Концентрация на насищане на околната среда: 1,000,000 ppm or 100.0%

ДАННИ ЗА АТМОСФЕРАТА:

Вятър: 5 м/сек от270° true at 3 метра

Земна повърхност:открита град или гора Облачност: : 5 tenths

Температура на въздуха : 15.2° C Температура на въздуха : B

Няма Температурна инверсия. Влажност на въздуха: 50%

ИЗТОЧНИК НА ОПАСНОСТ:

Горим газ излиза от тръбопровод без пламък

Диаметър на отвора на тръбата: 50 сантиметра Дължина на тръбата: 27 250 метра

Другият край на тръбата е затворен

Разкъсване неправилно: неправилноПлощ на сечението на отвора: 1963 кв.см.

Налягане при отвора: 54 атмосфери Температура на тръбата: 15.2° C

Продължителност на изпускане: 26 minutes

Максимален среден Дебит на газ: 2,870кг/мин. (средно над 1 минута )

Общо маса на изпускане: 82,890килограма

ЗАСТРАШЕНИ ЗОНИ:

Формула за моделиране: Гаусов модел

Червено: 730 метра --- (40 000 ppm = LEL ) Долна конзентрационна граница на взривяемост

Оранжево: 949 метра --- (23000 ppm = 60% LEL) 60% от Граници на взривяемост

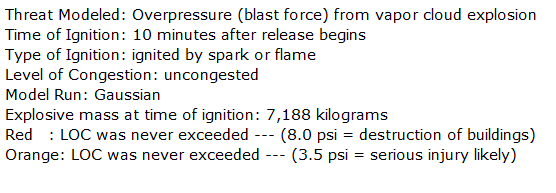
На практика, съгласно прилаганите теоретични модели, потвърдени от натрупания опит относно пространственото разпространение във въздух на газове с подобни на метана физикохимични характеристики, изтичащият от съоръжението газ се издига в атмосферата близо до точката на изтичане. В приземния слой концентрацията му остава много по-ниска от минималната запалима концентрация. **В случая концентрацията в приземния слой изобщо не превишава 0.84 ppm (на 10m от точката на изтичане) при LEL (Lower Explosion Level) 40 000 ppm. Четиридесет хиляди пъти по-малка.**

Потвърдено от реални аварийни ситуации с мигновен пожар в газов облак и многобройни експерименти, опасни нива на топлинна енергия се образуват единствено в границите на облака.

**Поради горното, топлинна енергия от мигновен пожар в газовъздушен облак не се очаква да достигне въздействие, върху човешко здраве и околна среда.**

**7.10.3.** **СЦЕНАРИЙ: Експлозия във въздуха на ВОДОРОД**, при разкъсване.

Скорост на вятъра 1,5 м/сек.



ДАННИ ОТ СИМУЛАЦИЯ:

МЯСТО: ПЕРНИК, БЪЛГАРИЯ

Въздухообмен за час: 0.31 (самостоятелна защитена сграда)

Време: Август 14, 2024 1729 часа стандартно време(ПОЛЗВАЙКИ КОМПЮТЪРЕН ЧАСОВНИК)

ДАННИ ЗА ВЕЩЕСТВОТО:

Име на веществото: ВОДОРОД

CAS Номер: 1333-74-0 Молекулно тегло: 2.02 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 40000 ppm UEL: 750000 ppm

ДАННИ ЗА АТМОСФЕРАТА:

Вятър: 1.5 м/сек от270° true at 3 метра

Земна повърхност:открита град или гора Облачност: : 5 tenths

Температура на въздуха : 15.2° C Температура на въздуха : B

Няма Температурна инверсия. Влажност на въздуха: 50%

ИЗТОЧНИК НА ОПАСНОСТ:

Горим газ излиза от тръбопровод без пламък

Диаметър на отвора на тръбата: 50 сантиметра Дължина на тръбата: 14600 метра.

Другият край на тръбата е затворен.

Разкъсване: неправилноПлощ на сечението на отвора: 1963 кв.см.

Налягане при отвора: 54 атмосфери Температура на тръбата: 15.2° C

Продължителност на изпускане: ALOHA ограничава до 1 час

Максимален среденДебит на газ: 4680кг/мин. (средно над 1 минута )

Общо маса на изпускане: 24 189килограма

ЗАСТРАШЕНИ ЗОНИ:

Моделирана заплаха : Свръхналягане на ударна вълна от газовъздушен облак

Вид на запалване - искра или пламък; Ниво на натрупване, препятствия

Формула за моделиране: Гаусов модел

Червено: НЕ СЕ ДОСТИГА.- (8.0 psi = разрушаване на сгради)

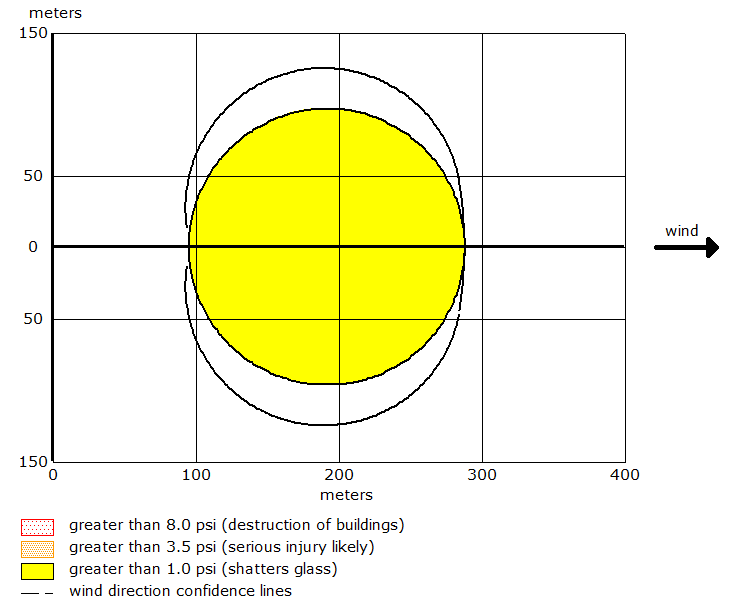
Оранжево: НЕ СЕ ДОСТИГА --- (3.5 psi = сериозни увреждания на сгради)

Жълто: НЕ СЕ ДОСТИГА --- (1.0 psi = счупени стъкла)

Образувалият се газов облак се носи от вятъра и се издига много високо – над 700 метра височина. МОЖЕ ДА експлоадира, като налягането не може да разрушава сгради, нанася сериозни увреждания и не са възможни счупвания на стъкла на нивото на земната повърхност.

**7.10.3.1. СЦЕНАРИЙ: Експлозия във въздуха на ВОДОРОД**, при разкъсване.

Скорост на вятъра 5 м/сек.



ДАННИ ОТ СИМУЛАЦИЯ:

МЯСТО: ПЕРНИК, БЪЛГАРИЯ

Въздухообмен за час: 0.31 (самостоятелна защитена сграда)

Време: Август 14, 2024 1729 часа стандартно време(ПОЛЗВАЙКИ КОМПЮТЪРЕН ЧАСОВНИК)

ДАННИ ЗА ВЕЩЕСТВОТО:

Име на веществото: ВОДОРОД

CAS Номер: 1333-74-0 Молекулно тегло: 2.02 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 40000 ppm UEL: 750000 ppm

Точка на кипене на околната среда: -252.8° C

Налягане при температура на околна среда: По-голямо от 1 atm

Концентрация на насищане на околната среда: 1,000,000 ppm or 100.0%

ДАННИ ЗА АТМОСФЕРАТА:

Вятър: 5 м/сек от270° true at 3 метра

Земна повърхност:открита град или гора Облачност: : 5 tenths

Температура на въздуха : 15.2° C Температура на въздуха : B

Няма Температурна инверсия. Влажност на въздуха: 50%

ИЗТОЧНИК НА ОПАСНОСТ:

Горим газ излиза от тръбопровод без пламък

Диаметър на отвора на тръбата: 50 сантиметра Дължина на тръбата: 14600 метра.

Другият край на тръбата е затворен.

Разкъсване: неправилноПлощ на сечението на отвора: 1963 кв.см.

Налягане при отвора: 54 атмосфери Температура на тръбата: 15.2° C

Продължителност на изпускане: ALOHA ограничава до 1 час

Максимален среден Дебит на газ: 4680кг/мин. (средно над 1 минута )

Общо маса на изпускане: 24 189килограма

ЗАСТРАШЕНИ ЗОНИ:

Моделирана заплаха : Свръхналягане на ударна вълна от газовъздушен облак

Вид на запалване - искра или пламък

Ниво на натрупване, препятствия

Формула за моделиране: Гаусов модел

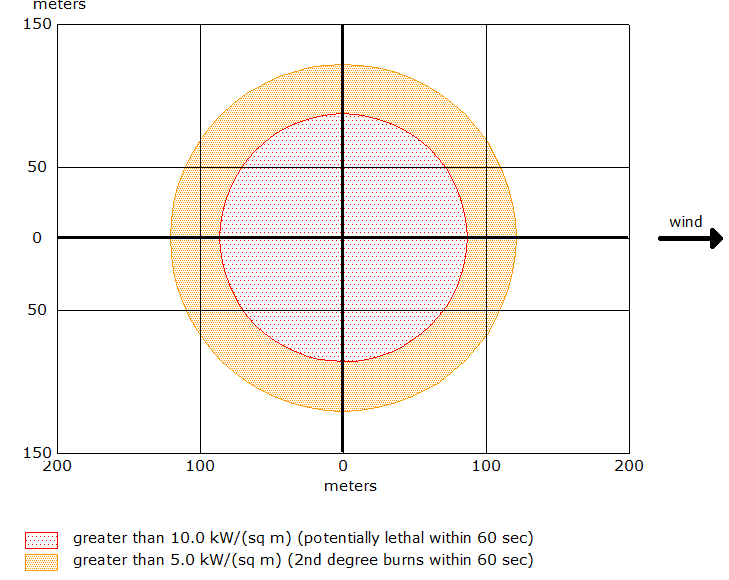
Червено: НЕ СЕ ДОСТИГА.- (8.0 psi = разрушаване на сгради)

Оранжево: НЕ СЕ ДОСТИГА --- (3.5 psi = сериозни увреждания на сгради)

Жълто: 288 метра --- (1.0 psi = счупени стъкла)

Образувалият се газов облак се носи от вятъра и се издига много високо – над 700 метра височина. МОЖЕ ДА експлоадира, като налягането не може да разрушава сгради, нанася сериозни увреждания. Възможни са счупвания на стъкла на нивото на земната повърхност до 288 метра.

**7.10.4. СЦЕНАРИЙ:** Пожар ВОДОРОД . Факелно горене. Разкъсване . Скорост на вятъра 1,5 м/сек.



ДАННИ ОТ СИМУЛАЦИЯ:

МЯСТО: ПЕРНИК, БЪЛГАРИЯ

Въздухообмен за час: 0.31 (самостоятелна защитена сграда)

Време: Септември 27, 2024 1025часа стандартно време(ПОЛЗВАЙКИ КОМПЮТЪРЕН ЧАСОВНИК)

CAS Номер: 1333-74-0 Молекулно тегло: 2.02 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 40000 ppm UEL: 750000 ppm

Точка на кипене на околната среда: -252.8° C

Налягане при температура на околна среда: По-голямо от 1 atm

Концентрация на насищане на околната среда: 1,000,000 ppm or 100.0%

ДАННИ ЗА АТМОСФЕРАТА:

Вятър: 1.5 м/сек от270° true at 3 метра

Земна повърхност:открита град или гора Облачност: : 5 tenths

Температура на въздуха : 15.2° C Температура на въздуха : B

Няма Температурна инверсия. Влажност на въздуха: 50%

ИЗТОЧНИК НА ОПАСНОСТ:

Горим газ излиза от тръбопровод с факелно горене.

Диаметър на отвора на тръбата: 50 сантиметра Дължина на тръбата: 27 250 метра

Другият край на тръбата е затворен

Разкъсване неправилно: неправилноПлощ на сечението на отвора: 1963 кв.см.

Налягане при отвора: 54 атмосфери Температура на тръбата: 15.2° C

Максимална дължина на пламъка : 26 метра Продължителност на горене.: 60 minutes

Max Burn Rate: 238,000 кг/мин.

Общо средно изгорени: 162,166 килограма

ЗАСТРАШЕНИ ЗОНИ:

Моделирана заплаха : Топлинна радиация от факелно горене

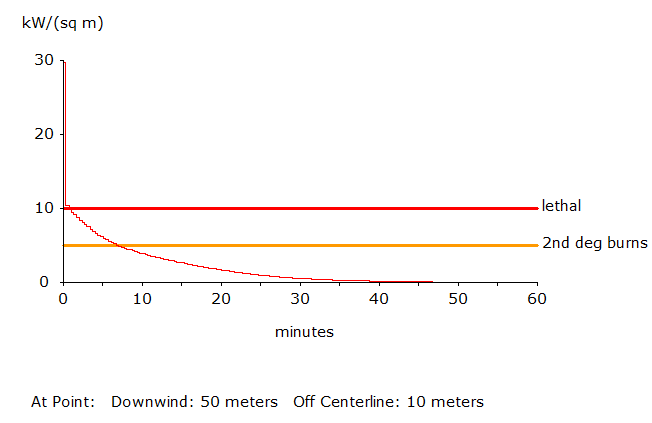
Червено: 81 метра --- (10.0 kW/(sq m) = възможна смърт в )60 sec)

Оранжево: 120 метра --- (5.0 kW/(sq m) = изгаряне 2-ра степен в 60 sec)

Заплаха от смърт за човек на открито, стоящ неподвижно за 60 секунди в радиус 81 метра.

Скоростта на вятъра в тези граници не оказва съществено влияние на радиуса на действие на пламъка.

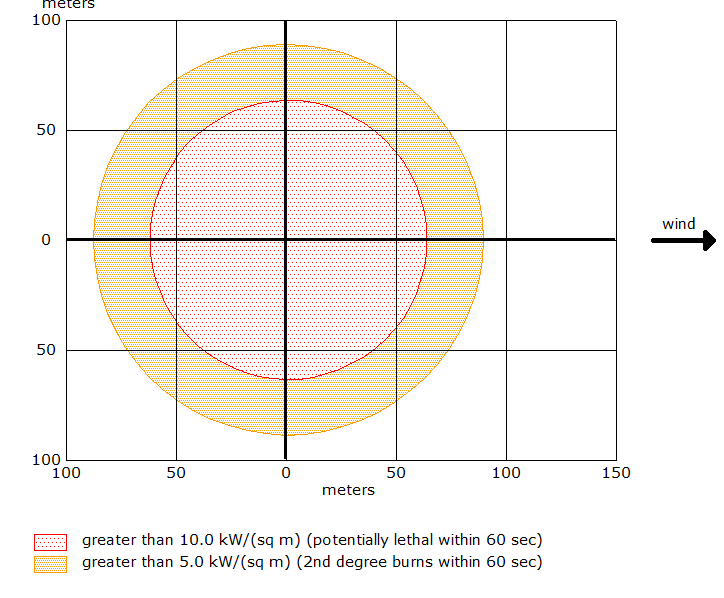
При изчисляване на въздействие по време на въздействие в точка на 50 метра по посока на вятъра, софтуерът показва опасност в продължение на 1 минута.



Времетраенето на тази опасност е около 1 минута. При посока на вятъра към обекта. След това или на по голямо разстояние няма опасност от смърт или изгаряне 2-ра степен.

**7.10.4.1.СЦЕНАРИЙ:** Пожар ВОДОРОД . Факелно горене. Разкъсване .

Скорост на вятъра 5 м/сек.



ДАННИ ОТ СИМУЛАЦИЯ:

МЯСТО: ПЕРНИК, БЪЛГАРИЯ

Въздухообмен за час: 0.31 (самостоятелна защитена сграда)

Време: Септември 27, 2024 1025часа стандартно време(ПОЛЗВАЙКИ КОМПЮТЪРЕН ЧАСОВНИК)

CAS Номер: 1333-74-0 Молекулно тегло: 2.02 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 40000 ppm UEL: 750000 ppm

ДАННИ ЗА АТМОСФЕРАТА: Вятър: 5 м/сек от270° true at 3 метра

Земна повърхност:открита град или гора Облачност: : 5 tenths

Температура на въздуха : 15.2° C Температура на въздуха : B

Няма Температурна инверсия. Влажност на въздуха: 50%

ИЗТОЧНИК НА ОПАСНОСТ:

Горим газ излиза от тръбопровод с факелно горене.

Диаметър на отвора на тръбата: 50 сантиметра Дължина на тръбата: 27 250 метра

Другият край на тръбата е затворен

Разкъсване неправилно: Площ на сечението на отвора: 1963 кв.см.

Налягане при отвора: 54 атмосфери Температура на тръбата: 15.2° C

Максимална дължина на пламъка : 28 метра Продължителност на горене.: 52 minutes

Max Burn Rate: 80,400 кг/мин.

Общо средно изгорени: 36,800 килограма

ЗАСТРАШЕНИ ЗОНИ:

Моделирана заплаха : Топлинна радиация от факелно горене

Червено: 64 метра --- (10.0 kW/(sq m) = възможна смърт в 60 sec)

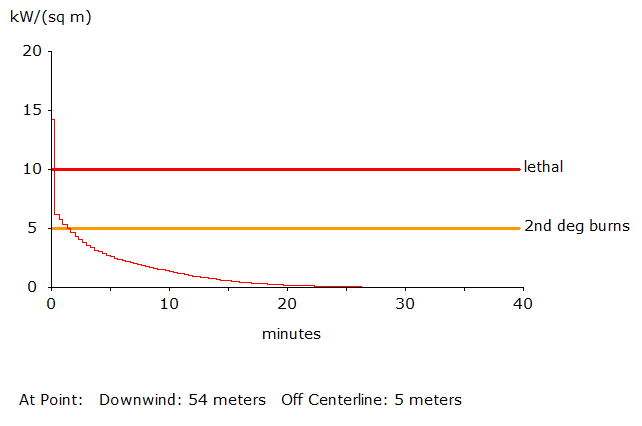
Оранжево: 90 метра --- (5.0 kW/(sq m) = изгаряне 2-ра степен в 60 sec)

Заплаха от смърт за човек на открито, стоящ неподвижно за 60 секунди в радиус 64 метра.

Скоростта на вятъра в тези граници не оказва съществено влияние на радиуса на действие на пламъка.

**7.10.4.2.СЦЕНАРИЙ:** Пожар ВОДОРОД . Факелно горене. Разкъсване .

Скорост на вятъра 5 м/сек. Заплаха в точка на 54 метра по посока на вятъра.



ДАННИ ОТ СИМУЛАЦИЯ:

МЯСТО: ПЕРНИК, БЪЛГАРИЯ

Въздухообмен за час: 0.31 (самостоятелна защитена сграда)

Време: Август 14, 2024 1025часа стандартно време(ПОЛЗВАЙКИ КОМПЮТЪРЕН ЧАСОВНИК)

Диаметър на отвора на тръбата: 50 сантиметра Дължина на тръбата: 27 250 метра

Другият край на тръбата е затворен

Разкъсване: неправилно Площ на сечението на отвора: 1963 кв.см.

Налягане при отвора: 54 атмосфери Температура на тръбата: 15.2° C

Максимална дължина на пламъка : 28 метра Продължителност на горене.: 52 minutes

Max Burn Rate: 80,400 кг/мин.

Общо средно изгорени: 36,800 килограма

ЗАСТРАШЕНИ ЗОНИ:

Моделирана заплаха : Топлинна радиация от факелно горене

Червено: 224 метра --- (10.0 kW/(sq m) = възможна смърт в 60 sec)

Оранжево: 312 метра --- (5.0 kW/(sq m) = изгаряне 2-ра степен в 60 sec)

ЗАПЛАХА В ТОЧКА:

Топлинно въздействие в точка:

По вятъра: 54 метра В страни от оста: 5 метра

Максимално топлинно въздействие: 13,4 kW/(sq m)

**Разположен на 54 метра от началото на факела човек, може да получи облъчване 13,4 kW/m2., в рамките на 1 минута от началото на факелно горене. По-късно –повече от 1 минута или на по-голямо разстояние, не може да получи такова облъчване, водещо до смърт или изгаряне 2-ра степен.**

**След 2 минути не може да получи такова облъчване, водещо до смърт или изгаряне 2-ра степен.**

Изведените от различните сценарии, максимални размери на застрашени зони са оформени по-долу, като списъци за двете основно изследвани вещества.

Поради липса в заданието на Възложителя на фиксирани пропорции, както и чистота на веществата, не можем да направим изследвания на смеси от вещества. Те се извършват на база молекулярното тегло на компонентите и на процентното им съотношение в техническите, газови смеси.

Резултатите, получени за двата основни вида вещества са сходни, следователно можем да очакваме достатъчно достоверно, че и резултатите от техните смеси ще са в същите рангови стойности.

Най-високи стойности на застрашените зони има при увреждане „разкъсване“, затова не коментираме другите видове аварии.

При разкъсване 50 см. Вещество Метан:

**Факелен пламък с максимална дължина 53 м:**

* На 133 метра 10 kW/m2 В рамките на 2 минути
* На 186 метра 5 kW/m2 В рамките на 2 минути

**Токсичност:**

* Няма до 10 метра. В рамките на 2 минути и повече.

**Експлозия**

* Софтуерът показва, че не се създава налягане за по-тежки увреждания. Разрушаване на сгради. Повреди на сгради
* до 120 м. Счупване на стъкла

**Мигновен пожар:**

Топлинна енергия от мигновен пожар в газовъздушен облак не се очаква да достигне/въздейства върху човешко здраве и околна среда.

При разкъсване 50 см. Вещество Водород:

**Факелен пламък с максимална дължина 28 м.**

* На 64 метра 10 kW/m2 В рамките на 2 минути
* На 90 метра 5 kW/m2

**Токсичност:**

* Няма до 10 метра. В рамките на 2минути и повече

**Експлозия:**

* Софтуерът показва, че не се създава налягане за по-тежки увреждания. Разрушаване на сгради. Повреди на сгради
* до 288 м. Счупване на стъкла

**Мигновен пожар:**

Топлинна енергия от мигновен пожар в газовъздушен облак не се очаква да достигне/въздейства върху човешко здраве и околна среда.

**Анализ на получените при моделиране стойности.**

**Дисперсия във въздуха при различни стойности на скорост на вятъра и разкъсване.** Всички пропорционални газови смеси между двата газа ще покажат междинни стойности по всички параметри на опасни разстояния.

Сама по себе си дисперсията води до създаване на облак, който е много слабо токсичен. Изследваме я дотолкова, че е възможно създаване на потенциално взривоопасен облак от газовъздушна смес с експлозивни концентрации. Издига се на голяма височина и програмата генерира неговата ортогонална проекция. **Вероятността за дисперсия на газа без запалване е 24 пъти по-голяма отколкото вероятността за неговото запалване при изтичане.**

Както се отчита от данните на програмата, в точка на повърхноста на земята отстояща на 10 метра от мястото на изтичане, липсва концентрация на газ и за двете вещества.Той е диспертиран високо в атмосферата. Образува се конусовиден облак с връх в мястото на разкъсване. Височина няколко стотин метра, до размесването му – дисперсия във въздуха. Ортогоналната му проекция върху земната повърхност по посока на вятъра се очертава от софтуера. На нивото на терена на 10 метра в страни няма изчислена никаква концентрация на газове.

**Изпускане на транспортираните газове не води до опасни въздействия и затова не го разглеждаме в оценката на риска.**

Резултатите за формираните облаци са различни за водорода и метана, поради 9 пъти разлика в относителното тегло. И при двата газа не се констатира наличие на 10 метра от мястото на повърхността.

**Пожар – факелно горене при различни стойности на скорост на вятъра и разкъсване.**

При моделирането на опасностите от пожар, количеството изтичащ газ е пропорционално свързано с дължина на пламъка и мощността на топлинната радиация. Факелът – наклонен в пространството, облъчва отстрани и отгоре земната повърхност. Зависи от скоростта на вятъра, но най-вече от налягането на газа и диаметъра на разкъсване.

Топлинната радиация е много голяма в течение на първите 2-3 минути. При тези параметри за очертани графиките за опасните зони. След този момент рязко намалява количеството на топлинно лъчение, а оттам и застрашената зона. Както е видно от софтуерните графики и опита от пожари на газопроводи, посоката и големината на образувалия се факел зависят най-вече от диаметъра на разхерметизирането и налягането на газа, както и от наклона на вектора на струята спрямо вертикалата.

Резултатите за формираните факелни пламъци са различни за водорода и метана, поради 9 пъти разлика в относителното тегло и по-високата скорост на изгаряне на водорода.

Поради това, че е по-лек, стехиометричната концентрация на газа готов за окисление и горене се издига по-бързо във въздуха и изгаря по-бързо, на практика факелът на водорода е по-къс в сравнение с този от метан. И факелът е под по-голям ъгъл спрямо земята. Оттам и зоната на въздействие е по-малка при водорода , спрямо метана.

**Взрив в газов облак.**

Поради описаните по-горе характерни особености за формиране на газов облак, вероятността да възникне взрив- експлозия в газовия облак в приземния слой на атмосферата е голяма в първите 3–4 минути. След това рязко намалява зоната около разкъсването с наличие на газ над долна концентрационна граница на взривяемост и вероятността за експлозия. Газовият облак се измества нагоре в атмосферата.

При възникване на взрив в газовъздушния облак се забелязва значителна разлика в зоните на въздействие при двата газа.

Мощността на взрива на водород е по-голяма, спрямо метана.

**Всички пропорционални газови смеси между двата газа, при моделиране ще покажат междинни стойности по всички параметри на опасни разстояния в сценариите.**

# ОЦЕНКА НА РИСКА.

Опасностите, които газопроводът създава, се обуславят от функцията му да пренася природен газ (със съдържание на метан над 95 %), водород или технически газови смеси, с високо налягане и голям дебит. Тези опасности са свързани с потенциала на лесно запалимия компресиран газ да се възпламени на място, както и да формира струен пожар на мястото наразкъсване. Енергията, отделена при струен пожар (факелно горене) или експлозия, зависи от момента на запалване на изтичащия газ. При изчисляване на вероятността за фатален изход и за поражения на съоръжения този момент не може да бъде определен с необходимата точност, тъй като моментът на запалване на газа не може да бъде предвиден. Възпламеняване е възможно при достигане на определена концентрация.

Въздействията при струен пожар (факелно горене) се определят от:

* Пряко действие на пламъка;
* Радиационна топлина. и термичната радиация
* По отношение на човешкото здраве и съгласно параметрите на използваната моделираща програма, в тази оценка са приети следните гранични стойности на интензивността на топлинната радиация от струен пожар (факелно горене) в kW/m2:
* 2 kW/m2 - зона на силен дискомфорт и болка (нараняване). Достатъчна да предизвика болка след 60 s,
* 5 kW/m2 - зона на изгаряне. Наблюдават се сериозни и необратими неблагоприятни ефекти за хората. Достатъчна да предизвика болка след 20 s, до втора степен изгаряне
* 10 kW/m2 - потенциално смъртоносна зона при термично въздействие върху живи организми с продължителност 60 s.

Следва да се отбележи, че за моделирането на сценариите е прието средно налягане в тръбата равно на 5,4 МPa поради факта, че при гилотинно разкъсване стойността на налягането в нея спада рязко в рамките на минута след сработване на автоматичните отсекатели. Приема се, че в първите секунди след гилотинно разкъсване, налягането и концентрацията на газа са много високи, над горна концентрационна граница на взривяемост и възпламеняване не е възможно. Най-честите случаи на струен пожар (факелно горене) са вследствие на възпламеняване на разпространяващ се облак, в който е достигната необходимата концентрация на газа.

**Риск за населението при пожар.**

При моделирането на вероятните отрицателни въздействия се получават т.нар. зони на заплаха, представляващи приблизителни окръжности с център, мястото на аварията и съответно на струйния пожар. Зоната с най-малък радиус се нарича „потенциално смъртоносна зона при термично въздействие върху живи организми с продължителност 60 секунди“. Втората по размер зона се нарича „зона на изгаряне“ и в нея е възможна появата на изгаряния от 2-ра степен. Третата и най-голяма зона се нарича „зона на дискомфорт“ , болка и в нея се усеща топлинната радиация от струен пожар, но без това да нанася вреди върху здравето.

За представяне на възможно най-лошия вариант се приема, че до изградена жилищна сграда на границата на определената зона на въздействие, на отстояние 54 m от газопровода, на открито се достига потенциално смъртоносна стойност от 10 kW/m2.

Изчисленията за риска са направени по **метода CEL или 3F** (метода на трите фактора),

**Съгласно метода** за оценка на риска, количествената оценка на риска се извършва по формулата: Риск = Последствие х Застрашеност х Вероятност.

**За населението и сградите в селата отдалечени от трасето на газопровода на:**

**Село Стефаново с махала Егреците -236 м., село Кралев Дол – 137 м., село Драгичево – 58 м., село Касилаг – 287 м.**

**За местата на пресичане на инфраструктурната АМ 3 „ Струма“ с трасето на газопровода.**

**В зоната на въздействие на термична радиация при пожар на метан от 133 м. попадат сгради в с. Драгичево и с. Кралев дол, платната на АМ 3 Струма.**

**Само в първите две минути от евентуален пожар , след разкъсване.**

За показател „Последствие“ е приета стойност 15 – (много сериозни последствия като например злополука със смъртен случай, тежко заболяване или възникване на щети в размер от 1 000 000 до 2 000 000 евро). Прогнозно е възможно присъствие на един или двама човека в зоната, застрашена от смъртоносна топлинна радиация, извън границите на населеното място, по земеделски или скотовъдни дейности, туризъм.

За показател „Застрашеност“ е приета стойност 0,5 - много рядко (по-рядко от един път на година). Прогнозно е възможно , а човек, близо извън границите на селото, едновременно с разкъсване на газопровода. До 224 метра.

За показател „Вероятност“ е приета стойност 1 – (невероятно, но дългосрочно погледнато все пак възможно).Прогнозно струйно факелно горене с такава максимална мощ и дължина на пламъка има вероятност за възникване 2,19 х 10 - 4 , тоест два пъти на 10 000 години.

* **Риск = 15 х 0,5 х 1 = 7,5 < 20 = минимален риск**

**За трасе на АМ А-3 ”Струма” и главен път Е-6 , пресичащи трасето–0 м.**

**За сгради в село Драгичево, разположени на 54 метра от трасето.**

За показател „Последствие“ е приета стойност 40 – (много сериозни последствия като например злополука със смъртен случай, тежко заболяване или възникване на щети в размер от 1 000 000 до 2 000 000 евро). Прогнозно е възможно едновременно присъствие до 100 човека в зоната, застрашена от смъртоносна топлинна радиация. Два автобуса по 46 места и няколко леки коли. При тази ситуация , хората не са на открито и няма да получат топлинно облъчване. Независимо от това, за целите на анализа приемаме, стойност 40.

За показател „Застрашеност“ е приета стойност 1 - рядко (един път на година). Прогнозно е възможно съвпадение на два автобуса и няколко леки коли едновременно над месотто на пресичане на автомобилните платна, едновременно с разкъсване на газопровода. До 224 метра.

За показател „Вероятност“ е приета стойност 1 – (невероятно, но дългосрочно погледнато все пак възможно). Прогнозно струйно факелно горене с такава максимална мощ и дължина на пламъка има вероятност за възникване 2,19 х 10 - 4 , тоест два пъти на 10 000 години.

* **Риск = 40 х 1 х 1 = 40**
* **20< 40< 70 = възможна застрашеност - трябва да се предприемат мерки**

Подходящи мерки ще се вземат от проектантите по специалности в съответствие с предложенията в приложение №1.

**Риск за населението при експлозия, взрив.**

Сценарий на рисково събитие, свързани с разхерметизиране на газопровод – разкъсване, образуване на газовъздушен облак и присъствие на мощен източник на топлина-пламък.

**Експлозия в газовъздушния облак**.

Основните опасности при експлозия са летящите предмети, ударната вълна или свръхналягане от експлозия. При експлозия би се получила ударна вълна с повишено налягане. Съгласно софтуера се определят следните зони на поражение в зависимост от налягането във фронта на въздушно ударната вълна:

• I зона – повишеното налягане във фронта на ударната вълна е по-голямо от 200 kPa. В тази зона се очаква смърт при директно въздействие на въздушно ударната вълна, разрушаване на сградите, съоръженията и надземните комуникационни съоръжения;

• II зона – повишеното налягане във фронта на ударната вълна е от 100 до 200 kPa. В тази зона налягането на взривната вълна може да предизвика руптура на тъпанчето, както и смърт при директно въздействие на въздушно ударната вълна.

• III зона – повишеното налягане във фронта на ударната вълна е от 28 до 100 kPa. В тази зона налягането на взривната вълна може да причини косвено нараняване на хората от летящи счупени стъкла, а налягането на ударната вълна може да причини разрушения по фасади на сгради, леки съоръжения и др.

Резултатите от извършените моделирания показват, че само за сценарий разкъсване = гилотинно срязване на тръбата, **налягането във фронта на въздушно ударната вълна не достига стойност 200 kPa.**

Извършените изчисления показват, че максималните стойности на налягането във фронта на въздушно ударната вълна на разстояние 288 метра може да доведе до счупване на стъкла.

Съгласно методиката за оценка на риска, количествената оценка се извършва по формулата: Риск = Последствие х Застрашеност х Вероятност.

За показател Последствие е приета стойност 1 - минимални последствия като например оказване на първа помощ или възникване на щета в размер до 10 000 евро.

За показател Застрашеност е приета стойност 0,5 - много рядко (по-рядко от един път на година).

За показател Вероятност е приета стойност 3 - не би било нормално, но все пак е възможно.

**Риск = 1 х 0,5 х 3 = 1,5 – Минимален риск**

Въз основа на извършения по-горе анализ и разгледаните сценарии на рисково събитие, свързани с разхерметизиране на преносния газопровод може да се обобщи, че тъй като при всички разглеждани варианти за развитие на една авария, свързана с неконтролируемо изтичане на газ, е показан възможно най-лошият сценарий и рискът при него е изчислен като минимален, се счита, че при останалите възможни случаи на аварии свързани с различен размер на нарушенията на газопровода, риск за нанасяне на материални щети или за увреждане на здравето на населението **не съществува извън времетраене от две минути**.

**Въздействие може да има само при стояне на открито на човек до 133 метра при пренос на метан и до 64 метра при пренос на чист водород**. При експлозия на метан и на водород от процесния газопровод не се създава налягане на земната повърхност, способно да разруши или увреди сгради.

Предвид очаквания минимален риск за населението и човешкото здраве, при възникване на рисково събитие, свързано с разхерметизиране на преносния газопровод, включително и по отношение на сградите от населените места.

Изчисленията за риска са направени по **метода CEL или 3F** (метода на трите фактора).

**Съгласно метода** за оценка на риска, количествената оценка на риска се извършва по формулата: Риск = Последствие х Застрашеност х Вероятност.

**За населението и сградите в селата отдалечени от трасето на газопровода на: Стефаново с махала Егреците – 236м, Кралев дол – 117 метра, к**ато показател „Последствие“ е приета стойност 15 – (много сериозни последствия като например злополука със смъртен случай, тежко заболяване или възникване на щети в размер от 1 000 000 до 2 000 000 евро).

За показател „Застрашеност“ е приета стойност 0,5 - много рядко (по-рядко от един път на година).

За показател „Вероятност“ е приета стойност 1 – (невероятно, но дългосрочно погледнато все пак възможно).

* **Риск = 15 х 0,5 х 1 = 7,5 < 20 = минимален риск**

**За трасе на АМ А-3 ”Струма” и главен път Е-6 , пресичащи трасето–0 м.**

**За село Драгичево–54 метра,**

За показател „Последствие“ е приета стойност 40 – (много сериозни последствия като например злополука със смъртен случай, тежко заболяване или възникване на щети в размер от 1 000 000 до 2 000 000 евро).

За показател „Застрашеност“ е приета стойност 1 - рядко (един път на година).

За показател „Вероятност“ е приета стойност 1 – (невероятно, но дългосрочно погледнато все пак възможно).

* **Риск = 40 х 1 х 1 = 40**
* **20< 40< 70 = възможна застрашеност - трябва да се предприемат мерки**

Подходящи мерки ще се вземат от проектантите по специалности в съответствие с предложенията в приложение №1.

**Резултатите от сравнителният анализ по F/N кривите показва, че риска в зоната на преносния газопровода е много под общоприетият.**

**Индивидуалният фатален риск** е **7,74.10-6 при цел, да е под 1.10-4**. Представено в таблица 4.1.и фигура 4.1.

**Групов социален риск за най-близко разположените до газопровода населени места не превишава 1.10-10 , при поставена цел, да е под 1.10 -3.**

Стойностите са оценени съгласно ръководство за количествен анализ на риска (лилава книга).

**ОБОБЩЕНИЕ НА КОЛИЧЕСТВЕНИЯТ АНАЛИЗ НА РИСКА:**

Този анализ представя количествена оценка на риска от аварии за ПРЕНОСЕН ГАЗОПРОВОД ОТ ПИПЕРЕВО ДО ПЕРНИК към проект Повишаване на капацитета за пренос на природен газ в точка на междусистемно свързване Кулата/Сидирокастро в посока от Гърция към България в участъка на територията на Република България.

Оценката на риска е количествена поради:

* големият енергиен потенциал на природния газ и газовите смеси, транспортиран под налягане 54 barg в тръбопровод с диаметър ST DN 500 и със сечение 1,96 m2;
* преминаването на трасето на газопровода покрай инфраструктурни обекти с човешки и индустриален потенциал;
* пресичането на трасето на газопровода с инфраструктурни обекти трасе на АМ А-3 ”Струма”, главен път Е-6, с голям автомобилен поток;
* преминаване на трасето на газопровода в близост до няколко селища - село Стефаново с махала Егреците – 236м., Кралев дол – 117 м., Драгичево-54м.. Пресичания с които представляват близко разположени до него зони с повишена гъстота на населението.

Количествената оценка в този анализ се извършва с използване на статистическа информация за станали нарушения в Европа с различна големина (мащаб) при пренос на природен газ и технически смеси, софтуерно моделиране на последствията от неконтролираното изтичане през нарушенията при различни сценарии на развитие на последващите събития и експертна оценка за границите на разпространение на опасните ефекти и рисковете за населението, сгради и съоръжения.

На основата на данните за метеорологичната обстановка в района на целевия участък и коментариите на опита в други страни, даден в същата част, бяха дефинирани базови и един най-тежък сценария за условията на разпространение на газов облак след нарушение в целевия участък:

-Базов сценарий - най-неблагоприятни метеорологични условия, изразени чрез класа на стабилност на атмосферата и скоростта на вятъра при температура и влажност на въздуха за района; Скорост на вятъра 1,5 м/сек.

-Тежък сценарий - най-неблагоприятните метеорологични условия,

конкретно за района на село Драгичево и пътен възел на АМ А3 ”Струма”, при същите температура и влажност на въздуха, както при базовите сценарии, но при скорост на вятъра 5 м/сек.

Дефинирани са три вида повреди на газопровода, според големината на еквивалентния отвор, през който става неконтролирано аварийно изтичане:

* разкъсване - при гилотиниращо срязване с размер на отвора d равен или по-голям от диаметъра D на тръбата;
* отвор - при площ на отвора с диаметър, равен на 0,1 D от тази на тръбата;
* пробив - при площ на отвора с диаметър, равен на 0,01 D от тази на тръбата.

Направени са изследвания за всички варианти, но са показани само тези, създаващи най-тежки прогнозни увреждания – при пълно разкъсване на газопровод.

Компресираният природен газ, водород и техническите некорозивни газови смеси, **поради естеството си при авария имат потенциал за**:

-Създаване на условия за пожар, експлозия на газовъздушен облак, който може да се възпламени на място, както веднага да формира струен пожар – незабавно факелно горене или изтичане със закъснение, където запалимият облак се възпламенява след време като експлозия).

-Като се има предвид състава на природния газ и други леки, некорозивни газове, транспортирани по газопровода, токсичността не се счита за важен рисков фактор.

Само в зона с радиус до 5 метра от разкъсването е възможно увреждане на хора от вдишване на газ, поради кислороден дефицит. В по-голям радиус газовете се издигат в атмосферата.

-В голямата си част при разхерметизиране изтичащият газ, поради относителното си тегло ще се издигне, разреди във въздуха и аерира в горните слоеве на атмосферата.

-Продължителноста на периодът от време, в който е възможно да се инициира взрив в приземния слой на атмосферата при разкъсване е 3 – 4 минути. След тези минути на разстояние 10 метра от мястото на аварията, няма концентрация на газове и не може да се инициира експлозия. Изтичащият от съоръжението газ се издига в атмосферата близо до точката на изтичане. В приземния слой концентрацията му остава много по-ниска от минималната запалима концентрация.

-Продължителноста на горене на голям факелен пламък, способен да застраши човешки живот е само в първите 3-4 минути. След тези минути на разстояние 200 метра от мястото на аварията няма топлинно лъчение способно да увреди хора и животни. В този случай увреждане от топлинно лъчение в тези 3 минути е възможно на разстояние до 224 m.

**Поради естеството си последствията/физическите ефекти от авария нямат потенциал за:**

-Замърсяване на околната среда. Не могат да замърсят почвата, водни обекти, атмосферния въздух, земните недра или друг компонент на околната среда. Не могат да въздействатвърху зоните от мрежата Натура 2000 поради следното:

- При нормални условия природният газ/водородът и смесите им са по-леки от въздуха.

- Природният газ/водородът нямат токсично действие, при изпускане бързо се издигат в атмосферата поради ниската си плътност, смесват се с въздуха и не се биоакумулират.

* За възникване на пожар е необходимо първо разхерметизиране /разкъсване/ на тръбопровода с изпускане на газ, който да бъде възпламенен от източник на възпламеняване, разположен в непосредствена близост. Поради това вероятността от настъпване на пожар е двадесет и четири пъти по-малка, в сравнение с тази за разхерметизиране на тръбопровода и дисперсия във въздуха.Изгарянето на метан/ водород не води до отделяне на токсични газове. Отделят се атмосферните газове СО2 и Н2О .
* Въздействие върху животински видове и местообитания, фауна и флора не се очаква при експлозия.
* В превантивната устройствена зона по трасето има на няколко места съществуващи единични сгради и постройки, вилни сгради, животновъдни постройки и други стопански сгради. Поради ограниченият брой хора в и около тях, както и спазване на действащото законодателство те не са разгледани в този анализ.

При обобщаване на направените в разделите изводи и заключения, можем да направим следните изводи:

Зоните на въздействие при авария, които определят рисковете за човешкото здраве и за околната среда са най-големи при разхерметизиране от вид „разкъсване“.

За **метан** те са:

Струен пламък с максимална дължина 53 м., създаващ опасно топлинно лъчение на 133 метра от 10 kW/m2. За първите две минути от пожара.

Експлозия - не е възможно разрушаване и повреди на сгради. Възможно е счупване на стъкла до 120 метра.

За **водород** те са:

Струен пламък с максимална дължина 28 м. създаващ опасно топлинно лъчение на 64 метра от 10 kW/m2.

Експлозия - не е възможно разрушаване и повреди на сгради. Възможно е счупване на стъкла до 288 метра.

Смърт при експозиция над 60 секунди е възможно в резултат от топлинна радиация, – на 64 m. За първите две минути от пожара.

Размекване на пластмасови тръби и други пластмасови съоръжения и арматура - на 180 m. от факела.

Интензитет на топлинната енергия 35 kW/m2, при който е възможно запалване на сгради, не се достига в резултат от пожар при авария.

Както е обяснено в дефинициите на видовете горене, експлозията и обикновено продължава с факелно (струйно) горене, с **което вероятността за поява на факелно горене в целевия участък нараства до 2.19.10-4 yr-1. Извънредно рядко, не би било нормално, но все пак е възможно.**

Причините за разхерметизиране на газопровода и режимите на повреди на тръбопроводите по време на тяхната експлоатация са:

* Корозия, както вътрешна, така и външна. Особено внимание е редно да се обърне на окрехкостяването на основния метал и заваръчните шевове от водородните атоми
* Механични повреди, повреди на покритието тръбопровода и фитингите.
* Работни повреди, като свръхналягане. Не сработване на аварийна арматура.
* Международни враждебни действия срещу тръбопровода, като саботаж и вандализъм.
* Злополука или инцидентно действие срещу тръбопровода, обикновено под формата на физически удар от механични инструменти.
* Природни рискове като непрогнозирани потъване или повдигане на земни маси, ерозия и речна ерозия.
* -От проектантите са взети технически мерки за намаляване вероятността от възникване на тези нерутинни събития, както и мерки за редуциране на въздействието в случай на настъпването им.

Никъде по протежението на проектираните 52425 метра газопровод няма в близост до 1000 метра предприятия, обекти или сгради в които да работят постоянно или присъстват над 100 човека.

Сградите разположени на по-малко от 100 метра от трасето на газопровода са единични за населените места. Рискът при тези случаи е индивидуален. Следващите сгради по дистанция са на над 200 метра.

Преминаващият по съседно трасе подземен преносен газопровод не може да окаже въздействие върху проектираният преносен газопровод, както и обратното. Разстоянието между тях във вертикална посока е минимално 0,5 метра. Земната маса на насипа над газопроводите е с дебелина от 1,0м.-1,20 метра. Тя защитава съоръжения в продължение на над 6 часа от всякакво пламъчно въздействие.

От практиката, този и други нормативни документи заключаваме, че всеки един от подземните газопроводи е защитен от всякаква експлозия на газовъздушен облак и от всякакво пламъчно въздействие, произтичащо от съседният газопровод.

Трасето на преносния газопровода не пресича друг съществуващ газопровод

Преминаващите по съседни трасета подземни газопроводи не могат да окажат въздействие един върху друг. Не могат да предизвикат „домино“ ефект от проектираният преносен газопровод, както и обратното поради:

-Топлоизолиращата земна маса на насипа над газопроводите при факелно горене;

-Продължителност на силно пламъчно горене от 3-4 минути при разкъсване на единият газопровод. За това време стоманата на другият няма да промени свойствата си.Поради голямата си топлоемкост и дебелина на стената над 10 мм.

-Плътното полагане в изкопа по утвърдена технология;

-Формирането на ударна вълна от газовъздушна смес се създава само в открито пространство – над земната повърхност;

-Механичните свойства на стоманения газопровод на преносния газопровод в тези зони, заложени при проектиране в тази зона. Дебелина на стената. Дебелина на защитният кожух;

-Предложените технически решения посочени в приложение №1 на този анализ.

Гореописаните факти и съждания ни давам основание да заключим, че

**Рискът от въздействие между два пресичащи се или успоредни газопровода е нисък.**

Данните от софтуерното изследване с продукта Алоха се използват, както в крайната оценка на риска, така и за анализа на опасностите и потенциалните последици за хора, сгради и съоръжения по фактори на въздействие на инциденти в обекта на оценката, включително при целевия участък – пресичане на газопровода в км. 54,500, с платната и мостовото съоръжение на АМ А-3 ”Струма” и Главен път E-6в участък с дължина 1 km.

Всички други видове бедствия, катастрофи и аварии, описани в закона за защита при бедствия /ЗЗБ/ не могат да окажат вредно въздействие или до мултиплицират ефекта на възникнала голяма авария в газовите съоръжения на преносния газопровода. Поради естествени природни причини или безопасна дистанция, както и предприети мерки за безопасност при проектирането на съоръженията по трасето.

**Индивидуалният фатален риск за цялата индустрия в България се колебае около 2.10-4 смъртни случая/човек.година.**

**Индивидуалният фатален риск за проектираното трасе на преносния газопровод е 6,5.10-6 смъртни случая/човек.година.**

При подбор на материалите и арматурата за техническите смеси с водород, е необходимо да се предвиди възможната крекинг корозия – междукристална и транскристална. Местната корозия може да се прояви и под формата на намаляване на дебелината на тръбите по цялата периферия или по част от нея. Процентното присъствие на водород в газовите смеси е определящ фактор за тези процеси.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разкъсване на газопровода е най-тежката му възможна повреда.

**Нито една от опасностите за здравето и живота на хора при дисперсия, факелно горене, експлозия в разпространяващия се газов облак при най-тежка авария и при най-неблагоприятни метеорологични условия, не достига с опасни стойности сградите на най-близките населени места – с. Стефаново с махала Егреците, Кралев дол – 117 м., Драгичево-54м. Пресичания с платната на АМ А-3 ”Струма”, главен път Е-6.**

При пресичането на трасето на газопровода с АМ А3 ”Струма” и гл. Път Е-6, рискът е със стойност **40 ≥ 20** = **възможна застрашеност - трябва да се предприемат мерки.**

При преминаването покрай населеното място Драгичево рискът е със стойност **40 ≥ 20** = **възможна застрашеност - трябва да се предприемат мерки.**

При преминаването покрай населените места **–** с. Стефаново с махала Егреците, Кралев дол, – всички извън максималната зона на въздействие на топлинна радияция от 133 м., трасето на газопровода създава риск със стойност **7,5 < 20 = минимален риск.**

Оцененото състояние на риска в този проект е резултат от приложение на следните **начини за неговото управление**:

* намаляване на обема и времето за съществуване на газов облак от изтичащия газ, чрез ограничаване на обема на газа в целевия участък от тръбопровода;
* разделяне на източника на аварийно изтичане от потенциалните обекти на опазване, чрез увеличаване на разстоянието между трасето на тръбопровода и тези обекти;
* инженерни (технически) решения за редуциране на вероятността от неконтролирано изтичане, чрез: коефициента на безопасност заложен в дебелината на стената на тръбопровода, дебелината и дължината на защитните кожуси при преминаване под инфрастректурни обекти – автомагистрала, железопътна линия, главен амтомобилен път.
* Скоростта на реакция на отсекателите, ограничаващи целевия участък при затваряне и отказ;
* Процедури - по-често тестване на отсекателите на целевия участък и около него, за намаляване на вероятността за отказ при повреда на тръбопровода в целевия участък, както и оглед на трасето за диагностиране на пробив, докато бъде намерено инженерно решение за откриването му.
* Добри Европейски технологични и технически практики на EGIG по оглед на газопроводи по време на експлоатация.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

Във връзка с настъпилите и очаквани климатични промени и прогнозираните при тях екстремни явления: Горещини, студ, проливни валежи и наводнения, снеговалежи, гръмотевични валежи и градушки, които могат да предизвикат редица повреди и щети по новоизградената инфраструктура е необходимо да се предвидят допълнителни мерки. Очаква се увеличение честотата на:

• Обледеняване на наземните инсталации;

• Повреди и/или прекъсвания на електрозахранването и оптичната свързаност на системата;

• Щети от наводнения и свлачища по отделните елементи на инвестиционното предложение."

**С цел адаптация на проекта към описаните по-горе и за минимализиране на очаквано увеличение от екстремни метеорологични явления в проекта са предвидени следните мерки:**

**Препоръки при проектирането във фаза техниически проект.**

За намаляне на риска от преминаване на газопровода в близост до населени места и инфраструктурни обекти е препоръчително да се проектират следните технически решения , за повишаване на безопасността и допълнително снижаване на риска:

1. Допълнително изчисляване и залагане на утежнители на изтласкващата сила срещу изплуване при премиване под реки и потоци, язовири.

Преходите през малки водни прегради (с широчина по повърхността на водата до 30 m) - реки и канали се предвиждат по открит способ с траншея, при това дълбочината на газопровода в подрусловата част е не по-малко от 0,5 m по-ниско от прогнозируемото ниво.

Устойчивостта на тръбопровода против изплуване на участъците, с възможно наводняване се осигурява чрез баластровка със затежнители.

Изчислението на баластровката за праволинейния участък на тръбопровода ST DN 500 е увеличена и показана.

Изчисленото разстояние между затежнителите е L=2,20 m.

2. Изчисляване на дебелината на стената на защитния кожух

Съгласно Наредбата за устройството и безопасна експлоатация на преносните и

разпределителни газопроводи, на съоръженията, инсталациите и уредите за природен газ - защитния кожух е с диаметър най-малко 200mm по-голям от номиналния диаметър на газопровода.

Приет защитен кожух - L360NB PSL1 с изолация от полиетилен висока плътност (PEHD) клас В3 и дебелина не по-малко от 3,5 mm съгласно БДС EN ISO 21809-1 (ISO 21809-1).

Строителството на преходи под автомобилни пътища се предвижда подземно с дълбочина до върха на защитния кожух не по-малко от: 1.4 m от покритието на автомобилен път; 0.5 m от дъното на канавка.

Автомобилните пътища се пресичат чрез хоризонтално сондиране със защитен кожух, на един от краищата на който се монтира вентилационна свещ с височина 5 m. Изтеглянето на газопровода в кожуха се извършва със закрепени опорно-направляващи устройства (пръстени).

Херметизирането на краищата на кожуха се осъществява с гумени или полимерни маншети. Всички детайли на опорните устройства и крайните уплътнения са заводски изготвени.

**За всяко пресичане на газопровода с асфалтови пътища е разработена отделна проектна документация**.

Преходите през полски пътища се осъществяват по открит способ с изкопаване и последващо възстановяване, без кожух, с минимална дълбочина на полагане на тръбата -1,5 m под полските пътища.

• При припокриване на зоната за превантивна устройствена защита (с ширина 200 m от двете страни на оста на газопровода и неговите съоръжения) на газопровода с устройствени зони, определящи рамката за развитие на инвестиционни предложения за строителство на обекти подлежащи на здравна защита да се предвиди газопроводът да бъде изпълнен с дълбочина на полагане на 1,3 m, мерена до горния образуващ ръб на тръбата и Клас 4 (съгласно изискванията на чл. 13 и чл. 14 от Наредба за устройството и безопасната експлоатация на преносните и разпределителните газопроводи и на съоръженията, инсталациите и уредите за природен газ).

3. Промяна на коефициент на проектиране. Съгласно член 13 от НАРЕДБА за устройството и безопасната експлоатация на преносните и разпределителните газопроводи и на съоръженията, инсталациите и уредите за природен газ (Наредба по чл.200, ал.1 от Закона за енергетиката) преносният газопровод е клас 1.Определен коефициент на проектиране F=0,72. Най-отговорните участъци на преносния газопровод ST DN 500 при крановите възли са предвидени с коефициент на проектиране F=0,6, a очистното устройство e предвидено с коефициент на проектиране F=0,5. Преходи под дерета, асфалтови пътища, съществуващи подземни комуникации са предвидени с коефициент на проектиране F=0,6.

4. Линейната част на преносния газопровод с работно налягане 5,4 мPa от началната точка до крайната точка ще се изпълни с тръби Ø500.

Тръбите, с които ще се изгради участъка са стоманени, правошевни ST DN 500от материал L450MЕ (X65MЕ по AP5L) или БДС EN ISO 3183 с изолация от полиетилен висока плътност (PEHD) клас В3 и дебелина не по-малко от 4,2 mm съгласно БДС EN ISO 21809-1 и с вътрешно, заводски нанесено епоксидно покритие съгласно БДС EN 10301 с дебелина на сухия слой не по - малка от 75 µm и трябва да отговарят на следните изисквания:

• тръбите, използвани за пресичания (пътища, реки и др.) и за направа на студеноогънати колена да бъдат с дебелина на стената, съответстваща и отговаряща на изискванията за клас на газопровода на съответните наредби и нормативни документи и в съответствие с предписаните изисквания в работния проект;

• тръбите за изграждане на защитните кожуси при пресичане на съоръжения на пътната инфраструктура да са от вид и с дебелина на стената съгласно проектантското решение и изработени по БДС ЕN ISO 3183:2020, с ниво на спецификация PSL1.

• всички тръби и фасонни части за линейната част се предвиждат със заводски нанесено външно изолационно антикорозионно покритие клас В3 и дебелина не по-малко от 4,2 mm съгласно БДС EN ISO 21809-1 и с вътрешно, заводски нанесено епоксидно покритие съгласно БДС EN 10301 с дебелина на сухия слой не по - малка от 75 µm;

• заваръчните съединения да се изолират с термосвиваеми маншони или чрез система от изолационно покритие отговарящо на изискванията на стандарт EN 5068 за система С-50.

5. При наклонено насоченото сондиране на река, върху тръбата ще се положи допълнителна епоксидна защитна обвивка върху вече изолираната тръба. Системата е проектирана, за да служи като механична защита на антикорозионна изолация от PE или PP. Всички тръби и фасонни части за линейната част се предвиждат със заводски нанесено външно антикорозионно покритие. Заваръчните съединения се изолират с термосвиваеми маншони.

6. Като специфичен рисков фактор (заплаха) за този вид тръбопроводи с пренос на водород под налягане, се счита водородната крехкост на метала. Водородните атоми могат да доведат до окрехкостяване на основния метал и заваръчните шевове. Това от своя страна е възможно да предизвиква деградация на механичните свойства на метала, което е основна заплаха за цялостта на засегнатото оборудване и инфраструктура.

Поради тази причина, освен известните фактори засегнати в т. 8 в оценката на риска, считам, че следва да се разгледа и описаната по-горе предпоставка, отнасяща се към използваните материали, оборудване и мерки, което като краен резултат да се отрази в последствие и в начините за управление на риска.

По гореизложеното съществуват релевантни текстове на БДС EN 1594 и ASME B31.12.

При експлоатация на газопроводите, пренасяли технически смеси на газове и водород е редно да се увеличи честотота на огледите на вътрешните повърхности с интелигентно бутало. За откриване на корозии в начален стадий.

7. Пресичането на Въздушни електропроводи (ВЛ) от преносния газопровод става в места, където са спазени нормативните отстояния от стълбове за ВЛ – въздушни линии ВЕЛ – въздушни електропроводни линии, а ъгълът на пресичане на трасето на далекопроводите от ВЛ с новопроектирания преносен газопровод е близък до 90 градуса.

8. Пресичането с подземни газопроводи е минимализирано при това трасе.

9. Пресичанията на естествени и инфраструктурни препятствия, реки, пътиша , магистрала , ЖП линии се извършва съгласно установените мерки за безопасност и под ъгъл близък до 90 градуса. С това се намалява риска от деформации и увреждания при евентуални събития.

Проектант:

/ инж. Лазарин Ранчев /