

**ИЗСЛЕДВАНЕ НА РИСКА ПРИ ТРАНСПОРТИРАНЕ И ПРЕХВЪРЛЯНЕ НА ХЛОР В  
ХЛОРАТОРНО ОТДЕЛЕНИЕ НА ПРЕЧИСТВАТЕЛНА СТАНЦИЯ ЗА ПИТЕЙНИ  
ВОДИ ПРИ ЯЗОВИР „КАМЧИЯ”**

**Петранка Пипева, Пламена Атанасова, Сабина Недкова, Златка Ганева**  
*Университет „Проф. Д-р Асен Златаров”, Бургас 8000, бул. „Проф. Яким Якимов” I  
Факултет по Технически Науки,  
e-mail: sabina\_nedkova@abv.bg*

**STUDY OF RISK IN TRANSPORT AND TRANSFER OF CHLORINE IN CHLORINE  
DEPARTMENT FOR TREATMENT OF DRINKING WATER AT THE DAM  
„КАМЧИЯ”**

**Petranka Pipeva, Plamena Atanasova, Sabina Nedkova, Zlatka Ganeva**  
*University” Prof. d-r Assen Zlatarov”, Burgas 8000, IProf. Yakim Yakimov Blvd.  
Faculty of Technical Sciences,  
e-mail: sabina\_nedkova@abv.bg*

**ABSTRACT**

In recent years, the practice shows that the likelihood of accidents, happening during transportation of chlorine is possible at any time. This is due to several facts: chlorine belongs to the so called strong poisonous substances which have strong toxic characteristics or ability in small quantities to strike the living organisms, it has high reactivity, and also is used in many industries .

Depending on the amount, accidents with chlorine can be severe. In Bulgaria had been registered several accidents most famous of which are: accident with 50-ton tank with chlorine in May 1972 in Neftochim - Bourgas as a result of which there are two victims, gassed people in a bus, placed on the way of poisonous cloud, economic loss; leakage of chlorine in Plovdiv in 2008. in which three people were injured; gassing of people around the neighborhood in Chiprovtsi in 2009 from the chlorination department of drinking water central etc.

In order to prevent these accidents is necessary to study and manager the risks causing them. The purpose of this report is to explore and assess the risk of transport and transfer of chlorine in chlorinating unit and identify measures to minimize it. For this purpose are identified the main dangers of the process are identified as well as the potential sources of danger leading to adverse events, chemical outbreak of infection with chlorine in case of accident is created, in which the predicted depths and widths areas of chemical contamination in the different states of the atmosphere.

*Key words: risk assessment, hazard identification, scenario, chlorine*

Рискът присъства във всички човешки дейности и се свързва главно с опазването на околната среда, здравето и безопасността на хората. В света в който живеем, не съществува понятие като абсолютна безопасност и нито една област от човешката дейност не е гарантирана напълно от съответния риск [1]. В България са регистрирани няколко аварии с хлор, по мащабните от които са: аварията с 50 тонна цистерна с хлор през май 1972 г. в Нефтохим – Бургас в резултат на която има четири жертви, обгазени хора в автобус, попаднал на пътя на отровния облак и стопански загуби; изтичане на хлор в Пловдив през 2008 г., при която са пострадали трима души; обгазяване на квартал в гр.Чипровци през 2009г. от хлораторното отделение на ВиК и др. Това налага да се вземат ефективни мерки, с цел да се ограничат до минимум възможните вредни последствия за човека и околната среда, които могат да възникнат по време на нормалната работа на дадена система. Това означава рискът да бъде управляван, т.е. трябва да бъде добре анализиран и оценен.

Нормативната уредба за оценка на риска в Република България [2,3] изисква да се идентифицират опасностите, да се предвидят съответните организационни и технологични бариери с цел предотвратяване и минимизиране на риска.

Хлорът е първото бойно отровно вещество - има висока токсичност и реактивоспособност. От бойно отровно вещество към настоящия момент е промишлено силнодействащо отровно вещество, което е намерило широко приложение в редица отрасли, включително и за обеззаразяване на води. В зависимост от количеството на отделеното вещество, аварията с хлор могат да бъдат с висока степен на тежест - да водят до човешки жертви и до различни по мащаб материални загуби.

През последните години, практиката показва, че авария е възможна във всеки един момент при транспортирането и прехвърлянето на хлор. Целта на настоящата работа е да изследва критично събитие - разлив на хлор, което може да бъде реализирано в процеса на транспортирането и прехвърлянето на втечен хлор, използван като дезинфектант в пречиствателна станция за питейни води при язовир „Камчия“ (обл. Бургаска).

Разгледан е сценарий, свързан с разлив на 800 m<sup>3</sup> хлор, от цистерна в резултат на спукан тръпобровод. За оценка на химическото огнище на заразяване е използван софтуер на фирмата CAMEO-ALOHA. Софтуерният продукт ни дава възможност да моделираме зоните на химическо зарязване и да се планират мерки за защита на населението. <http://www2.epa.gov/cameo/aloha-software>.

#### **Физико-химични характеристики и поразяващо действие на хлора**

Хлорът се транспортира под формата на втечен газ (-34,1°C и налягане 1-1,2 МПа) с плътност 1,44 mg/m<sup>3</sup>, за който при разлив е характерно явлението мигновено изпарение. Парите, се смесват с въздуха, образувайки токсични облаци с жълтозелен цвят. Под въздействието на метеорологичните условия, те се разпространяват в околното пространство, като дълбочината на проникване се определя от количеството му, скоростта на вятъра, вертикалната устойчивост на атмосферата, релеф и т.н. [5,6].

Течният хлор се превозва в специални цистерни под налягане от 1 МПа. Съдовете се запълват с хлор до 80 % от обема им. Преди пълненето се отчита остатъчното налягане в цистерната. Транспортирането на цистерните с течен хлор изисква строго спазване на предписанията за транспортиране на отровни вещества и правилника за контрол и надзор.

#### **Общи данни за язовир „Камчия“**

Язовир „Камчия“ е изграден през 1973 г. по поречието на р. Луда Камчия в източната част на Стара планина. Той има общ завирен обем - 233,5 млн.m<sup>3</sup> и площ: 9,6 km<sup>2</sup>. Пречиствателната станция за питейни води (ПСПВ) „Камчия“ се намира на 12 км след село Прилеп на пътя Бургас - Шумен. Въведена е в експлоатация през 1978 година. Водите от язовир „Камчия“ се пречистват чрез утаяване с коагулация, филтрация и дезинфекция с хлор. Пречистената вода отговаря на стандарта за питейна вода, съгласно Наредба № 9 от 16.03.2001 за качеството на питейната вода [7]. В пречиствателната станция на язовир Камчия продуктът се доставя в цистерни от по 400 m<sup>3</sup> или 800 m<sup>3</sup>. Към станцията има разтоварно отделение, централна сграда, хлораторно отделение, ежектори, аварийни служебни квартири и охранителен пункт.

#### **Аварии на хлораторното отделение**

Крупни производствени аварии на територията на пречиствателната инсталация до момента не са ставали. След разговори с персонала става ясно, че са възниквали различни инциденти, свързани с недоглеждане при работа с телфера в резултат на което се изплъзва въжетото. Има също така и случай на пробив в следствие на корозия на резервоара за

съхранение на хлор, в резултат на което на площадката се разлива хлор и се обгазва с хлорни пари. Пострадал обслужващ персонал няма.

### Теоретични данни

При производствени аварии с промишлени отровни вещества, които заразяват въздуха се създават зони на химическо замърсяване. Под зона на химическо замърсяване се разбира територията на която вследствие на авария се е разпръснало промишленото отровно вещество и неговите пари са създали условия за поражения на хора, селскостопански животни, почви и растения и др. С помощта на използваната програма ALOHA са определени т.нар AEGL зони [8]. За продължителността на дадена експозиция, има три зони AEGL, всяка от които съответства на определен рисков потенциал на последиците за здравето.

AEGL-3 е зоната, съответстваща на необратими-летални концентрации за населението. На картата се оцветява в червено.

AEGL-2 е зоната, съответстваща на концентрации, свързани с медицински поражения-необратими или сериозни, дълготрайни неблагоприятни последици за здравето на населението. На картата се оцветява в оранжево.

AEGL-1 е зоната, съответстваща на концентрации на сериозен дискомфорт и дразнене. Ефектът от действието е обратим след прекратяване на експозицията. На картата се оцветява в жълто.

### Експеримент

С помощта на софтуер ALOHA се моделира Химическо огнище на заразяване. Направена е оценка на химическата обстановка, която възниква след авария със скъсан тръбопровод, при което в околната среда изтича  $800 \text{ m}^3$  хлор. Определени са трите зони на влияние на концентрациите на хлора върху околната среда и населението при следните изходни данни.

Местоположение: Пречиствателна станция на язовир Камчия с координати:  $42.88^\circ$  с. ш.  $26.92^\circ$  и. д.

Начало на аварията: 5 Август 2014, 11:40 часа местно време

Продължителност на експозицията: 60 минути

**Зона AEGL-1**, концентрация на хлор 0.5 ppm причинява дразнене (60 min);

**Зона AEGL-2**, концентрация на хлор 2 ppm причинява сериозни проблеми (60 min);

**Зона AEGL-3**, концентрация на хлор 20 ppm причинява смърт (60 min);

Хлора е в течна фаза, в цистерната се съхранява при температура от  $-34.0^\circ \text{C}$  и налягане в цистерната: 1MPa

Атмосферни данни

Вятър: 3 m/sec, азимут  $15^\circ$  (североизточен вятър)

Разлив на закрито – гъсто залесен горист район в местността около с.Прилеп, без облачно. Температура на въздуха:  $30^\circ \text{C}$ , слънчево. Средна степен на инверсия-почти няма смесване на въздушните слоеве на 0,5m и на 2m от земната повърхност. Влажност: 50%

Данни за източника:

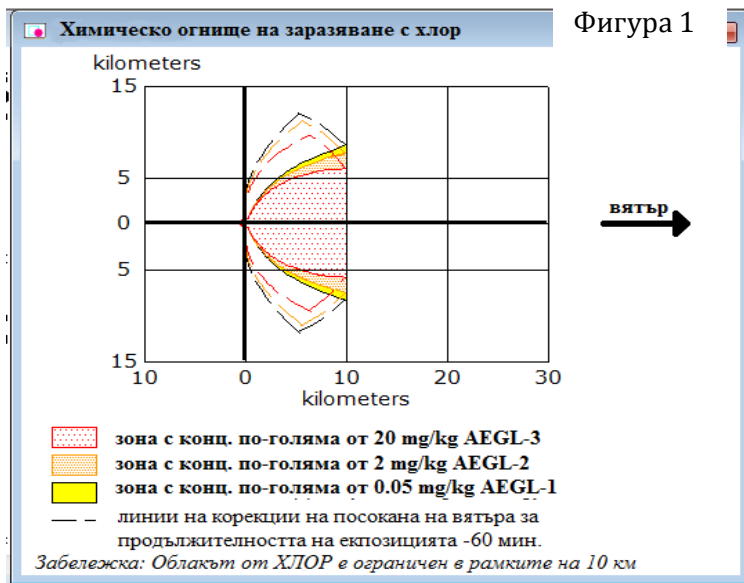
Директен източник: обем  $800 \text{ m}^3$  -1,15 t

Скорост на изливане: 19,2 kg/min

За 60 минути ще бъде разлято цялото количество хлор

На фигура 1 е показана графичната презентация на химическото огнище на заразяване получена чрез софтуер ALOHA, при въвеждането на горе изброените условия.

Трите AEGL зони са оцветени съответно в червено, оранжево и жълто. Програмния продукт ограничава дължината на зоната в рамките на 10 км.



Фигура 1

На фигури 2 и 3, химическото огнище на заразяване е насложено на картата в местността на язовир Камчия.

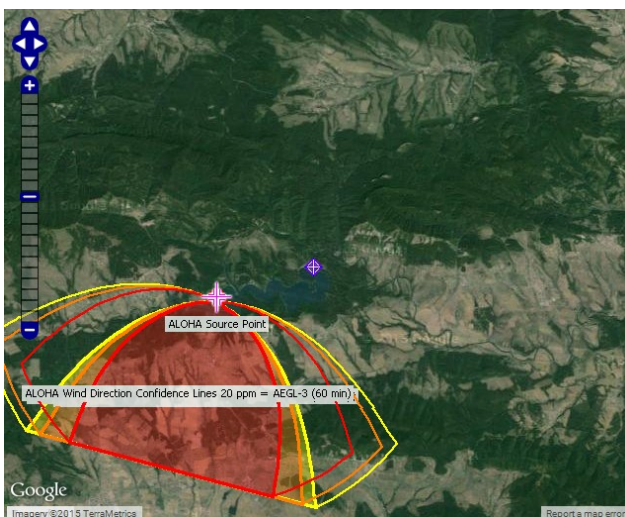
**Извод:** При североизточен вятър с азимут  $15^\circ$  и разлив на 1,15 t. зоната на летални поражения-AEGL-3, ще има ширина от близо 10 км. От фиг.3 е видно, че в тази зона ще попаднат изцяло селата Подвис и Есен, както и част от землището на селата Лозарево и Балабанчево. В зона AEGL-1, където хората ще бъдат засегнати, но не сериозно от хлора попадат още и селата Костен, Манолич и Велислав. Това доказва високата степен на опасност на

моделираното от нас критично събитие, което е предпоставка за взимането на мерки по превенцията и опазване здравето и живота на населението в района.

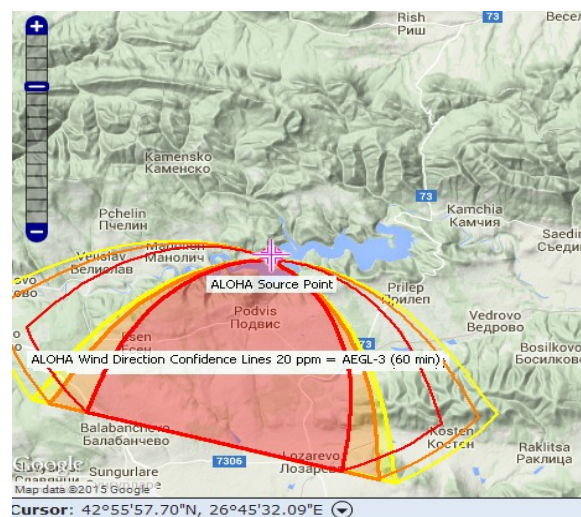
В тази връзка с цел минимизиране на пораженията върху населението и околната среда е необходимо:

- Да се изгради автоматична система за оповестяване на населението в посочените населени места;
- Да бъдат задействани планове за разсредоточване и евакуация на населението.
- Да се създаде система, която да позволи създаването на водни завеси, чрез които да се минимизира дълбочината на разпространение на парите на отровния облак.
- Да се организира персонала на станцията периодично да преминава обучение по ликвидиране на последици от разливи и работа със системата за водни завеси.

Последният метод се е доказал в практиката и позволява да се ограничи разпространението в границите, или не далеч от границите на станцията.



Фигура 2. Сателитна снимка на района



Фигура 3. Топографска снимка

Авторите благодарят на Фонд Научни Изследвания при Университет "Проф. д-р Асен Златаров", Бургас за финансовото съдействие при разработване на статията.

**Литература**

1. Баларт, Д., Толерантност към риска, Изд. Литература, София, 1994.
2. Драганов, Хр., В. Илиев, К. Каменов, Управление на риска във фирмата, Изд. ПБ при вфси, Свищов, 1993.
3. Драголов, Д., Ст. Стефанов, М. Колев, К. Костоудинов, Д. Нешкова, Защита на населението от аварии и природни бедствия и опазване на околната среда, УИ „Св. св. Кирил и Методий“, Велико Търново, 2007.
4. Перийон П., Метод за организация, систематизиране и анализ на риска, Методично ръководство, TEMPUS JEP 02154, 1994.
5. Ценев Ил., Ръководство за управление и оценка на риска при работа, Изд. Ескарго 90, София, 2000.
6. Strab E., Risk Management zwischen illusion und Realitat, Zeitschrift fur die gesamte Versicherungswissenschaft, Н., 2003.
7. Наредба № 9 от 16.03.2001 г. за качеството на водата, предназначена за питейно-битови цели, изм., бр. 15 от 21.02.2012 г., в сила от 21.02.2012 г.
8. <http://www2.epa.gov/cameo/aloha-software>