

# Opasnosti od tehničko-tehnološkog akcidenta u rashladnim postrojenjima prehrambene industrije

---

**Orabović, Dalibor**

**Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:345533>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-14**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel sigurnosti i zaštite  
Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Dalibor Orabović

Opasnosti od tehničko – tehnološkog akcidenta u rashladnim  
postrojenjima prehrambene industrije

Završni rad

Karlovac, 2015.

Veleučilište u Karlovcu

Odjel sigurnosti i zaštite  
Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Završni zadatak

Student: Dalibor Orabović

Matični broj: 0420412027

Naslov završnog rada: Opasnosti od tehničko – tehnološkog akcidenta u rashladnim postrojenjima prehrambene industrije

Opis zadatka:

1. Uvod
2. Zakoni, Pravilnici i norme vezane za ovu problematiku
3. Mogući uzroci iznenadnog događaja
4. Sigurnosna pitanja i problemi rashladnih sustava prehrambenih industrija
5. Amonijak, fizikalno kemijske karakteristike
6. Izvedba i način djelovanja amonijaka u rashladnom sustavu
7. Postupak i mjere za uklanjanje i ublažavanje neposrednih posljedica izazvanih iznenadnim događajem
8. Sredstva i oprema koja se koristi pri intervenciji
9. Zaključak

Zadatak zadan:

09/2014.

Rok predaje:

02/2015.

Datum obrane rada:

18.02.2015.

Mentor:

Davor Kalem, pred.

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

dr.sc. Zlatko Jurac, prof v.š.

Član ispitnog povjerenstva:

mr.sc. Snježana Kirin, v.predavač

## Predgovor

Zahvaljujem se mentoru Davoru Kalemu na stručnoj podršci, strpljenju, pomoći i vodstvu tijekom izrade ovog završnog rada.

Zahvaljujem se djelatnicima Gavrilović d.o.o., posebno stručnom osoblju RJ Energetika – rashladni uređaji, Direktor Mladenu Kirinu i Voditelju Zoranu Bednašu na informacijama i podacima za izradu Završnog rada.

Zahvaljujem se profesorima i kolegama Veleučilišta u Karlovcu , bez kojih bi studiranje bilo mnogo teže.

Zahvaljujem se svojoj obitelji i svima koji su mi na bilo koji način pomogli i pružili podršku.

Svima veliko HVALA!

## SAŽETAK

U suvremenom društvu ljudi su okruženi mnogim industrijskim postrojenjima na kojima uslijed havarije, požara ili eksplozije može doći do tehničko-tehnološkog akcidenta, koji može ugroziti ljude nastanjene kako u neposrednoj okolini samog postrojenja, tako i stanovnike nastanjene na većoj udaljenosti. Pored direktnog ugrožavanja ljudi javljaju se i indirektni efekti tehničko-tehnološkog akcidenta, koji mogu biti mnogo opasniji od direktnih efekata. Ovi indirektni efekti ispoljavaju se prije svega iz uništene i zagađene životne sredine, dugotrajni su i često dovode do bolesti i smrti velikog broja ljudi.

Suvremeni način života i okruženje u kojem živimo izlažu nas brojnim opasnostima i rizicima. Neželjene posljedice koje nam donosi razvoj i unapređenje tehnologije, nameću potrebu sustavne zaštite, koja time postaje iznimno značajno područje ljudskog djelovanja.

Ukoliko navedenome pridodamo alarmantnu ugroženost eko-sustava o kojemu ovisi i sudbina čitavog života na Zemlji, uistinu je nužno s posebnom pažnjom pratiti i razvijati sve oblike zaštite. Uz očuvanje okoliša sigurnost je jedan od najviših interesa čovječanstva, a podrazumijeva djelotvornu i trajnu zaštitu stanovništva i radništva, zraka, tla, voda i mora, klime, biljnog i životinjskog svijeta.

Ključne riječi: akcident, opasne tvari, postrojenje, sigurnost, zaštitna sredstva.

## **SUMMARY**

In modern society, people are surrounded by many industrial plants where due to damage , fire or explosion may occur technical and technological accidents , which can endanger people residing both in the immediate vicinity of the plant , and residents residing at a greater distance . In addition to the direct threat to the people there are also indirect effects technical and technological accidents , which can be much more dangerous than direct effects . These indirect effects are manifested primarily from destroyed and polluted environment , are long and often lead to illness and death of many people .

Modern life and the environment we live in exposing us numerous dangers and risks . Unintended consequences that brings the development and improvement of technology , impose the need for systematic protection , which thus becomes an extremely important area of human activity .

If the above are added to the alarming vulnerability of ecosystems on which depends the fate of all life on Earth , indeed , it is necessary to pay special attention to track and develop all forms of protection . With environmental security is one of the highest interests of humanity , and implies an effective and permanent protection of the population and labor , air, soil , water and sea , climate , flora and fauna .

**Key words:** accident, dangerous substances, plant, safety, protective equipment.

# SADRŽAJ:

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. ZAKONI , PRAVILNICI I NORME VEZANI ZA OVU PROBLEMATIKU.....</b>	<b>8</b>
<b>3. MOGUĆI UZROCI IZNENADNOG DOGAĐAJA.....</b>	<b>12</b>
3.1. Prirodni uzroci.....	12
3.1.1. Potresi.....	12
3.1.1.1. Uzročnici nastanka i vrste potresa.....	12
3.1.2. Poplave.....	18
3.1.3. Udar groma.....	20
3.1.4. Požari na otvorenom prostoru.....	20
3.1.4.1. Uzroci požara otvorenog prostora.....	21
3.2. Antropogeni uzroci.....	22
3.2.1. Tehničko – tehnološki uzroci istjecanja amonijaka.....	25
3.2.2. Prometne nesreće.....	25
3.2.3. Ratne aktivnosti.....	25
3.2.4. Terorizam.....	26
<b>4. SIGURNOSNA PITANJA I PROBLEMI RASHLADNIH SUSTAVA     PREHRAMBENIH INDUSTRIJA.....</b>	<b>29</b>
<b>5. AMONIЈAK, FIZIKALNO KEMIJSKE KARAKTERISTIKE.....</b>	<b>31</b>
5.1. Značenje oznaka opasnosti (za amonijak).....	32
5.2. Značenje oznaka upozorenja (za amonijak).....	34
5.3. Značenje oznaka obavijesti.....	35
5.4. Učinci na okoliš.....	37
<b>6. IZVEDBA I NAČIN DJELOVANJA AMONIЈAKA U RASHLADNOM SUSTAVU</b>	<b>41</b>
<b>7. POSTUPAK I MJERE ZA UKLANJANJE I UBLAŽAVANJE NEPOSREDNIH     POSLJEDICA IZAZVANIH IZNENADNIM DOGAĐAJEM.....</b>	<b>42</b>
7.1. Redovne mjere održavanja i preventive unutar tvornice.....	43
7.2. Podjela preventivnih mjera.....	44
7.2.1. Preventivne akcije koje bi znatno i trajno umanjile mogućnost nesreće zbog trovanja amonijakom.....	45
7.2.1.1. Zamjena amonijaka drugim sredstvom.....	45
7.2.1.2. Izgradnja sustava odzračivanja amonijaka.....	46
7.2.1.3. Sustav obaranja amonijaka iz zraka vezanjem na vodu.....	46

7.2.1.4. Sadnja zaštitnog pojasa zelenila.....	47
7.3. Priprema.....	47
7.3.1. Pripreme u okviru tvornice.....	47
7.3.1.1. Edukacija djelatnika.....	47
7.3.1.2. Vježbe.....	48
7.3.1.3. Oprema.....	51
7.3.2. Pripreme lokalne zajednice.....	51
7.3.2.1. Edukacija stanovništva.....	51
7.4. Upozoravanje.....	51
7.4.1. Nekontrolirano istjecanje većih količina amonijaka.....	51
7.4.1.1. Uočavanje istjecanja i razlikovanja dva slučaja.....	51
7.4.1.2. Uzbunjivanje zaposlenih i stanovništva.....	56
7.4.1.3. Dojava o prijetnji od vanjskih službi.....	56
7.5. Pripravnost, mobilizacija (aktiviranje) operativnih snaga.....	57
7.5.1. Opis interventne ekipe i opremljenost.....	57
7.5.2. Djelovanje interventne ekipe.....	58
7.5.3. Djelovanje drugih službi i zaposlenika.....	59
7.6. Mjere zaštite i spašavanja.....	60
7.6.1. Mjere zaštite i spašavanja u krugu tvornice za slučaj nekontroliranog ispuštanja amonijaka.....	60
7.6.1.1. Evakuacija, spašavanje i pružanje prve pomoći.....	60
7.6.2. Mjere zaštite i spašavanja izvan kruga tvornice za slučaj nekontroliranog istjecanja amonijaka.....	61
<b>8. SREDSTVA I OPREMA KOJA SE KORISTE PRI INTERVENCIJI.....</b>	<b>62</b>
8.1. Sredstva i oprema za zaštitu organa za disanje.....	62
8.1.1. Cijevne maske.....	63
8.1.2. Maske i polu maske s kemijskim filtrima.....	66
8.1.2.1. Osnovna pravila upotrebe zaštitnih maski s filtrima.....	67
8.1.3. Izolacijski uređaji.....	71
8.2. Sredstva za zaštitu tijela.....	73
<b>9. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>75</b>
<b>10. LITERATURA.....</b>	<b>77</b>



# 1. UVOD

Sve nezgode, nesreće, događaji ili akcidenti koji nastaju uslijed ljudskih aktivnosti namjerom, nesmotrenošću ili nepažnjom prilikom rada u industriji i industrijskim postrojenjima svrstavaju se u tehničko-tehnološko ugrožavanje sigurnosti.

Uobičajeno je da se ugrožavanje sigurnosti, ljudi, materijalnih dobara i životne sredine, prema izvoru nastanka, razvrstava u:

- *prirodne (elementarne)* opasnosti i nesreće, koje se dijele na litosferske – seizmološke (zemljotresi), atmosferske (vjetar, grad), hidrosferske (poplave, lavine) i biosferske (suše),
- *tehničko-tehnološke opasnosti* koje se manifestiraju kroz pojavu različitih vrsta zračenja, kemijske kontaminacije i udesi u kemijskoj industriji, požari, prometne nezgode i nesreće na radu,
- *ratne opasnosti i nesreće* koje se manifestiraju kao oružana djelovanja sa kopna, zraka i mora, odnosno prirodne i tehničko tehnološke nesreće izazvane ratnim djelovanjima ili terorističkim aktima.

Završni rad treba ukazati na opasnosti od tehničko – tehnoloških akcidenta u postrojenjima prehrambene industrije koje bi mogle imati utjecaja na zaposlenike, stanovništvo, materijalna i kulturna dobra te na okoliš.

Biti će obrađena procjena opsega opasnosti od tehničko-tehnološke nesreće sa posljedicom nekontroliranog istjecanja amonijaka, utvrđene mjere zaštite i određeni načini postupanja u slučaju akcidenta bez obzira na način nastanka (uslijed akcidenta ili u slučaju požara i tehnoloških eksplozija uzrokovanih terorističkim djelovanjem ) tj. :

- utvrđivanje i procjena opsega opasnosti od tehničko – tehnološke nesreće u postrojenju prehrambene industrije sa posljedicom nekontroliranog istjecanja amonijaka,
- utvrđivanje mjera zaštite,
- određivanje načina postupanja, potrebnih sredstva i opreme za intervenciju spasilačkih i interventnih ekipa u slučaju izvanrednog događaja praćenog istjecanjem većih količina amonijaka uzrokovanog tehničko – tehnološkom nesrećom.

Povijest tehničko-tehnoloških katastrofa počinje s industrijalizacijom društva. Rastom broja industrijskih postrojenja, energetskih postrojenja i prometa opasnim tvarima pojavile su se i nesreće s katastrofalnim učincima za ljude, materijalna sredstva i okoliš. Informacije o tehničko-tehnološkim katastrofama postale su dostupne tek demokratizacijom ljudske zajednice.

**Tablica 1:** Pregled tehničko-tehnoloških nesreća<sup>1</sup>

Godina	Mjesto/Država	Uzrok	Opasna tvar	Mrtvi/Ozljeđeni/Evak.
1970.	Osaka/Japan	eksplozija	plin	92/-/-
1974.	Flixborogh/Engleska	eksplozija	cikloheksan	23/104/3 000
1976.	Seveso/Italija	propuštanje	dioksin	-/193/730
1976.	Houston/SAD	promet	amonijak	6/178/-
1978.	Los Alfagues	promet	propilen	216/200/-
1979.	Bremen/Njemačka	eksplozija	brašno	14/27/-
1979.	Mississauga/Kanada	želj.promet	klor, UNP	-/-/250
1980.	SainLaurent/Franc.	reaktor	radijacija	
1984.	San Juanico/Meksiko	eksplozija	UNP	600/7000/-
1984.	Bhopal/Indija	propuštanje	metilizocijanit	>2500/<10000/>300000
1986.	Černobilj/Ukrajina	reaktor	radijacija	15-30 tis./3,4 mil.čie imati posljedice, 100 000 reseljeno
1989.	Vandellos/Španjolska	reaktor	radijacija	
1989.	Exxon Valdez/Aljaska	havarija broda	sirova nafta	
1989.	Ufa/Rusija	eks. plinovoda	prirodni plin	645/-/-
1999.	Tokaimura/Japan	prerada urana	radijacija	
2002.	Prestige/Španjolska	havarija broda	diesel gorivo	
2003.	Chongging/Kina	propuštanje	plin	234/-/>70000
2005.	Helsingborg/Švedska	izlijevanje	sumporna kis.	-/11/-

Takve informacije su se krile od svjetske javnosti, pogotovo u državama „istočnog bloka” jer su se smatrale sramotom društveno političkog uređenja i bile su kontrolirane od državnog vrha. Zbog navedenog u ovom prikazu tehničko-tehnoloških katastrofa osim černobilske, nema drugih podataka s toga prostora.

Posebna pažnja mora se posvetiti havarijama koje imaju za posljedicu izlijevanje ili propuštanje amonijaka koji zbog svojih fizikalnih, kemijskih i drugih svojstava i uskladištenih količina te količina u rashladnim postrojenjima predstavlja najveću opasnost. Amonijak<sup>2</sup> je plin oštrog i nadražujućeg mirisa i vrlo topljiv u vodi. Po količinama koje se proizvedu i nalaze u prometu, amonijak predstavlja jednu od najzastupljenijih kemijskih tvari. Primjena amonijaka kao rashladne radne tvari započela je sredinom 19. stoljeća. Do danas ova radna tvar se pokazala najboljim rješenjem za industrijske rashladne sustave. U kombinaciji s iznimno povoljnim termodinamičkim svojstvima amonijak je korisna i ekološki prihvatljiva

<sup>1</sup> Izvor: Čvrak, B. i dr. : EKO- terorizam.-Zagreb:INA,1995.

<sup>2</sup> Amonijak je spoj dušika i vodika formule NH<sub>3</sub>. Pri normalnoj temperaturi i tlaku amonijak je bezbojan plin, oštra, karakteristična mirisa, lakši od zraka, lako topljiv u vodi. Toksičan je i korozivan prema pojedinim materijalima.

radna tvar. Međutim, zbog toksičnosti, zapaljivosti i kompatibilnosti sa drugim tvarima amonijačna postrojenja su obuhvaćena strogom pravnom regulativom. Time je osigurano da sigurnost ovakvih postrojenja nije dovedena u pitanje. Amonijak posjeduje i komercijalno povoljna svojstva: dostupan je u velikim količinama i niske je cijene. Nadalje, uz stroge sigurnosne standarde koji su nužni za primjenu, ova tvar je idealna za velike sustave, prehrambenu industriju, pivovare i drugo<sup>3</sup>. Amonijak je uz sumpornu kiselinu najvažniji produkt kemijske industrije. Sirovine za ovu sintezu su jeftine i praktički neiscrpive budući da se dušik dobiva iz zraka, a vodik iz prirodnog plina. Miješanjem dušika i vodika u volumnom omjeru 1:3 dobije se sintezni plin iz kojeg se proizvodi amonijak.

U Republici Hrvatskoj, upravo zbog velikih količina koje se proizvedu i velikog skladišnog kapaciteta, prepoznat je kao opasna tvar s mogućim katastrofalnim učinkom najvećih razmjera. Da bismo dočarali učinke nesreća sa amonijakom, opisano je nekoliko iz kojih je vidljivo o kakvoj potencijalno opasnosti se radi kada dođe do akcidenta na postrojenju za amonijak.

Crete, Nabraska, SAD 1969.

Tri su cisterne stajale na kolosijeku. Vlak koji je prolazio uz njih iskliznuo je iz tračnica i ošteti jednu iz koje je isteklo 76 tona amonijaka. Oblak koji se je formirao pri tlu pokrio je veliku površinu. Radilo se o polu naseljenom području. Smrtno je stradalo 9, a ozlijeđeno je 53 osobe, od toga 28 teško.

Potchefstroom, Južna Afrika 1973.

Proboj amonijaka iz spremnika pod tlakom od 6,5 bara. Isteklo oko 38 tona amonijaka. Oblak je bio visine 20 m, a u najvećoj razvojnoj fazi imao je dužinu oko 400 m i širinu 300 metara. Smrtno je stradalo 18, a ozlijeđeno je 65 osoba.

Houston, Texas, SAD 1976.

Auto cisterna sletjela u provaliju kraj autoceste. Trenutno se oslobodilo 19 tona amonijaka. Formirao se oblak visine 30 m i vukao se sporo preko dva sata. Poginulo je 5, a ozlijeđeno 178 osoba.

---

<sup>3</sup> Izvor: Cooling Info 1-2012- Danfoss, Amonijak – prirodan izbor za postojeće i buduće rashladne sustave: Dostupno na: <http://www.danfoss.com>, Pristupio: 2014-12-22.

Glen Ellyn, Illinois, SAD 1976.

U sudaru vlakova iz cisterne je isteklo 51,5 tona amonijaka koji je trenutno ispario. U roku od 16 sati evakuirano je 3 000 stanovnika.

Conway, Kansas, SAD 1976.

Prilikom pucanja cjevovoda pod tlakom od 83 bara, isteklo je u roku od 30 minuta 230 tona amonijaka. Oblak je bio vidljiv do udaljenosti oko 800 metara, a iritirao je oči i nos na udaljenosti od 6 kilometara. Dvije osobe su ozlijeđene.

Hutchinson, Kansas, 1976.

Pucanje cjevovoda zbog velikog tlaka (100 bara). U trajanju od nekoliko sati isteklo oko 360 tona amonijaka. Oblak se vukao prizemno. Evakuirano je 200 osoba, a nekolicini je pružena i liječnička pomoć.

Pensacola, Florida, SAD 1977.

Prilikom iskliznuća vlaka došlo je do prevrtanja vagon-cisterni. Jedna cisterna se oštetila i iz nje je isteklo 40 tona amonijaka. Oblak je bio visok 37 metara i dug 9 milja, vidljiv čak i na radaru kontrole leta u blizini. Situacija je stavljena pod nadzor nakon tri sata.

Jonova, Litva, 1989.

U tvornici mineralnih gnojiva „Azotas”. Trenutno se razlilo 7 000 tona bezvodnog amonijaka, pri čemu je došlo do požara i formiranja prizemnog otrovnog oblaka. Oblak se protegao do 35 km i zahvatio površinu od 400 km<sup>2</sup>. Na udaljenosti od 5 km oblak je bio visok 100 m, na 10 km 400 m, a na 20 kilometru dosezao je visinu od 800 m. U nesreći je smrtno stradalo 7, a ozlijeđeno 57 ljudi. Evakuirano je 32 000 ljudi jer su prilike to dozvoljavale, jer je grad Jonova 12 km udaljen od tvornice.<sup>4</sup>

Šangaj, Kina, 2008.

Najmanje 15 osoba je izgubilo život, a 26 je ozlijeđeno u istjecanju tekućeg amonijaka u jednoj tvornici u Šangaju.

---

<sup>4</sup> Čavrak, B. (1993). Akcidenti s amonijakom u svijetu i Republici Hrvatskoj do danas, *Zbornik radova sa savjetovanja Amonijak-proizvodnja, uporaba, skladištenje, rad na siguran način*, Zagreb, str. 134 - 142

Za područje Republike Hrvatske navest ćemo nekoliko primjera iz nedavne povijesti:

Kutina, Hrvatska, 1998.

U Petrokemiji d.d. dana 27. 08. 1998. dojavljeno je ispuštanje amonijaka kod spremnika na sekciji 37. Došlo je do proboja na brtvi poklopca filtera na cjevovodu. Procijenjeno je da je isteklo oko 3 tone amonijaka. Amonijak je bio zagrijan na 20 stupnjeva i pod tlakom od 20 bara. Odmah je formirao oblak bez lokve. Za obaranje oblaka korištena su dvojica vatrogasna vozila i četiri pokretna bacača vode iz sastava PVP Petrokemije te kao pomoć jedno vozilo gradske vatrogasne postrojbe iz sastava MUP-a. Poduzetim mjerama amonijačni je oblak znatno smanjen i držan pod kontrolom čitavo vrijeme trajanja incidenta.

Rovinj, Hrvatska, 2008.

Iz hladnjače rovinjske tvornice za preradbu ribe "Mirna" došlo do istjecanja amonijaka, pet osoba je zatražilo liječničku pomoć. Liječničku pomoć su zatražili skladištar tvornice, dvojica policajaca koji su osiguravali mjesto događaja te dvije slučajne prolaznice.<sup>5</sup>

Zadar, Hrvatska, 2009.

U zadarski Županijski centar 112, stigla je dojava da se u zadarskoj tvornici Adria, jedna osoba otrovala amonijakom. Do trovanja jednog zaposlenika tvornice je došlo zbog propuštanja ventila, prilikom remonta u postrojenju. Nije bilo opasnosti za druge radnike u tvornici, kao ni onečišćenja zraka.<sup>6</sup>

Koprivnica, Hrvatska, 2009.

U tvornici Podravka u Koprivnici došlo je do istjecanja amonijaka u postrojenju za proizvodnju mesnih konzervi, ali kvar je brzo otklonjen tako da je puštena tek manja količina potencijalno opasnog amonijaka. Nakon dojava u tvornicu su stigli vatrogasci koji su odmah evakuirali radnike, puknula je membrana na ventilu cjevovoda.<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> Izvor: Iz rovinjske tvornice istjecao amonijak, *Dostupno na:* <http://www.index.hr>, *Pristupio:* 2014-10-15.

<sup>6</sup> Izvor: U zadarskoj tvornici Adria radnik otrovan amonijakom, *Dostupno na:* <http://www.index.hr>, *Pristupio:* 2014-10-15.

<sup>7</sup> Izvor: U Podravki curio amonijak, vatrogasci evakuirali radnike, *Dostupno na:* <http://www.index.hr>, *Pristupio:* 2014-10-15.

Varaždin, Hrvatska, 2011.

U krugu tvornice Vindija u Varaždinu došlo je do istjecanja amonijaka. Utvrđeno je da je došlo do kvara na sustavu hlađenja trajnih proizvoda. Vatrogasci su ostali na mjestu događaja kako bi ohladili rezervoare s amonijakom te poduzeli radnje oko smanjenja koncentracije amonijaka u prostoriji postrojenja. Tijekom intervencije evakuiran je dio radnika u proizvodnim procesu gdje se dogodio kvar. Dva radnika Vindije zatražila su liječničku pomoć zbog pečenja u očima i smetnji kod disanja. Nakon pregleda obavljenog u OB Varaždin pušteni su kućama. Prema podacima dobivenih od hitne medicinske pomoći Varaždin niti jedan građanin nije zatražio pomoć zbog ozljeda ili zdravstvenih tegoba nastalih djelovanjem amonijaka.<sup>8</sup>

Čaporice, Hrvatska, 2011.

Pet radnika iz pogona za preradu ribe u mjestu Čaporice kod Trilja zatražilo je liječničku pomoć nakon što je tijekom servisiranja uređaja došlo do ispuštanja amonijaka. Na mjesto događaja sat nakon curenja amonijaka došli su i sinjski vatrogasci koji su tada izmjerili malu koncentraciju koja nije opasna za zdravlje.<sup>9</sup>

Virovitica, Hrvatska, 2011.

U Virovitici se prevrnula cisterna s 23,7 tona 25-postotnog amonijaka. Prema prvim informacijama, amonijev hidroksid u malim količinama je istjecao iz cisterne, priopćila je Državna uprava za zaštitu i spašavanje. Iz Zavoda za toksikologiju i antidoping preporučeno je da se ekipe koje se nalaze na mjestu događaja smjeste 50-ak metara uz vjetar te da se vodenim sprejem obaraju razvijene pare amonijaka. Okolnom stanovništvu preporučeno je da idućih nekoliko dana ne obavlja teže fizičke poslove i bude blizu liječnika jer je moguće razvijanje edema pluća.<sup>10</sup>

Zagreb, Hrvatska, 2011.

Nakon što su se građani požalili na jak smrad kod tvornice Kraša, utvrđeno je da je prilikom redovnih poslova održavanja centralne rashladne stanice došlo do istjecanja manje

---

<sup>8</sup> Izvor: Curio amonijak iz Vindijine tvornice, *Dostupno na:www.index.hr,Pristupio:2014-10-15.*

<sup>9</sup> Izvor: Curio amonijak iz tvornice za preradu ribe, *Dostupno na:www.index.hr,Pristupio:2014-10-15.*

<sup>10</sup> Izvor: Prevrnula se cisterna sa 23,7 tona amonijaka, građani sigurni, *Dostupno na : www.vecernji.hr, Pristupio:2014-10-11.*

količine amonijaka iz rashladnog sustava. Na teren su odmah izašli djelatnici Ureda za upravljanje hitnim situacijama Grada Zagreba i inspektorica zaštite okoliša. Opasnosti za ljude nije bilo.<sup>11</sup>

Varaždin, Hrvatska, 2012.

U pogonu industrije mesa Koka u Varaždinu došlo je do istjecanja amonijaka. Tehnički kvar je uzrokovao istjecanje, a tijekom jutra u varaždinsku bolnicu su pristizali zaposlenici Koke s općim simptomima trovanja. Kako navodi policija, očividom kojem su prisustvovali inspektori zaštite okoliša i zaštite na radu, utvrđeno je da je u pogonu pakirnice mesa došlo do istjecanja amonijaka iz unutarnje jedinice klima uređaja za hlađenje prostorije i to zbog mehaničkog kvara na spiralnom dijelu uređaja kroz koji prolazi amonijak. Po uočavanju kvara, svi zaposlenici su napustili pogon. Uz navedena tri djelatnika, u Općoj bolnici Varaždin naknadno je medicinsku pomoć zatražilo još šest njih. Na teren je upućena i vatrogasna ekipa sa specijalnim vozilom za hitne situacije.<sup>12</sup>

Zagreb, Hrvatska, 2013.

Prema dojavu iz centra 112, u pogonu tvornice Ledo d.d. dogodio se incident ispuštanja amonijaka zbog kvara na ventilu u sustavu.<sup>13</sup>

Zagreb, Hrvatska, 2014.

U krugu bivše tvornice Zagrepčanka u Heinzellovoj ulici došlo je do istjecanja amonijaka, a mjesto curenja raspršenom vodom, tzv. maglom, polijevali su vatrogasci kako se plin ne bi širio, izvjestio je zagrebački Ured za upravljanje u hitnim situacijama. Na intervenciju su izašla tri vatrogasna vozila i to zapovjedno, navalno i kemijsko. Izmjerena koncentracija amonijaka bila je ispod maksimalno dozvoljene koncentracije stoga nije predstavljala opasnost za građanstvo.<sup>14</sup>

---

<sup>11</sup> Izvor: Amonijak istjecao iz postrojenja Kraša, nije bilo opasnosti , *Dostupno na:*www.nacional.hr, *Pristupio:*2014-10-11.

<sup>12</sup> Izvor: Devet radnica Koke u Varaždinu otrovalo se amonijakom , *Dostupno na:*www.index.hr, *Pristupio:*2014-10-11.

<sup>13</sup> Izvor: U Ledu iscurio amonijak, u tijeku, sanacija *Dostupno na:*www.poslovnih.hr, *Pristupio:*2014-10-11.

<sup>14</sup> Izvor: Iz bivše tvornice u Heinzellovoj curi amonijak, *Dostupno na:*www.jutarnji.hr, *Pristupio:*2014-10-11.

## **2. ZAKONI, PRAVILNICI I NORME VEZANE ZA OVU PROBLEMATIKU**

Uz problem akcidentnih situacija u postrojenjima tvornica koja imaju opasne tvari vezan je niz Zakona, Pravilnika, Uredbi, Normi iz područja zaštitne na radu, zaštite od požara i zaštite okoliša.

Lista zakona, pravilnika i drugih propisa:

- 1. Ustav Republike Hrvatske (NN 05/14)*
- 2. Kazneni zakon ( NN 144/12 )*
- 3. Zakon o zaštiti na radu (N.N. br. 71/14)*
- 4. Zakon o zaštiti od požara (N.N. br. 92/10)*
- 5. Pravilnik o poslovima s posebnim uvjetima rada (N.N. br. 5/84)*
- 6. Pravilnik o poslovima na kojima radnik može raditi samo nakon prethodnog i redovnog utvrđivanja zdravstvene sposobnosti (N.N. br. 70/10)*
- 7. Pravilnik za utvrđivanje opće i posebne sposobnosti radnika i sposobnosti za obavljanje poslova s posebnim uvjetima rada (N.N. br. 3/84 i 55/85)*
- 8. Pravilnik o pružanju prve pomoći radnicima na radu (N.N. br. 56/83)*
- 9. Pravilnik o ispitivanju radnog okoliša te strojeva i uređaja s povećanim opasnostima (N.N. br. 114/02, 131/02 i 126/03)*
- 10. Pravilnik o listi strojeva i uređaja s povećanim opasnostima (N.N. br. 47/02)*
- 11. Pravilnik o evidenciji, ispravama, izvještajima i knjizi nadzora iz područja zaštite na radu (N.N. br. 52/84)*
- 12. Pravilnik o sigurnosti i zdravlju radnika pri uporabi radne opreme (N.N. br. 21/08)*
- 13. Pravilnik o uporabi osobnih zaštitnih sredstava (N.N. br. 39/06)*
- 14. Pravilnik o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti kemijskim tvarima na radu (N.N. br. 155/08)*
- 15. Pravilnik o graničnim vrijednostima izloženosti opasnim tvarima pri radu i o biološkim graničnim vrijednostima (N.N. br. 13/09)*
- 16. Pravilnik o vatrogasnim aparatima (N.N. br. 101/11 i 74/13)*
- 17. Pravilnik o programu i načinu osposobljavanja pučanstva za provedbu preventivnih mjera zaštite od požara, gašenje požara i spašavanje ljudi i imovine ugrožene požarom (N.N. br. 61/94)*
- 18. Zakon o zaštiti okoliša NN 80/13*
- 19. Plan intervencija u zaštiti okoliša NN 82/99, 86/99, 12/01*
- 20. Pravilnik o registru postrojenja u kojima je utvrđena prisutnost opasnih tvari i o očevidniku prijavljenih velikih nesreća NN 113/08*



21. Uredba o sprječavanju velikih nesreća koje uključuju opasne tvari NN 44/14

22. Zakon o zaštiti ispašavanju 38/09.

Svako suvremeno društvo je, u manjoj ili većoj mjeri stalno ugroženo, i zavisno od svog karaktera proglašava vrijednosti koje su osnovne za njegov razvoj i opstanak samim tim što ih posebno štiti. To su, naročito, ustavni poredak, teritorijalni integritet i, prema stupnju demokratičnosti datog sistema, osobna sigurnost i slobode i prava čovjeka i građana. Te vrijednosti se, u manjoj ili većoj mjeri, ugrožavaju različitim kolektivnim i pojedinačnim, organiziranim i spontanim aktima i zbog toga se posebno štite sistemom preventivnih krivičnihopravnih, administrativnih i drugih mjera i aktivnosti.

Odredbama **Ustava Republike Hrvatske** iz glave III. usvajaju se najviše međunarodnopravne standarde o zaštita ljudskih prava i temeljnih sloboda, kako su utvrđeni u dokumentima UN-a i Vijeća Europe. Slobode i prava mogu se ograničiti samo zakonom da bi se zaštitila sloboda i prava drugih ljudi te pravni poredak, javni moral i zdravlje. Svako ograničenje slobode ili prava mora biti razmjerno naravi potrebe za ograničenjem u svakom pojedinom slučaju. Tko se ogriješi o odredbe Ustava o temeljnim slobodama i pravima čovjeka i građanina, osobno je odgovoran i ne može se opravdati višim nalogom. Svako ljudsko biće ima pravo na život i nema smrtne kazne. Čovjekova je sloboda i osobnost nepovrediva te se nikomu ne smije oduzeti ili ograničiti sloboda, osim kada je to određeno zakonom, o čemu odlučuje sud.

**Kaznenim Zakonom R. Hrvatske<sup>15</sup>**, nizom točaka propisana je ( kaznena ) odgovornost za postupke uzrokovane akcidentnim situacijama, posebno u Glavi XX, Kaznena djela protiv okoliša, Onečišćenje okoliša, člancima 193., 197., 214.

U Glavi XXI Kaznena djela protiv opće sigurnosti, člancima 215., 216., 217., 218., 220. i 222.

Donošenjem **Pravilnika o metodologiji za izradu procjena ugroženosti i planova zaštite i spašavanja<sup>16</sup>**, stvorena je obveza gospodarskim subjektima i jedinicama lokalne i područne samouprave, kao i Državnoj upravi za izradu planova odgovarajuće razine u području zaštite i spašavanja. Ovim Pravilnikom propisuje se metodologija za izradu procjena ugroženosti stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara, nositelji izrade, sudionici u izradi te postupak izrade i donošenja Procjena; metodologija za izradu planova zaštite i spašavanja,

---

<sup>15</sup> Kazneni Zakon Republike Hrvatske ( NN 142/12.)

<sup>16</sup> Pravilnik o metodologiji za izradu procjena ugroženosti i planova zaštite i spašavanja (NN 30/14.)

izrada operativnih planova zaštite i spašavanja, operativnih planova civilne zaštite i vanjskih planova za djelovanje operativnih snaga zaštite i spašavanja u slučaju nastanka prirodnih i tehničko – tehnoloških nesreća koje mogu izazvati katastrofe i velike nesreće te od ratnih razaranja i posljedica terorizma; kao i nadležnost Državne uprave za zaštitu i spašavanje u planiranju djelovanja operativnih snaga zaštite i spašavanja u Republici Hrvatskoj.

**Uredba o sprječavanju velikih nesreća koje uključuju opasne tvari**<sup>17</sup>, uređuje se popis vrsta opasnih tvari koje su prisutne u postrojenjima, a koje mogu uzrokovati veliku nesreću, ili mogu nastati prilikom velike nesreće; način utvrđivanja količina opasnih tvari i dopuštene količine, te kriteriji prema kojima se te tvari klasificiraju kao opasne. Uredbom se određuju posebne obveze operatera u poduzimanju mjera za sprječavanje velikih nesreća, obveze u slučaju značajne promjene u postrojenju, obveze u slučaju velike nesreće, postupak i obveze u slučaju velike nesreće s prekograničnim učincima, obveze smanjivanja posljedica velike nesreće, te drugi uvjeti i mjere za sprječavanje velikih nesreća u skladu s međunarodno priznatim standardima i propisima; način podnošenja te obvezni sadržaj obavijesti. Uredbom se određuje sadržaj i način vođenja očevidnika o tvrtkama i njihovim postrojenjima koja mogu uzrokovati nesreće s domino efektom.

**Plan intervencija u zaštiti okoliša**<sup>18</sup> usklađen je s Direktivom Vijeća Europske unije broj 2012/18/EU i Konvencijom o prekograničnim učincima industrijskih nesreća (Narodne novine broj 7/99 Međunarodni ugovori), a odnosi se na moguće nesreće ili izvanredne događaje koji mogu ugroziti okoliš, te izazvati opasnost za život i zdravlje ljudi.

Rad u uvjetima rata i ratnih opasnosti uređen je **Planom obrane**. Evakuacija i spašavanje definirana je **Zakonom o zaštiti na radu**<sup>19</sup>. Zakon definira osnovne obaveze glede evakuacije i spašavanja u tvrtkama. Poslodavac je dužan osposobiti jednu osobu na svakih 20 zaposlenika za provođenje evakuacije i spašavanja te joj staviti na raspolaganje svu potrebnu opremu. Također je obavezan provoditi redovite vježbe evakuacije i spašavanja najmanje jednom svake dvije godine prema izrađenom planu evakuacije. Također Zakonom o Zaštiti na radu propisana je obveza poslodavca da u skladu s procjenom rizika, stanjem zaštite na radu i brojem radnika ugovori obavljanje poslove zaštite na radu.

---

<sup>17</sup> Uredba o sprječavanju velikih nesreća koje uključuju opasne tvari ( NN 44/14.)

<sup>18</sup> Plan intervencija u zaštiti okoliša (NN 12/01.)

<sup>19</sup> Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14.)

Danas se u svijetu koriste različiti modeli upravljanja rizicima (sigurnošću), kako na lokalnoj razini tako i u industrijskim postrojenjima. Preventivna zaštita rashladnih postrojenja prehrambenih industrija od tehničko-tehnoloških nesreća temelji se na dva prihvaćena i implementirana sustava. **Sustava upravljanja kvalitetom (HRN ISO 9001:2000)** i **Sustava upravljanja okolišem (HRN ISO 14001:2009)**. Što to znači za sigurnost procesa, dovoljno govori to što su sustavi bazirani na upravljanju procesima, njihovoj kontroli i stalnom poboljšanju. Znači potrebno je definirati opće i posebne ciljeve, izraditi odgovarajuće planove aktivnosti na realizaciji definiranih ciljeva, kontrolirati ostvarivanje ciljeva sukladno sa zadanim rokovima i postupcima te stalno poboljšavati sustav sigurnosti procesa. Na temeljnim načelima ova dva sustava i njima kompatibilnog sustava OHSAS 18001:2007, Sustav za upravljanje i kontrolu zaštite na radu i zaštite zdravlja zaposlenika, zaštite od požara i zaštite osoba i imovine izgrađen je sustav upravljanja sigurnošću s posebnim akcentom na funkcioniranju sustava zaštite i spašavanja u izvanrednim okolnostima kemijskih incidenata, požara ili eksplozija, kao i uvjeta rada u kriznim situacijama iskazane otvorene prijetnje.

Sve što je vezano za opasne tvari u industriji u nadležnosti je Ministarstva zaštite okoliša i prirode, a otrovi u nadležnosti Ministarstva zdravlja – Hrvatski zavod za toksikologiju i antidoping.

Republika Hrvatska je potpisnica raznih međunarodnih konvencija koje uređuju ovo područje i problematiku a samim time proizlazi i obveza njihove primjene. Svi propisi i konvencije zahtjevaju isto , a to je poduzimanje mjera za sprečavanje iznenadnog događaja, zaštita ljudi, životinja i okoliša, spašavanje ljudi i životinja, te sanacija posljedica u okolišu nakon nastalog događaja.

### 3. MOGUĆI UZROCI IZNENADNOG DOGAĐAJA

Mogući uzroci istjecanja amonijaka iz rashladnog sustava tvornice u osnovi su:

- prirodni,
- antropogeni.

#### 3.1. Prirodni uzroci

Prirodne ugroze u ovom završnom radu navesti ćemo samo informativno, jer prema dosadašnjim iskustvima one nisu imale znatan utjecaj, nisu uzrokovale ljudske žrtve, a nisu imala za posljedicu niti veća materijalna razaranja i gubitke.

Prirodni uzroci mogućih oštećenja rashladnog sustava su slijedeći:

- potresi,
- poplave,
- udar groma,
- požari na otvorenom.<sup>20</sup>

##### 3.1.1. Potresi

Potres je iznenadno i kratkotrajno vibriranje tla, tj. Zemljine kore kao rezultat dinamičkog otpuštanja elastične energije napreznja koje emitira seizmičke valove.

##### 3.1.1.1 Uzročnici nastanka i vrste potresa

Nanesu li se na geografsku kartu epicentri potresa uočava se da se gotovo svi potresi događaju u dva uska pojasa kojima je, kao lancem, opasana zemaljska kugla. Prvi pojas velike seizmičke aktivnosti nazvan je "Cirkumpacifički" (naziva se i "Krug vatre") jer gotovo potpuno obrubljuje Pacifik. Proteže se od Novog Zelanda preko otočja Karmandec, Tonga, Samoa i Filipina na Japan, zahvaća Kamčatku, Aleute, Aljasku, Male i Valike Antile i čitavu zapadnu obalu Sjeverne i Južne Amerike. Od ukupne količine energije oslobođene potresima na taj pojas otpada 80%. Drugi pojas je "Meditranski". Proteže se od Kanarskih otoka preko Gibraltara, Sredozemnog mora, Apeninskog i Balkanskog poluotoka na Malu

---

<sup>20</sup> Izvor : Branimir Molak, Upravljanje u krizama, 2007.

Pehar, R. (2010). *Evakuacija*, Zagreb : ZIRS.

Javorović, B. (2002). *Defendologija*, Zagreb: IPROZ.

Kulišić, D. (2010.) O smanjenju rizika od katastrofa u industriji i transportu opasnih tvari, *Zbornik radova Hrvatska platforma za smanjenje rizika od katastrofa*, Zagreb, lipanj 2010., str. 126-131.

Aziju, Kavkaz, Armensko gorje, Iransku visoravan i Pamir, gdje se dijeli na dva kraka od kojih se jedan proteže prema Tien Shanu, a drugi, glavniji, preko Himalaje na Indoneziju i Molučke otoke.

Na taj pojas otpada 15% potresima oslobođene energije. Na preostali dio Zemlje otpada 5% i tu su potresi općenito rijetki i slabi.

Kao dio mediteransko - tranzicijskog pojasa gotovo čitavo područje Republike Hrvatske odlikuje se izraženom seizmičkom aktivnošću. To poglavito vrijedi za priobalno područje i sjeverozapadni dio, a posebice za južnu Dalmaciju. Značajka prostorne razdiobe seizmičke aktivnosti jest koncentracija potresa u pojedinim užim područjima ili zonama. U priobalnom dijelu, gledajući od sjeverozapada prema jugoistoku uočava se markantna zona od granice sa Slavonijom do južno od Senja. U području Velebita do Bukovice seizmička aktivnost manje je prisutna. Dalje prema jugoistoku, uz manje prekide poglavito između Šibenika i Splita, nastavlja se zona izrazite seizmičke aktivnosti sve do južno od Dubrovnika<sup>21</sup>. U Jadranu je izraženija seizmička aktivnost središnjeg i južnog dijela, s nekoliko naglašenih grupacija od kojih je najmarkantnija južno od Lastova. U zapadnom dijelu kontinentalne Hrvatske ističe se zona koja se proteže od granice sa Slavonijom zapadno od Karlovca, preko Žumberačkog gorja i Medvednice sve do Kalnika i zapadnog dijela Bilogore. S tom se zonom spaja na zagrebačkom području aktivni pojas koji se može pratiti od Pokuplja. Središnji i istočni dio sjeverne Hrvatske odlikuje se znatno manjom seizmičkom aktivnošću u usporedbi s ostalim područjima. Izdvaja se nekoliko predjela izrazite aktivnosti, povezanih sa središnjim

---

<sup>21</sup> **Kafastrofalan potres u Dubrovniku** ; 6. travnja 1667. u 8 sati ujutro, Dubrovnik je zadesio jedan od najjačih potresa koji su pogodili neko područje današnje Hrvatske. Golemo kamenje kotrljalo se s brda Srđ i rušilo sve pred sobom. Snažan tsunami poharao je luku. More se nekoliko puta povlačilo i pri povratku razbijalo brodove o obalu. Pukotine su se pojavile u zemlji, a izvori vode su presušili. Snažan vjetar je rasplamsao vatre s ognjišta i izazvao požar koji je gorio sljedećih 20 dana i progutao neprocjenjivo materijalno i kulturno blago koje je nastajalo tijekom stoljeća. Potres je porušio gotovo cijeli grad. Poginulo je oko 3.000 ljudi, što je polovina tadašnjeg stanovništva grada. **Potres u Zagrebu** 1880., poznat i kao Veliki potres u Zagrebu, bio je jačine 8 stupnjeva Mercallijeve ljestvice, odnosno 6,3 stupnja po Richteru, s epicentrom na području Medvednice, razorio je brojne zagrebačke zgrade dvoje ljudi je poginulo a 29 ih je teško ozlijeđeno. ( Izvor : [hr.wikipedia.org/wiki/Potres u Dubrovniku 1667.](http://hr.wikipedia.org/wiki/Potres_u_Dubrovniku_1667.), *Pristupio:2014-12-10.*

Slavonskim planinama; Psunjem, Papukom i Dilj- gorom<sup>22</sup>. Već prvi geografski prikaz potresa pokazao je da su oni najčešći i najjači u područjima mlađeg boranog gorja. Logičan zaključak iz toga bio je da one iste tektonske sile koje djeluju na stvaranju gora uzrokuju i potrese. Takva predodžba, dopunjena i dograđena, predstavlja i danas osnovu za objašnjenje nastanka potresa. Općenito, potresi se javljaju u zonama dodira različitih geoloških strukturnih jedinica.

Na Zemaljskoj kugli može se izdvojiti 7 glavnih tektonskih cjelina - ploča: Pacifička, Euro-azijska, Afrička, Sjeverno- američka, Južno-američka i Antarktička. U zonama dodira tih ploča javlja se najveći broj i najjači potresi.

U Hrvatskoj se potresi javljaju u zonama dodira manjih strukturnih jedinica. Uzročnik nastanka potresa u priobalnom dijelu Hrvatske jest podvlačenje Jadranske platforme Dinarida, kao posljedica kretanja Afričke ploče prema Euro-azijskoj. U sjeverozapadnom kontinentalnom dijelu uzročnici nastanka potresa su kompresijski procesi zbog pomaka Dinarida i Alpa, dok su na području središnjih Slavonskih planina, gdje su aktivni pretežito rubni dijelovi, uzročnici različiti pomaci masa pojedinih planina.

Podrhtavanja tla u svijetu toliko su česta da seizmografi znaju reći kako se potresi do 2,9 stupnjeva po Richteru događaju gotovo svakih sat vremena. Podaci govore o broju od oko 900 tisuća takvih potresa, dok se onih nešto veće snage (3 do 3,9 po Richteru) dogodi gotovo pola milijuna godišnje. U Hrvatskoj se godišnje osjeti oko 65 potresa.<sup>23</sup>

Prema uzroku nastajanja, odnosno vrsti energije koja se oslobađa, potresi se dijele na urušne, vulkanske i tektonske<sup>24</sup>.

**Urušni** potresi čine oko 3% od ukupnog broja potresa. Kod njih se oslobađa potencijalna energija sile teže prilikom urušavanja stijena u šupljinama zemljine kore. Ti su potresi vrlo slabi i osjete se samo u neposrednoj okolini područja gdje je došlo do urušavanja. Mogu biti uzrokom uleknuća, pukotina i dolina, a najčešće se pojavljuju u području krša.

**Na vulkanske** potrese otpada oko 7% svih potresa. Njihovo nastajanje povezano je sa kretanjem magnetskih masa prema površini Zemlje. One na svom putu prema površini u kanalima vezanim za duboke rasjede u zemljinoj kori, nailaze na začepljenja u vulkanskim

---

<sup>22</sup> Izvor : Procjena ugroženosti R. Hrvatske od prirodno i tehničko-tehnoloških katastrofa i velikih nesreća, *Dostupno na* : <http://www.duzs.hr>

<sup>23</sup> Izvor : U svijetu godišnje gotovo pola milijuna potresa jačine 3-3,9 stupnjeva po Richteru, *Dostupno na* : <http://www.poslovni.svijet.hr>, *Pristupio*: 2014-11-11.

<sup>24</sup> Izvor : Predavanja T-6, *Dostupno na* : <https://portal.uniri.hr>, *Pristupio*: 2014-11-11.

grotlima, stvorena od učvrstale lave ranijih izljeva. Magma sabija pod ta začepljenja plinove i pare i u određenom momentu, uz eksploziju izbacuje te prepreke. To je obično praćeno potresanjem tla u bližoj okolini vulkana. Takvi potresi ne zahvaćaju velike površine, ali na užem području vulkana imaju veliku snagu. **Tektonski** potresi čine 90 % svih potresa, i svi jači potresi spadaju u tu vrstu. Kod njih dolazi do oslobađanja energije elastične deformacije koja se u unutrašnjosti Zemlje akumulira uslijed djelovanja tektonskih sila. Na stijene u unutrašnjosti Zemlje zbog različitih fizikalnih i kemijskih procesa povezanih s prodiranjem masa iz većih dubina prema površini, djeluju tlakovi koji se općenito mijenjaju s vremenom. Zbog razlika u tim tlakovima stijene se deformiraju (akumulira se energija elastične deformacije) i taj proces traje tako dugo dok razlike u tlakovima ne premaše čvrstoću stijene. Kad do toga dođe stijene pucaju ili dolazi do naglog gibanja duž već postojećih pukotina i akumulirana energija elastičke deformacije gotovo trenutačno se oslobađa. Mali dio te energije pretvara se u toplinu, drugi, također mali dio, prelazi u mehanički rad za lomljenje i pomicanje materijala u zoni pukotina, dok se najveći dio energije širi u obliku elastičnih valova na sve strane<sup>25</sup>.

Do pojava potresa dolazi i zbog djelovanja čovjeka, koji je razvojem različitih sredstava uspio ovladati i takvim količinama energije koje su u stanju mijenjati prirodne uvjete ravnoteže, odnosno izazvati (inducirati) tzv. umjetne potresa. U odnosu na prirodne, umjetni potresi znatno su rjeđi. Po ukupnoj oslobođenoj energiji njihov je doprinos neznatan, iako u pojedinim slučajevima prvenstveno kada se radi o podzemnim nuklearnim eksplozijama, oslobađaju energiju usporedivu s onom kod prirodnih potresa. Uz spomenute nuklearne eksplozije, najčešći uzroci umjetnih potresa su gradnja velikih hidro akumulacija, vađenje velikih količina ruda, intenzivna eksploatacija nafte i sl.

Po ljestvici Mercallija-Cancanija-Seiberga<sup>26</sup> potresi se mjere sa 0-12<sup>0</sup>, a po Richteru<sup>27</sup> 0-10<sup>0</sup>. Dok se prvom mjere posljedice, druga daje vrijednosti količine oslobođene energije.

---

<sup>25</sup> Izvor: Benac, Č. (2013). *Geohazardi*, Rijeka: Sveučilište u Rijeci.

<sup>26</sup> Mercalli-Cancani-Siebergova ljestvica (MCS ljestvica) češće nazivana samo kao Mercallijeva ljestvica, definira pojave i promjene koje potresi izazivaju kod ljudi i životinja uz ocjenu veličine štete na objektima te sagledavanje promjena u prirodi kao posljedice potresa.

<sup>27</sup> Richterova ljestvica ili magnitudna ljestvica (ML) definirana je jednim brojem kojim se označava seizmička energija proizišla iz potresa.

**Tablica 2:** Odnos Mercalli - Richter ljestvica [2]

Mercalli- ev stupanj	1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>	5 <sup>o</sup>	6 <sup>o</sup>	7 <sup>o</sup>	8 <sup>o</sup>	9 <sup>o</sup>	10 <sup>o</sup>	11 <sup>o</sup>	12 <sup>o</sup>
Richter- ov stupanj	0,75	1,50	2,25	3,00	3,75	4,50	5,25	6,00	6,75	7,50	8,25	9,00

Richter-ov stupanj	1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>	5 <sup>o</sup>	6 <sup>o</sup>	7 <sup>o</sup>	8 <sup>o</sup>	9 <sup>o</sup>
Mercalli- ev stupanj	1,33 <sup>o</sup>	2,67 <sup>o</sup>	4,00 <sup>o</sup>	5,33 <sup>o</sup>	6,67 <sup>o</sup>	8,00 <sup>o</sup>	9,33 <sup>o</sup>	10,67 <sup>o</sup>	12,00 <sup>o</sup>

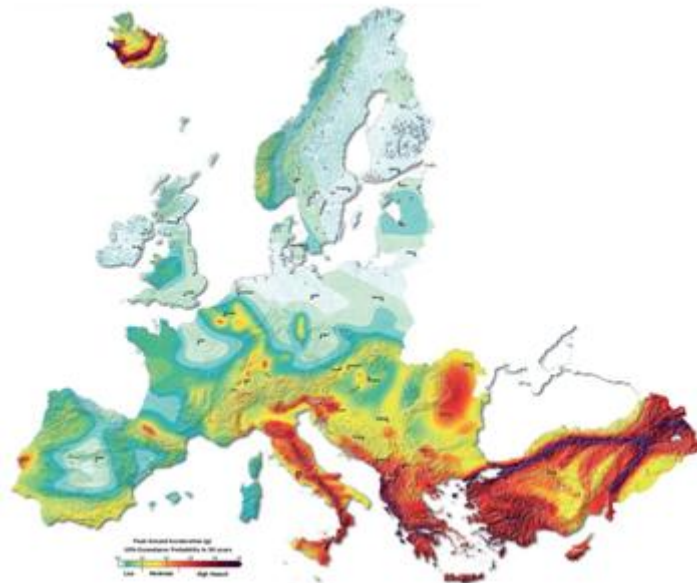
Potresi mogu uzrokovati ozbiljna razaranja i velike gubitke života kroz različite tipove štete uključujući pucanje rasjeda, vibratorno gibanje tla (tj. trešnja tla), poplave (tsunami, seiche [podvodni stojni val], propadanje brana), različite vrste trajnog oštećenja tla (klizanje tla, likvefakcija – proces u kojem zasićeno, nekonsolidirano tlo ili pijesak postaje emulzija), požari i ispuštanje opasnih tvari u okoliš.

U pojedinom potresu, bilo koji od ovih uzroka može dominirati i povijesno svaki je uzrokovao velike štete i gubitke života, ali za većinu potresa je ipak najdominantnije kretanje tla, što ima najširi opseg štete. Potres je po svojoj manifestaciji takva prirodna pojava koja izaziva strah (paniku), velike ljudske žrtve i materijalne gubitke. Potresi uzrokuju veliki broj povrijeđenih kao i velika razaranja i uništavanja komunalnih objekata, prekid vodovodne, električne mreže, oštećenje plinovodne mreže, blokade prometnica. To često uzrokuje pojavu infektivnih bolesti zbog naglog smanjenja higijenskog standarda.<sup>28</sup>

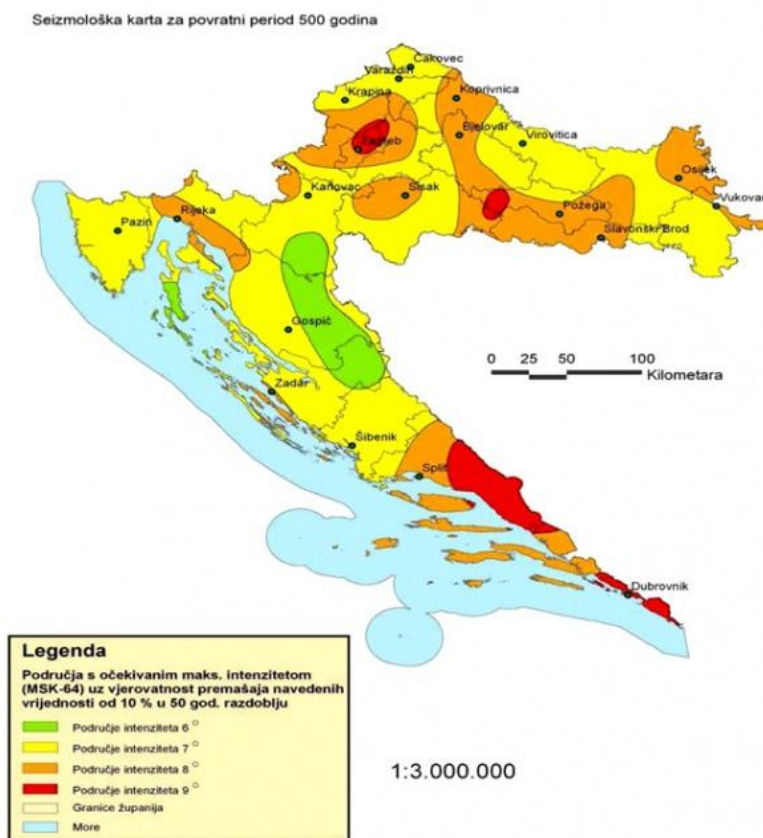
Prilikom pojave ove elementarne nepogode primjenjuju se određene mjere, postupci i sredstva tijekom zbrinjavanja povrijeđenih i oboljelih.

<sup>28</sup> Izvor: Pehar, R. (2010). *Evakuacija*, Zagreb : ZIRS.





Slika 1: Seizmološka karta Europe<sup>29</sup>



Slika 2: Seizmološka karta R. Hrvatske<sup>30</sup>

<sup>29</sup> Izvor : <http://www.share-eu.org/node/90>

<sup>30</sup> Izvor: Procjena ugroženosti Republike Hrvatske od prirodnih i tehničko tehnoloških katastrofa i velikih nesreća

### 3.1.2. Poplave

Poplava je stanje vode, kod kojeg je vodostaj rijeke ili drugih voda znatno iznad normale. Sistemi za obranu od poplava čine obrambeni nasipi. Poplava je pojava neuobičajeno velike količine vode na određenom mjestu zbog djelovanja prirodnih sila (velika količina oborina) ili drugih uzroka kao što su popuštanje nasipa ili brana, ratna razaranja i sl. U okviru elementarnih nepogoda poplave su najzastupljenije. Naime računa se da 9/10 elementarnih nepogoda čine osnovne grupe: polave 40%, tropski cikloni 20%, potresi 15% i suše 15%.<sup>31</sup>

Kao primjer navodimo dva slučaja iz nedavne povijesti u RH. Pobunjeni Srbi su kao odmazdu za oslobađanje Maslenice minirali branu Peruća i tako planirali potopiti brojna naselja u donjem toku rijeke Cetine što bi ugrozilo desetke tisuća ljudskih života i imovinu građana. Srpske paravojsne snage 27. siječnja 1993. godine protjeruju snage UNPROFOR-a, potom ruše most koji je bio sastavni dio brane s konačnom namjerom da s 30 tona eksploziva miniraju i sruše cijelu branu kako bi vodenim valom (460 do 500 milijuna prostornih metara) potopili sve što se nalazi u donjem toku rijeke Cetine. Aktiviraju eksploziv postavljen u nadzornoj galeriji brane namjeravajući njenim rušenjem stvoriti veliki vodeni val. Naboji su eksplodirali ali brana unatoč teškim oštećenjima nije popustila što je spriječilo katastrofu velikih razmjera. Odmah nakon detonacije postrojbe HV-a su krenule u napadna djelovanja i ubrzo su ovladale potpunim područjem oko brane Peruća. Nakon oslobađenja brane, brana je zatrpavana i osiguravana kako nebi došlo do proboja koji bi ispustio vodeni val.<sup>32</sup>

Velika poplave u svibnju 2014. pogodile su istočnu Hrvatsku. Najugroženiji su bili dijelovi županijske i brodske Posavine. U Bosni i Hercegovini, Srbiji, kao i na istoku Hrvatske pale su velike količine kiše. U BiH u 10 dana su pale ekstremne količine oborina od 200 do 250 litara kiše po m<sup>2</sup>, mjestimično i više. Protoci rijeka, južnih pritoka rijeke Save, iznosile su rekordne količine m<sup>3</sup> u sekundi Una 1750 m<sup>3</sup>/s, Vrbas 2000 m<sup>3</sup>/s, Bosna 3500 m<sup>3</sup>/s i Drina 4000 m<sup>3</sup>/s i ulijevaju se u svojim povijesnim maksimumima u Savu te je zbog toga i rijeka Sava dostigla dosad nezabilježene protoke i vrijednosti vodostaja. Prosječni protok rijeke Save kod Županje iznosio je 1000-1100 m<sup>3</sup>/s, a na mjerodavnom vodomjeru u Županji dana 16. svibnja 2014. izmjeren je protok od 5500 m<sup>3</sup>/s. Sava je probila nasipe kod Rajevog Sela i Račinovaca. Te je

---

<sup>31</sup> Izvor: Vučinić, J., Vučinić, Z. (2013). *Civilna zaštita*, Karlovac, Veleučilište u Karlovcu.

<sup>32</sup> Izvor: [http://hr.wikipedia.org/wiki/Operacija\\_Peruća](http://hr.wikipedia.org/wiki/Operacija_Peruća), *Pristupio* : 2014-12-10.

usljedila evakuacija mještana tih dvaju naselja te mještana iz dijela sela Gunja. Dvije osobe smrtno su stradale.<sup>33</sup>

Prema uzrocima nastanka poplave se mogu podijeliti na :

- poplave nastale zbog jakih oborina, poplave nastale zbog nagomilavanje leda u vodotocima,
- poplave nastale zbog klizanja tla ili potresa,
- poplave nastale zbog rušenja brane ili ratnih razaranja.

S obzirom na vrijeme formiranja vodnog vala poplave se mogu razvrstavati na :

- mirne poplave – poplave na velikim rijekama kod kojih je potrebno deset i više sati za formiranje velikog vodnog vala,
- bujične poplave – poplave na brdskim vodotocima kod kojih se formira veliki vodni val za manje od deset sati,
- akcidentne poplave – poplave kod kojih se trenutno formira veliki vodni val rušenjem vodoprivrednih ili hidro – energetske objekata .

Nositelj obrane od poplave u Republici Hrvatskoj je Državna uprava za vode, a pravna osoba za upravljanje svim vodama na području države su Hrvatske vode.<sup>34</sup>

Pojava poplave na određenom području izaziva veliki broj opasnosti koje ugrožavaju ljude, materijalna i kulturna dobra i životinjski svijet. Naročito su te opasnosti izražene i mnogobrojne te raznovrsne ako poplava iznenada naiđe i zahvati gradsko područje. Zbog dugotrajnog otklanjanja posljedica dolazi do pojave zaraznih bolesti (epidemija) zbog čega i naknadno nastaju ogromne ljudske žrtve. Za razliku od potresa koji dolazi iznenada i u nepredviđeno doba, podizanje razine vode u vodo tokovima i jezerima moguće je pratiti tako da se poplava može predvidjeti te se na taj način mogu smanjiti ljudske žrtve i materijalna šteta. Pružanje medicinske pomoći pri poplavama znatno je otežano jer neka područja zahvaćena poplavom mogu biti potpuno izolirana, sa blokiranim komunikacijama pa je otežana evakuacija i spašavanje. Pružanje medicinske pomoći se pri poplavi obavlja po sličnim načelima, kao i kod potresa. Tijekom zbrinjavanja na području zahvaćenom poplavom moguća je pojava većeg broja ljudi kojima treba pružiti prvu pomoć prilikom utapanja.

---

<sup>33</sup> Izvor : <http://wikipedia> Poplave u R. Hrvatskoj, *Pristupio*: 2014-11-10.

<sup>34</sup> Izvor: <http://wikipedia.org/wiki/Poplava>, *Pristupio*:2014-12-12.

### 3.1.3. Udar groma

Svake sekunde na kugli zemaljskoj sijevne oko milijun munja, no samo stotinjak pogađa tlo. Štete prouzročene udarom munje rastu iz godine u godinu, pa se samo u Europi iznosi mjere milijardama eura. Statistički, svaki četvorni kilometar Zemljine površine godišnje pogode barem tri munje. Zapravo munja je divovski kratki spoj između neba i zemlje u kojem se električni potencijali prazne brzinom od oko 100.000 kilometara u sekundi, sto je trećina brzine svjetlosti. Upravljanje složenim postrojenjem kao što je rashladni sustav prehrambene industrije uvezan je u gustu mrežu podzemnih, nadzemnih, zidnih, stropnih i podnih kablova, udar munje može u djeliću sekunde spržiti instalaciju u nekoliko objekata istodobno, pa komandni pultovi, upravljačka mjesta, kompjutori, modemi, telefoni, televizori, monitori i klimauređaji mogu pretrpjeti nepopravljiva oštećenja. Najopasnije je vrlo jako magnetno polje koje se koncentrično širi oko munje i točke udara, pa u metalnim predmetima i strujnim vodovima izaziva snažan indukcijski učinak.

Ovaj se neizravni utjecaj često podcjenjuje, iako štete od neizravnog udara munje rastu geometrijskom progresijom i određenom trenutku mogle bi predstavljati veliku opasnost za sigurnost postrojenja. Sve građevine i objekti unutar tvorničkog kruga moraju biti zaštićeni od atmosferskog pražnjenja gromobranskom instalacijom, čime je eliminirana opasnost od udara groma.<sup>35</sup>

### 3.1.4. Požari na otvorenom prostoru

Požari su velika opasnost za ljude i materijalna dobra. Uzroci nastanka požara su raznovrsni (otvoreni plamen, samozapaljenje, prirodne pojave kao udar groma, sunčeva toplina, vjetar, kemijske reakcije, električna struja). Požari mogu biti šumski, u industriji, u skladištima lako zapaljivih materijala, u domaćinstvu, na otvorenim poljoprivrednim površinama i sl. S obzirom na opseg i intenzitet posljedica požari se dijele na nekoliko kategorija (mali, srednji i veliki požari).

Veliki šumski požari, požari u tunelima, visokim zgradama, velikim zabavim centrima i drugim objektima gdje se okuplja veći broj ljudi izazvani namjerno s određenim ciljem (nanošenje štete, izazivanje psihoze nesigurnosti, npr. u turističkoj sezoni i sl.) ili iz nehaja s katastrofalnim posljedicama više nisu rijetkost. Požari postaju i sredstvo prikrivenog

---

<sup>35</sup> Izvor: Marković, Đ., Munje i gromovi, *Dostupno na:* <http://blog.meteo-info.hr>, *Pristupio:* 18.12.2014.

terorizma potpomognutog različitim interesnim skupinama ili državama. Požari s katastrofalnim razmjerima sve češće se događaju, a prema predviđanjima stručnjaka ova vrsta opasnosti bit će i zastupljenija u katastrofama zbog globalnog zatopljenja Zemlje. Dakle, očekivati je u budućnosti sve duže periode visokih temperatura i suša koje pogoduju razvoju požara. Požari u visokim objektima, niskim i razvedenim objektima, podrumima i tunelima postaju poseban problem jer objekti postaju sve viši, širi i duži i takve objekte možemo smatrati u sigurnosnom smislu objektima visokog rizika. Broj povrijeđenih, te sredstva i medicinsko osoblje koje će biti uključeno u pružanju svih oblika medicinske pomoći ovisi o opsegu i intenzitetu požara. Najčešće povrede od požara su opekotine, trovanja dimom i otrovnim produktima gorenja.<sup>36</sup>

#### **3.1.4.1. Uzroci požara otvorenog prostora**

Najčešći uzroci požara otvorenog prostora su:

- nekontrolirano i nepažljivo spaljivanje otpada ili raslinja na poljoprivrednim i drugim prostorima,
- tehnički kvarovi na električnim vodovima,
- iskrenje dalekovoda,
- nepažnja
- namjerno paljenje i
- atmosfersko pražnjenje.

Po načinu izazivanja prisutno je:

- namjerno izazivanje požara,
- izazivanje požara iz nehata – nepažnje,
- dječja igra i
- prirodna pojava.

---

<sup>36</sup> Izvor: Brkić, M. (1986). *Zaštita od požara*, Zagreb, Radničko i narodno sveučilište Moša Pijade.  
Grupa autora, (2002). *Osposobljavanje za zvanje vatrogasac*, Zagreb, Hrvatska vatrogasna zajednica.  
Čiček, J., Požari na otvorenom i zaštita okoliša, *Sigurnost*,(1993) br.3-4, str. 275-281.

Prilikom gradnje tvornice ili postrojenja koje imaju opasne tvari trebaju biti ispunjeni su svi arhitektonsko – urbanistički uvjeti kojima se smanjuju opasnosti os požara :

- dobri prilazni putovi,
- dostatna udaljenost od susjednih objekata,
- pravilna dispozicija građevina uz osiguranje potrebnog razmaka,
- namjensko grupiranje građevina,
- pravilan raspored zelenih površina – prirodna prepreka za zaštitu od požara,
- pravilan raspored internih prometnica,
- osigurana dostatna količina vode za gašenje i hlađenje,
- lokacija vatrogasne postrojbe u odnosu na tvornicu omogućuje pravodobnu intervenciju.<sup>37</sup>

## **3.2. Antropogeni uzroci**

Antropogeni uzroci izvanrednog događaja u osnovi mogu se podijeliti na:

- tehničko – tehnološke uzroke,
- prometne nesreće,
- ratne aktivnosti,
- terorizam.

### **3.2.1. Tehničko - tehnološki uzroci istjecanja amonijaka**

U tehničko tehnološke katastrofe, nesreće spadaju sve one koje se odnose na proizvodna postrojenja kao što su naftna, petrokemijska, farmaceutska industrija do raznih postrojenja i centrala za proizvodnju energije (hidro, termo i nuklearne). U tu skupinu svakako spadaju i velika rashladna postrojenja prehrambenih industrija. Svakodnevno se događaju eksplozije zapaljivih i eksplozivnih tvari uskladištenih u najrazličitijim objektima pokretnog i stacionarnog tipa. Posljedice ovih događaja i izvanrednih situacija su ponekad nesagledive. Ovakve katastrofe, nesreće uzrokuju najrazličitije oblike povreda (otrovanja, prijelomi, prostrijele, opekotine, amputacije udova, ozljede glave i sl.).

Nesreće u kojima se oslobađaju veće količine vrlo agresivnih kemijskih i radioloških agensa najteže pogađaju zaposlenike, okolno stanovništvo te životnu i radnu sredinu. U našoj

---

<sup>37</sup> Paunović, A. i Bašić, A. (2010). Prostorno planiranje u funkciji smanjenja rizika od katastrofa, *Zbornik radova Hrvatska platforma za smanjenje rizika od katastrofa*, 20. 6.2010.Zagreb.

zemlji postrojenja i ustanove koje koriste opasne radne tvari predstavljaju stalnu opasnost za zdravlje zaposlenika, okolnog stanovništva te životnu i radnu okolinu. U tom pogledu posebno su značajna postrojenja koja služe za sintezu i proizvodnju toksičnih materija (pesticidi, klor, klorovodik, amonijak, živini i sumporni preparati i dr.). Poznato je da akcidenti, incidenti, dolaze, po pravilu iznenada, redovito su popraćeni požarom, a često i eksplozijama. Problematični zaštite odnosno procjeni ugroženosti i mjerama zaštite ne samo rashladnih sustava prehrambenih industrija nego i svim drugim mjestima gdje se koriste, proizvode i prerađuju opasne radne tvari mora se dati prvorazredni značaj, pri čemu treba polaziti od stupnja ugroženosti osnovnog objekta i njegove okoline.

S gledišta ugroženosti teritorije naselja i okoline objekta, načelno, postoje tri zone:

- prva zona-obuhvaća sam objekt sa svim pogonima u njegovom sastavu, lociranom na određenom međusobno povezanom prostoru,
- druga zona-obuhvaća prostor direktne ugroženosti i opasnosti od požara i eksplozija gdje se razvijaju višestruko smrtno doze i koncentracije opasne radne tvari za okolno stanovništvo, životinje i biljke u neposrednoj blizini,
- treća zona-predstavlja široku okolinu u kojoj može doći do kontaminacije i lakših trovanja ljudi, životinja, biljaka, pa se mora evidentirati i ograničiti.

Veličine i oblici tih zona zavise od više čimbenika:

- lokacije objekta,
- veličine i vrste mogućeg incidenta, akcidenta,
- osobina i količina tvari, opasne radne tvari oslobođene u toj sredini,
- meteorološkim uvjetima koji vladaju u trenutku nastanka akcidenta.

Odgovarajuća radna tijela trebaju izrađivati redovitu i aktualnu procjenu opasnosti i iz nje izvoditi zaključke, kao polazne elemente za organizaciju zaštite i spašavanja kao i otklanjanje posljedica.

Pored toga u planiranju, a ciljem sprječavanja tih pojava i minimiziranja posljedica u vidu tehničko-tehnološke zaštite neophodno je:

- za sve objekte u okviru poduzeća osigurati neophodnu sigurnost i opremu (automatska vatrodojava, plinodetekcija, oprema za gašenje požara, sredstva osobne i kolektivne zaštite),
- formirati, obučiti i uvježbati sve vlastite interventne timove,
- u organizacijskom smislu napraviti precizan i jasan plan mjera sa konkretnim zadaćama svih subjekata koji sudjeluju u saniranju posljedica, tehničko-tehnološkog akcidenta.

Uzroci tehničko tehnološke prirode koji mogu prethoditi iznenadnom događaju popraćeno istjecanjem amonijaka mogu biti:

- požar i tehnološke eksplozije u blizini ili na samom rashladnom postrojenju i
- istjecanje amonijaka uslijed kvara ili oštećenja na strojevima, uređajima i instalacijama rashladnog sustava.

Kvarovi i oštećenja na postrojenju rashladnog sustava, koja za posljedicu imaju ispuštanje amonijaka uključuje slijedeću opremu:

- spremnika amonijaka,
- cjevovode i uređaje za transport ili protok amonijaka,
- prirubničke i druge spojeve,
- kondenzatore,
- separatore,
- rashladne tornjeve,
- isparivače,
- pumpe za amonijak,
- pumpe za vodu,
- indikatore, mjernu, regulacijsku i sigurnosnu opremu i armature.



Mogući uzroci kvarova i oštećenja su slijedeći:

- probijanje brtvi na cjevovodima i prirubničkim spojevima,
- probijanje ventila na cjevovodima, neispravnost magnetskih ventila,
- napukline na materijalima uslijed korozije (varovi),
- pukotine nastale uslijed termičkih i mehaničkih naprezanja (zamor materijala),
- mehanička oštećenja objekata i postrojenja uslijed potresa ili namjernog razaranja (ratna djelovanja, sabotaze, gruba greška i nemar i sl.),
- požar i tehnološka eksplozija u blizini ili na samom postrojenju.

### **3.2.2. Prometne nesreće**

Promet kopnom (cestom, željeznicom), vodenim pravcima (rijeke, jezera, mora) i zrakom najčešći su izvori katastrofa u svijetu, a posebno je to potencirano u prijevozu opasnih tvari. Velike ekološke nesreće vezane su uglavnom uz promet. Ozljede, smrtni slučajevi, velika materijalna šteta i štete na ekosustavima su uobičajene posljedice a sveukupni iznos nastalih šteta vrlo su veliki. Broj opasnih tvari koje se koriste u svijetu raste iz dana u dan. Danas se govori o milijunima opasnih tvari od kojih se 40 000 najčešće koristi. Gotovo svaka od tih tvari opasna je za čovjeka i njegov okoliš. Posebnu opasnost predstavlja prijevoz opasnih tvari koje se prevoze u količinama od nekoliko desetina tona do nekoliko stotina tisuća tona (brodovima). Prometne nesreće su najčešći uzrok katastrofa antropogenog porijekla s ljudskim žrtvama i velikim materijalnim štetama, kao i štetama na okolišu. Za prijevoz opasnih tvari u R. Hrvatskoj primjenjuju se međunarodni propisi na kojima se temelji Zakon o prijevozu opasnih tvari.<sup>38</sup>

### **3.2.3. Ratne aktivnosti**

Ratne katastrofe čovjek namjerno, svjesno planira i izaziva uz primjenu različitih sredstava kao i sredstava za masovno uništavanje. One mogu biti prouzročene: konvencionalnim ratnim sredstvima, nuklearnim borbenim sredstvima, kemijskim borbenim sredstvima, biološkim agensima, primjenom laserskih i termičkih borbenih sredstava, oblicima specijalnog rata, te različitim kombinacijama navedenih sredstava. Po svojim mogućim kataklizmičkim

---

<sup>38</sup> Izvor: Obuljen, V. (1989). *Sigurnost pri prijevozu i rukovanju opasnim tvarima*, Zagreb : ZIRS.  
Zakon o prijevozu opasnih tvari ( NN 79/07.)

posljedicama suvremeni ratovi su postali osnovnim izvorom ugrožavanja i stalnom prijetnjom opstanku ljudske zajednice. U odnosu na prirodne katastrofe, nesreće koje uglavnom nastaju kao posljedica čovjekovog nedovoljnog ili neprimjerenog znanja da bi ovladao djelovanje različitih prirodnih sila i stavio ih pod svoju kontrolu, ratne katastrofe nastaju isključivo kao rezultat čovjekove namjere da svjesno i planski uz obilnu primjenu znanja i moći, organizira i sprovodi masovno uništenje, razaranje i ubijanje ljudi radi ostvarivanja vlastitih ciljeva.

### 3.2.4. Terorizam <sup>39</sup>

Terorističko djelovanje uvijek se provodi svjesno i namjerno usmjereno je nanošenju što većeg broja žrtava, velike materijalne i političke štete, izazivanju nesigurnosti i panike. EU u nastojanju da osigura sigurne uvjete za svoje građane, pokrenula je aktivnosti u promjenama kaznenog zakonodavstva za što je bilo potrebno i jedinstveno definirati što je to terorizam. Pa tako okvirno za sve članice EU vrijedi definicija: „Terorizam je čin koji, obzirom na svoju prirodu i kontekst, može ozbiljno naštetiti državi ili međunarodnoj organizaciji te koji počinje s namjerom ozbiljnog zastrašivanja stanovništva, ili nezakonitog iznuđivanja (prisiljavanja) vlade i međunarodne organizacije da nešto čine ili da se suzdrže od nekog čina, ili ozbiljnog destabiliziranja ili uništavanja temeljne političke, ustavne ili gospodarske strukture zemlje ili međunarodne organizacije”.

Terorizmu pogoduju:

- globalizacija koja vijest o nesreći vrlo brzo prenese u sve dijelove svijeta i ugroženu regiju, što državu automatski stavlja u kategoriju visokog rizika poslovanja i ulaganja, te opće nesigurnosti
- siromaštvo
- razlike u kulturama, religijama
- tekovine demokracije i međunarodnog prava koje agresiju i rat odmah osuđuju te zbog toga rat postaje:
  - skup
  - donosi velike žrtve i razaranja

---

<sup>39</sup> Izvor: *Zbornik radova Mjere i sredstva za zaštitu od terorizma*, (2010). Zagreb, Visoka škola za sigurnost na radu i IPROZ.

- nesiguran ishod i intervenciju međunarodnih snaga.
- organizirani kriminal, droga, prostitucija, korupcija, trgovina ljudima i drugi novi oblici ugroza
- terorizam zamjenjuje klasični rat jer nema aktera, pa nema osude međunarodne zajednice, stoga terorizmu pribjegavaju:
  - pojedinci
  - organizacije
  - države
  - stranke (političke, vjerske) i dr.

Borba protiv terorizma mora biti usmjerena ka otklanjanju uvjeta i procesa koji mu pogoduju, a to podrazumijeva i dobru međunarodnu organiziranost i potrebnu stručnost za borbu protiv terorizma. Terorizam nema granica i može se pojaviti u svakom dijelu svijeta. Poprima svojstva profesionalizma, neselektiranih ciljeva, velike ubojitosti, kao i nove oblike (biološki, kemijski, radiološki, informatički itd.) Terorizam može biti: otvoreni (u organizaciji raznih terorističkih, ekstremističkih, vjerskih i drugih grupa s jasno proklamiranim ciljevima poznatim javnosti) i prikriveni. Prikriveni terorizam je daleko opasniji, a kao oblik specijalnog rata često puta ga provode i određene zemlje ili ga financiraju za svoje ciljeve. Ovaj oblik terorizma koristi slabosti svojih ciljeva, tako da u utvrđivanju uzroka javnosti nije jasno jesu li to rezultati vlastitih slabosti ili terorističkog čina. Teroristički su napadi usmjereni na metu, a imaju i svoj cilj. Njih se uglavnom ne tiče tko je oko mete i kakve i kolike će biti kolateralne štete. Bitno je uspješno napasti metu i ostvariti cilj. Ponekad, a to treba imati u vidu, mete mogu biti ljudi, a cilj je ubiti što više ljudi. Napadnuti se teško brane jer protivnik najčešće nije poznat, bira vrijeme i mjesto napada kada to njemu odgovara. Prikriveni terorizam provode države u ostvarivanju svojih ciljeva vlastitim specijalnim snagama ili koristeći organizirane, uglavnom, inkriminirane grupe. Koriste se različite metode (ekonomske, političke, kemijske, biološke), a jedini je zadatak oslabiti protivnika potičući njegove poznate slabosti.

Terorizam kao oblik ostvarivanja svojih ciljeva prihvaćaju različite političke grupe, vjerske zajednice, pa i neke države. Kao oblik nekonvencionalnog rata usmjeren je na civilne mete u ostvarivanju svojih ciljeva: promjenu vlasti, osvajanje vlasti, stjecanje nacionalne nezavisnosti, secesiju, nanošenje gospodarske i druge štete ili stjecanje ekonomske koristi i sl.

Suvremeni društveni i tehničko tehnološki sustavi su vrlo složeni i umreženi i kao takvi postaju osjetljivi na najmanje destruktivne intervencije u njihovu strukturu i organizaciju. Teroristi imaju bezbroj meta koje mogu napasti na sebi najprimjereniji i najpogodniji način. U terorističkim planovima sve može, u skladu s uvjetima i potrebama, postati oružje ili sredstvo izvršenja napada. Prehrambena industrija pogodna je ili točnije osjetljiva na različite vrste terorističkog djelovanja. S obzirom na to da sve može biti korišteno kao oružje, da sve može biti meta napada i da napad može biti izvršen na bezbroj načina, mogućnosti terorista su velike, a zbog osjetljivosti ciljeva bit će sve veće. Svaka dobro osmišljena, organizirana i prikrivena i uspješno izvedena akcija može se tretirati kao akcident. Vrlo je teško razlikovati akcident kao nenamjernu pojavu od diverzije ili sabotaze kao namjerne pojave naročito kad je izvedena kemijskim sredstvima. Tako što je moguće postići relativno jednostavno, napadom na rashladne sustave prehrambene industrije koja u tim sustavima koristi amonijak, plin razvrstan u II. skupinu otrovnosti. Karakteristika nesreća s katastrofalnim posljedicama uzrokovanih terorističkim djelovanjem pored općih značajki ima i svoje specifičnosti.

Specifičnosti mogućih katastrofa uzrokovanih havarijama na rashladnim postrojenjima prije svega su:

- velika početna brzina razvoja uzrokovana tehnološkim uvjetima (visokim tlakovima i temperaturama)
- veliki intenzitet što bi u relativno kratkom vremenu stvorilo veliki inicijalni otrovni oblak (amonijak bijelo-sive boje),
- ovisnost razvoja katastrofe o meteorološkim uvjetima,
- vrlo brzo bi bile zahvaćene najbliže stambene zone,
- nemoguća evakuacija bez odgovarajućih zaštitnih sredstava u zahvaćenom području,
- nemogućnost obaranja otrovnih oblaka izvan prostora tvrtke zbog nedostatka hidrantske mreže ili nekih drugih izvora vode.<sup>40</sup>

Isključiva mjera zaštite u tom području je sklanjanje u izolirani prostor (namjensko sklonište, drugi pripremljeni prostor ili evakuacija na siguran udaljeni prostor). Intenzitet

---

<sup>40</sup> Izvor: Orehovec, Z. i Toth, I. (2010). Tehnički i obrambeno siguronosni standardi u zaštiti inustrijskih postrojenja i ugroženog pučanstva u slučaju vojnog i terorističkog napada, *Zbornik radova Prva konferencija Hrvatske platforme za smanjenje rizika*, Zagreb: DUZS, 2010.

katastrofa značajno se povećava učincima ratnog razaranja ili terorističkog napada kada bi došlo do sinergijskog učinka razaranja, eksplozija, požara i velikog broja različitih štetnih tvari u oblaku. Razaranja i eksplozije izazvale bi pucanje stakala na stambenim objektima i onemogućila sklanjanje u objekte što bi za posljedicu imalo veliki broj otrovanih i mrtvih u najbližem okruženju.

Tehničko-tehnološke nesreće uzrokovane terorizmom kada se dogode, najčešće imaju katastrofalne posljedice za ljude, materijalna dobra i okoliš.

#### **4. SIGURNOSNA PITANJA I PROBLEMI RASHLADNIH SUSTAVA PREHRAMBENIH INDUSTRIJA**

Korištenje amonijaka kao medija u rashladnom sustavu, a prije toga dovoz i pretakanje u spremnike kao i ostale radnje sa opasnim tvarima, predstavljaju stvarnu i potencijalnu opasnost sa izraženim rizikom mogućnosti istjecanja većih količina amonijaka.

Obzirom da hladnjače imaju svoju najčešću primjenu u prehrambenoj industriji za koje se može reći da su rashladna postrojenja stara i nekoliko desetljeća, postavlja se potreba ukazivanja na moguće posljedice za slučaj akcidenta.

U rashladnom sustavu većih hladnjača koje se koriste u mesnoj industriji, skladištenju voća i povrća, pivovarama i dr. kao medij koristi se amonijak. Kao alternativno rješenje zamjene amonijaka sigurnijim medijem ( iz aspekta ušteda i ekonomičnosti kao i iz perspektive utjecaja na okoliš ), današnje tržište sve više budi interes za CO<sub>2</sub> u rashladnim sustavima, što je dosad bio slučaj samo u skandinavskim državama. Povijesno gledano CO<sub>2</sub> sustavi su smatrani "Skandinavskim fenomenom" budući da je CO<sub>2</sub> kao rashladna radna tvar smatran ekonomski isplativim samo u hladnijim podnebljima. Međutim, postalo je sasvim jasno da se CO<sub>2</sub> sustavi mogu uspoređivati sa svim standardnim rashladnim sustavima budući da su u primjerice Danskoj izrazito pogodni za primjenu, čak i u najtoplijim mjesecima kada bi potrošnja energije trebala biti najveća. Tvrtke ugradnjom ovih sustava žele smanjiti utjecaj na globalno zatopljenje i u tome vide priliku da se predstavljaju tržištu kao "zelene" tvrtke.<sup>41</sup>

---

<sup>41</sup> Izvor: Sve veći interes za CO<sub>2</sub> rashladne sustave – ne samo iz perspektive ekonomičnosti, *Cooling Info*, 2012., br. 1, str. 8-9.

Neke od ovih hladnjača većih kapaciteta imaju i do nekoliko desetaka tona amonijaka. Kada se kaže “u rashladnom sustavu”, misli se na ukupno postrojenje, od spremnika amonijaka, kompresorskog postrojenja, rashladnih tornjeva, sustava cjevovoda i izmjenjivača topline u pojedinim rashladnim prostorima. Navedene količine amonijaka predstavljaju potencijalnu opasnost za ljude i sredstva unutar kruga hladnjače odnosno tvornice, te opasnost za šire područje oko ovog kruga. Osim moguće tehničko-tehnološke opasnosti, ovakvi objekti predstavljaju mogući cilj terorističkog djelovanja.<sup>42</sup>



**Slika 3:** Spremnici amonijaka<sup>43</sup>

---

<sup>42</sup> Prema usmenom izvoru djelatnika Gavrilović d.o.o., RJ Energetika – rashladni uređaji

<sup>43</sup> Osobno fotografirano uz suglasnost tvrtke Gavrilović d.o.o.

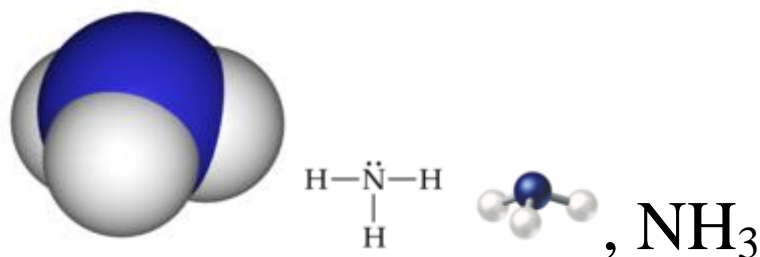
## 5. AMONIJAK, FIZIKALNO KEMIJSKE KARAKTERISTIKE

U svim procjenama opasnosti polazište je opasna radna tvar i njezine fizikalne i kemijske karakteristike te učinci na ljude i ekosustav.

Amonijak, kemijske formule  $\text{NH}_3$ , molne mase 17,0304 ima određena fizikalna i kemijska svojstva od bitnog utjecaja na postupanje interventnih i vatrogasnih postrojbi za vrijeme intervencije evakuacije i spašavanja ili eventualno nastalog požara i otklanjanja posljedica tehničko tehnološke havarije bez obzira na uzrok nastanka..

Amonijak je plin ili tekućina, bezbojan, oštrog, jakog i intenzivno iritirajućeg mirisa, sa granicama otkrivanja mirisa 5 – 50 ppm<sup>44</sup>. Kompresijom se lako ukapljuje. Talište mu je na -78°C, a vrelište na -33,4°C. Temperatura paljenja je 630°C, a granice eksplozivnosti se kreću od DGE<sup>45</sup> 15 do za GGE<sup>46</sup> 28 vol. %.

Vrlo je lako topiv u vodi i reagira kao lužina, topiv je također u metanolu, etanolu, kloroformu i eteru. Eksplozivno reagira s halogenim elementima (klor, brom, jod), kloratima, halidima bora, živom i drugim oksidansima. Opasni produkti raspada su  $\text{NO}_2$  i  $\text{NCl}_3$ . Po otrovnosti je razvrstan u II. skupinu otrova. MDK u radnom prostoru za 8 h je 50 ppm. Plinoviti amonijak gori samo kod visokih koncentracija, kod jakih izvora topline i pri visokim temperaturama.



Slika 4 : Atomska struktura amonijaka

<sup>44</sup> Skraćenica ppm (eng.: parts per million ) upotrebljava se za izražavanje koncentracije u relativnim proporcijama i bezdimenzionalna je veličina. Jedan ppm predstavlja jedan dio na 1000000 dijelova ili 1 dio na  $10^6$  dijelova ili vrijednost  $10^{-6}$ .

<sup>45</sup> Donja granica eksplozivnosti, najniža koncentracija zapaljivih plinova ili para koja mora postojati u smjesi sa zrakom da može doći do eksplozije ili izgaranja.

<sup>46</sup> Gornja granica eksplozivnosti, maksimalna koncentracija zapaljivih plinova ili para u smjesi sa zrakom koja mora postojati da bi došlo do eksplozije ili izgaranja.

**Tablica 3:** Svojstva amonijaka<sup>47</sup>

NAZIV	%	CAS BR.	OZNAKA OPASNOSTI	OZNAKA UPOZORENJA	OZNAKA OBA VIJESTI
AMONIJA K		7664-41-7	T	R: 10- 23	S:2/7/9-16- 26/38-45
AMONIJA K otopina	> 35		C	R:34-36/37/38	
AMONIJA K otopina	10-35		Xi	R:36/37/38	
SVOJSTVA					
	Kal. Moć MJ/kg	Plam.	Relativna gustoća Zrak voda		Grance eksploziv DGE GGE
AMONIJA K	336	plin.	0,8	0,39	15 28 651°C

## 5.1. Značenje oznaka opasnosti ( za amonijak )

Prema Pravilniku o označavanju i obilježavanju otrova koji se stavljaju u promet<sup>48</sup> i Pravilniku o razvrstavanju, označavanju, obilježavanju i pakiranju opasnih kemikalija.

- **Znak za otrovnost (T)** – Ovim znakom označavaju se otrovi iz skupine I. i II.<sup>49</sup> Simbol je grafički prikaz mrtvačke glave s prekrštenim kostima, crne boje na narančastoj podlozi. Pokraj znaka stavlja se natpis “otrov” ; odnosi se na tekuću i plinsku fazu amonijaka.



Slika 5: A Oznaka za otrovnost; Piktogram GHS06<sup>50</sup>

<sup>47</sup> Izvor: Sigurnosno tehnički list Petrokemija, Amonijak

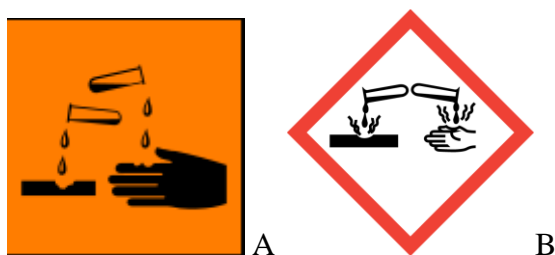
<sup>48</sup> Pravilnik o obilježavanju i označavanju otrova koji se stavljaju u promet (NN 187/04.)

<sup>49</sup> Zakonom o otrovima (NN 55 /99) i Pravilnikom o mjerilima za razvrstavanje otrova u skupine (NN 53/06) utvrđuju se mjerila za razvrstavanje otrova u Skupinu I, II, III. Razvrstavaju se prema akutnoj otrovnosti i srednjoj smrtnoj dozi za laboratorijske životinje zavisno od oralnoga, inhalacijskoga djelovanja ili djelovanja otrova preko kože. Razvrstavanje otrova u skupine obavlja se i sukladno mjerilima za određivanje opasnosti otrova koja se odnose na kroničnu otrovnost, karcinogenost, mutagenost, embrio toksičnost, teratogenost te alergogena, nadražujuća i slična svojstva otrova, odnosno prema podacima o njihovoj akutnoj toksičnosti za ljude. Skupina I ( Simbol T+, Vrlo jaki otrov ) ; Skupina II ( Simbol T, Otrovnost ) .

<sup>50</sup> Piktogram upozorenja je slikovni prikaz za priopćavanje informacije o određenoj opasnosti; Prema CLP Urebi - Uredba o razvrstavanju, označavanju i pakiranju tvari i smjesa 1272/2008/EEC, koja će, nakon prijelaznog perioda, zamijeniti Direktive 67/548/EEC i 1999/45/EC i dosadašnji način razvrstavanja i obilježavanja tvari i pripravaka (navedene direktive preuzete su u naše zakonodavstvo Pravilnikom o razvrstavanju, označavanju, obilježavanju i pakiranju opasnih kemikalija (NN 113/10, 63/12).



- **Znak za nagrizajuće djelovanje (C)** – Ovim znakom označavaju se otrovi koji u dodiru s organskim i anorganskim tvarima izazivaju njihova oštećenja. Simbol je grafički prikaz dviju epruveta iz kojih kaplje tekućina na ruku i metal. Simbol je crne boje na narančastoj podlozi. Pokraj simbola stavlja se natpis “nagrizajuće”, a odnosi se na otopine sa više od 35% amonijaka.



Slika 6 : A- Znak za nagrizajuće djelovanje; B-piktogram GHS05

- **Znak za nadražujuće djelovanje (Xi)** – Ovim znakom označavaju se otrovi koji trenutno, produženim ili ponovljenim dodiranjem s kožom ili sluznicom izazivaju upale. Simbol je Andrijin križ, crne boje na narančastoj podlozi. Pokraj znaka se stavlja natpis ”nadražujuće” a odnosi se na otopine od 10 do 35% amonijaka.



Slika 7 : Znak za nadražujuće djelovanje

▪ **Znak opasno za okoliš**



Slika 8 : A Znak opasno za okoliš; B piktogram GHS09

## 5.2. Značenje oznaka upozorenja (za amonijak)

Prema DSD Direktivi<sup>51</sup>. Oznake upozorenja odnose se na vrste opasnosti koje postoje ili mogu nastati u prometu opasnim kemikalijama i pri rukovanju, a označavaju se slovom R (Risk) i rednim brojem iz popisa oznaka upozorenja. CLP Uredbom zamjenjuju ih oznake H.

**R 10** – zapaljiv

**R 23** – otrovan ako se udiše

**R 34** – izaziva opekline

**R 36** – nadražuje oči

**R 37** – nadražuje dišni sustav

**R 38** – nadražuje kožu

**R 50**- vrlo otrovno za organizme koji žive u vodi

---

<sup>51</sup> Direktiva 67/548/EEC (Dangerous Substances Directive – DSD, Direktiva o opasnim kemikalijama) ; oznake upozorenja za opasne tvari i pripravke, oznake upozorenja „R“ za označavanje opasnih tvari i pripravaka te obavijesti „S“ za označavanje opasnih tvari i pripravaka zamijenjuju se temeljem CLP Uredbe, H i P oznakama od 1. lipnja 2015. godine.

**Prema CLP Uredbi<sup>52</sup>:**

**H221-** zapaljivi plin

**H331-** otrovno ako se udiše

**H314** - uzrokuje teške opekline kože i ozljede oka

**H400** - vrlo otrovno za vodeni okoliš

Dopunska oznaka upozorenja **EUH071** Nagrizajuće za dišne sustave

### **5.3. Značenje oznaka obavijesti**

Prema DSD Direktivi. Oznake obavijesti odnose se na mjere koje se moraju primjeniti u prometu opasnim kemikalijama i pri rukovanju, a označavaju se slovom S (safety precautions) i rednim brojem iz popisa oznaka upozorenja. CLP Uredbom zamjenjuju ih oznake P.

**S 2** – čuvati izvan dječjeg dohvata

**S 7** – čuvati u dobro zatvorenim posudama

**S 9** – čuvati posude na dobro provjetrenom mjestu

**S 16** – čuvati odvojeno od izvora paljenja – zabranjeno pušenje

**S 26** – ako dođe u dodir s očima, odmah oči isprati s puno vode i zatražiti liječnički savjet

**S 38** – u slučaju nedovoljne ventilacije nositi odgovarajući pribor za disanje

---

<sup>52</sup> Uredba (EZ) br. 1272/2008 (Regulation on classification, labelling and packaging je tzv. CLP Uredba) je nova EU Uredba o razvrstavanju, obilježavanju i pakiranju tvari i smjesa. Ona integrira kriterije globalno harmoniziranog sustava (Globally Harmonized System – GHS) Ujedinjenih naroda u zakonodavstvo EU-a. CLP uredba će postepeno zamjenjivati direktiva o opasnim kemikalijama – DSD (Dangerous Substance Directive) (67/548/EEZ) i direktiva o opasnim preparatima – DPD (Dangerous Preparation Directive) (1999/45/EC). Uredba donosi nove kriterije razvrstavanja, simbole opasnosti (piktograme) te oznake upozorenja i obavijesti H i P koje zamjenjuju R i S oznake. Takav sustav osigurat će da se kemikalije razvrstavaju i označavaju na identičan način diljem svijeta što će pomoći jednostavnijem prometu kemikalija budući da su dosadašnji različiti sustavi razvrstavanja bili svojevrsna barijera slobodnom međunarodnom prometu te su zahtijevali i dodatna financijska sredstva kako bi se iste kemikalije razvrstale i označile na različite načine sukladno različitim propisima i kriterijima za razvrstavanje. CLP uredba zahtijeva od industrije da razvrsta, označi i pakira opasne kemikalije prije stavljanja na tržište s ciljem zaštite radnika, potrošača i okoliša

**S 45** – u slučaju nesreće ili zdravstvenih tegoba hitno zatražiti savjet liječnika (ako je moguće pokazati naljepnicu).

**Prema CLP Uredbi:**

**P210** - Čuvati odvojeno od topline/iskre/otvorenog plamena/vrućih površina...Ne pušiti.

**P260** - Ne udisati plin/maglu/pare/aerosol.

**P273** - Izbjegavati ispuštanje u okoliš

**P280** - Nositi zaštitne rukavice/zaštitno odijelo/zaštitu za oči/zaštitu za lice.

**P377**- Požar zbog istjecanja plina: ne gasiti ako nije moguće sa sigurnošću zaustaviti istjecanje.

**P403+P233** Skladištiti na dobro prozračenom mjestu. Čuvati u dobro zatvorenom spremniku.<sup>53</sup>

**POSEBNI UČINCI: IR – D** ( iritacija dišnih organa ); **G – 2** ( preporučljiva zaštita u trudnoći )

**NAJVAŽNIJI SIMPTOMI I UČINCI, AKUTNI I ODGOĐENI : Gutanje:** Djelovanje amonijaka na usta, grlo, jednjak želudac i unutarnje organe izaziva njihovo bolno nagrizanje. Moguće su perforacije, upala trbušne maramice i kardiovaskularne reakcije (šok, kolaps).

**Koža:** nekroza; nakon kontakta s tekućim bezvodnim amonijakom moguća oštećenja zbog smrzavanja. **Oči:** pečenje/probadanje, suženje očiju, konjunktivitis, pri visokim koncentracijama blefarospazam (obrambeni mehanizam), uglavnom odgođena pojava edema/zamućenosti rožnice, gubitak epitela, iritis, katarakt, glaukom, nepovratno oštećenje očiju uzrokovano prvenstveno prskanjem tekućeg amonijaka. **Udisanje:** iritacija nosa i grla, kašljanje, teškoće s disanjem, hiperpneja, mučnina povraćanje, kasnija upala respiratornih putova, mogući simptomi kao kod astme; nakon obilnije izloženosti, brzo nastajanje edema glotisa, laringo/bronhospazam, refleksivni zastoj disanja/srčani zastoj, plućni edem, upala pluća (također kao sekvela).<sup>54</sup>

---

<sup>53</sup> Izvor: Sigurnosno tehnički list- Amonijak, Petrokemija ,Kutina

<sup>54</sup> Izvor: Sigurnosno tehnički list- Amonijak ; Petrokemija , Kutina

#### 5.4. Učinci na okoliš:

- na vodu GVI<sup>55</sup> 0,1 mg/dm<sup>3</sup> za I i II razred
- 0,5 mg/dm<sup>3</sup> za III i IV razred

EKOTOKSIČNOST: Otrovan za ribe i planktone preko 0,3 mg/dm<sup>3</sup>

Toksičnost amonijačnih rastvora obično ne izaziva probleme ljudima ili drugim sisavcima obzirom da postoji specifični mehanizam koji sprječava njegovo akumuliranje u krvotoku. Amonijak se pretvara u karbamil fosfat pomoću enzima karbamil fosfat sinteze, i onda ulazi u urein ciklus, gdje se ugrađuje u aminokiseline ili izlučuje putem urina. Ribe i amfibijske životinje nemaju ovaj mehanizam, one amonijak obično eliminiraju tako da ga direktno izlučuju iz organizma. Amonijak je čak i u razblaženim koncentracijama visoko toksičan za vodene životinje i zato je klasificiran kao opasan za okoliš. Spojevima amonijaka nikada se ne smije omogućiti da dođu u kontakt s bazama (osim ako je namjera održavanje reakcije), zbog toga što može doći do oslobađanja opasnih količina plinovitog amonijaka.

**Tablica 4:** Klasifikacija otopina amonijaka Europske Unije<sup>56</sup>

Koncentracija po težini	Molarnost	Klasifikacija
5–10%	2.87–5.62 mol/L	Iritant (Xi)
10–25%	5.62–13.29 mol/L	Korozivan (C)
>25%	>13.29 mol/L	Korozivan (C) Opasan za okoliš (N)

<sup>55</sup> Granične vrijednosti izloženosti na radu (prije je to bila oznaka MDK). Prosječna koncentracija tvari (plinova, para, aerosola, prašine) u zraku na mjestu rada u zoni disanja radnika za određeni ciljani period. Smatra se da utvrđena GVI pri temp. od 20° C i tlaku zraka 1013 mbar prema sadašnjim saznanjima ne dovodi do oštećenja zdravlja pri svakodnevnom 8h radu (uz normalne mikroklimatske uvjete i umjereno fizičko naprezanje).

<sup>56</sup> Izvor : <http://wikipedia.org/wiki/Amonijak>, *Pristupio*:2014-10-08.

## Klasa opasnosti

Prema listi otrova ( «Narodne Novine broj 7/2001 ) AMONIЈAK spada u II . skupinu otrova ako mu je koncentracija veća od 35% ( -55% ) i tada mora biti označen s TC pri čemu T znači otrov a C nagrizajuća tvar.

**Tablica 5:** Klase i stupnjevi opasnosti<sup>57</sup>

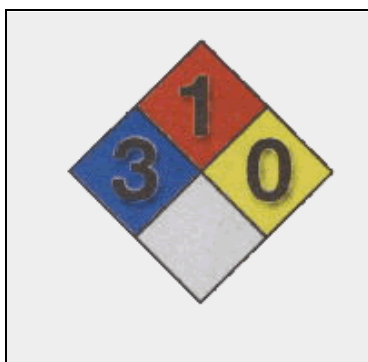
<b>OPASNOST</b>	<b>AMONIЈAK</b>
<b>za zdravlje</b>	<b>3</b>
<b>za zapaljivost</b>	<b>1</b>
<b>za reaktivnost</b>	<b>0</b>

Na ambalaži se još mora istaknuti oznaka sukladna hrvatskoj normi HRN ( Z.CO.012 ) koja određuje stupanj opasnosti za zdravlje - PLAVO , opasnost od zapaljivosti- CRVENO , opasnost od ( nestabilnosti ) reaktivnosti -ŽUTO te u bijelom polju neku od specifičnosti opasne tvari , npr. oksidativnost , radioaktivnost i slično.

### Stupanj opasnosti (dijamant

opasnosti)

- 0 – bez opasnosti
- 1 – neznatna opasnost
- 2 – opasno
- 3 – vrlo opasno
- 4 – izvanredno opasno



### Posebne napomene ( bijelo polje )

- smije se gasiti vodom
- ne smije se gasiti vodom
- opasnost od radioaktivnog zračenja
- oksidans

<sup>57</sup> Izradio autor Završnog rada.

**Tablica 6:** Podaci o toksičnosti amonijaka<sup>58</sup>

<b>KONCENTRACIJA (ppm) part per milion (milijuntni dio od 1000m<sup>3</sup> zraka</b>	<i>UČINAK</i>	<i>VRIJEME DJELOVANJA</i>
5	granica osjeta mirisa	
25 (35)	GVI	8-satna izloženost ne izaziva učinke kod većine izloženih
50 – 150	intenzivan, neugodan, oštar miris	izloženost od nekoliko sati ne izaziva značajnije smetnje
150 – 300	bockanje, žarenje očiju i grla	do jednog sata bez trajnih posljedica
400 – 700	nadražaj nosa, grla i očiju, suzenje, podražajni kašalj	do pola sata bez trajnih posljedica
700 – 2000	nadražaj kože, jaki kašalj, gušenje, promuklost, jaki nadražaj očiju	učinak se javlja u kratkom vremenu
2000 – 3000	korozije kože i sluznica, oštećen vid, konvulzivni kašalj, otežano i bolno disanje	nekoliko minuta može biti opasno po život
<u>≥ 5000</u>	edem sluznice grkljana, plućni edem, progresivna cijanoza, brzo ugušenje	trenutno ili u kratkom vremenu smrtni ishod
<b><u>10 000</u></b>	<b>IDHL</b> <sup>59</sup>	Potencijalno smrtonosna koncentracija za život i zdravlje

<sup>58</sup> Izvor: Bogadi-Šare, A.: Utjecaj amonijaka na zdravlje : Amonijak. – Zagreb, Otvoreno sveučilište, 1993.

<sup>59</sup> Immediately dangerous to life and health ( trenutno smrtonosna koncentracija za život i zdravlje).

### Akutno trovanje:

**oralno (LD50)<sup>60</sup>** Nadražaj grla i nosa, oči suze 400 – 700 ppm

**oralno (LD50)** 350 mg/kg (rat)

**inhalacijsko (LD50)** Grčevit kašalj i nadražaj očiju 2000 – 3000 ppm

**dermalno (LD 50)** Respiratorni grč, gušenje 5000 – 10 000 ppm

**dermalno (LC 50)<sup>61</sup>** 2000 mg/l (rat)

**LD 50 10 000 ppm/3h**

**Tablica 7:** Parametri nadzora<sup>62</sup>

Naziv opasne tvari	GVI Najveća dopuštena koncentracija		KGVI Kratkotrajno dopuštena koncentracija		Biološke granične vrijednosti
	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>	
AMONIJAK	20	14	50	36	10 000 ppm

Vrijednost GVI za plinove i pare u ml/m<sup>3</sup> (ppm) mogu se preračunati u mg/m<sup>3</sup> i obrnuto prema formulama:

$$C (mg/m^3) = \frac{M}{24,04} \times C (ppm) \quad \text{ili} \quad C (ppm) = \frac{24,04}{M} \times C (mg/m^3)$$

M = molekulska masa u g

C = koncentracija tvari

<sup>60</sup> Letalna doza, količina otrova kod koje 50% otrovanih životinja uginu.

<sup>61</sup> Letalna koncentracija ( ako je došlo do uginuća ).

<sup>62</sup> Pravilnik o graničnim vrijednostima izloženosti opasnim tvarima pri radu i o biološkim graničnim vrijednostima ( NN 13/09).



Obzirom na već navedene fizikalno kemijske osobine amonijaka i vrlo nizak prag identifikacije, odnosno granice prepoznavanja njegovog karakterističnog mirisa od 5 ppm, sama identifikacija ni u jednom trenutku nije upitna u prvoj fazi istjecanja amonijaka.

## **6. IZVEDBA I NAČIN DJELOVANJA AMONIJAKA U RASHLADNOM SUSTAVU<sup>63</sup>**

Efekt hlađenja zasniva se na činjenici da tekućine prilikom isparavanja preuzimaju na sebe relativno velike količine topline. Ta se toplina uzima iz prostora za hlađenje i odvodi iz njega u vidu para sredstva za hlađenje.

Za takav postupak potrebna je tvar koja u granicama željenih niskih temperatura prelazi iz tekućeg u plinovito stanje, koja ima nisko vrelište kao što je u ovom slučaju AMONIJAK. Ovo klasično sredstvo za hlađenje nalazi se u tekućoj fazi u temperaturnim granicama od - 78° C do - 33,4° C (pod normalnim atmosferskim tlakom), a vrije na - 33,4°C.

Kao primjer djelovanja amonijaka u rashladnom sustavu navest ćemo rashladni sustav u mesnoj industriji Gavrilović. Amonijak se u rashladnom sustavu nalazi u stalnom kružnome toku. Kao para nastala preuzimanja topline iz rashladne prostorije, vraća se u kompresorsku stanicu gdje se komprimira do 12 bara. Pri tom se pare amonijaka jako zagriju (usp.u kompresija u zračnoj pumpi), a u okolini sa nižom temperaturom ponovno se ohlađuje i pri tom postaju tekućina. Ova se kondenzacija događa kod normalnih temperatura rashladnih prostora.

Na putu iz kompresora u rashladnu prostoriju prema izmjenjivačima, pretlak u tzv. "prigušnici" smanji se na nekoliko bara, što ima za posljedicu jako hlađenje, ispod - 30 °C. Ukapljeni amonijak tada ima manju temperaturu od rashladne prostorije i zbog toga može ponovno joj oduzimati toplinu, pri čemu ponovno isparava.

Ovaj princip funkcioniranja karakterističan je za takozvane rashladne uređaje s hladnom parom ili kompresijom.

Svaki rashladni krug ovisno o temperaturama, ima instaliranu slijedeću opremu:

1. kompresori za amonijak, rotacijski, klipni i vijčani (broj i vrsta ovisi o temperaturi rashlađivanog prostora),
2. rashladni tornjevi i kondenzatori,
3. sakupljači kondenznog amonijaka,

---

<sup>63</sup> Primjer rashladnog postrojenja Gavrilović d.o.o., uz odobrenje tvrtke Gavrilović.

4. spremnici amonijaka kapaciteta
5. separator,
6. pumpe za rashladnu vodu,
7. pumpe za amonijak,
8. indikatorska, regulacijska i sigurnosna armatura.

## **7. POSTUPAK I MJERE ZA UKLANJANJE I UBLAŽAVANJE NEPOSREDNIH POSLJEDICA IZAZVANIH IZNENADNIM DOGAĐAJEM**

Oštri procesni uvjeti (temperatura, tlakovi, starost postrojenja i dr.) te velike količine opasne tvari u rashladnom sustavu imaju potencijal za izazivanje tehničko – tehnološke ( kemijske ) nesreće čije posljedice djeluju daleko izvan kruga postrojenja i tvornice.

Sustav priprema za slučaj nesreće trebao bi imati tri dijela i to:

- preventivne mjere (kako bi se smanjila vjerojatnost nastanka akcidenta)
- planiranje (kako povećati efikasnost intervencije u slučaju akcidenta)
- intervencija (aktivnosti koje se poduzimaju tijekom intervencije u smislu zaštite i spašavanja).

Postrojenja koja koriste akutno toksične tvari kao što je amonijak moraju imati sustav spašavanja koji funkcionira u realnom vremenu.

Ukoliko nisu izrađeni planovi intervencija, ne postoje interventne ekipe i oprema za intervenciju, a sustav spašavanja nije sposoban funkcionirati u realnom vremenu, posljedice ispuštanja većih količina amonijaka mogu biti katastrofalne. Najefikasnija mjera zaštite je pravilan izbor najpovoljnije lokacije tvornice u odnosu na udaljenost naselja i vodotokova koji bi u slučaju iznenadnog događaja mogli biti ugroženi.

## 7.1. Redovne mjere održavanja i preventive unutar tvornice<sup>64</sup>

Poduzimanje svih potrebnih mjera preventivnog održavanja i kontrole građevina, objekata, strojeva, uređaja, opreme i instalacija, s ciljem da ne dođe do kvarova i oštećenja praćenih istjecanjem amonijaka, podrazumijeva određene radnje koje se odnose na strojeve, instalacije, fizikalne uvjete radne okoline te kemijske štetnosti i edukativne programe za zaposlenike.

Ispitivanje strojeva i uređaja obuhvaća:

- ispitivanje strojeva i uređaja s povećanim opasnostima
- ispitivanje i certificiranje posuda pod tlakom, ventila sigurnosti i pripadajućih cijevnih instalacija.

Ispitivanje električnih instalacija obuhvaća:

- ispitivanje indirektnog napona dodira
- ispitivanje otpora izolacije vodiča
- ispitivanje otpora uzemljivača ispitivanje izjednačavanja potencijala, ekvipotencijalizacija metalnih masa
- provjera tipkala za daljinsko iskapčanje električne energije
- ispitivanje odvođenja statičkog elektriciteta
- pregled i ispitivanje gromobranskih instalacija
- provjera i ispitivanje protu panične rasvjete.

Ispitivanja u funkciji zaštite od požara obuhvaćaju:

- pregled i funkcionalno ispitivanje stabilnih sustava za dojavu i gašenje požara
- pregled i funkcionalno ispitivanje plino detekcije
- pregled i funkcionalno ispitivanje vatrodojave
- pregled i funkcionalno ispitivanje vanjske i unutarnje hidrantske mreže
- servisiranje i raspored ručnih i ručnih prijevoznih protupožarnih vatrogasnih aparata.

---

<sup>64</sup> Sve navedene mjere i radnje sastavni su dio periodičkih ispitivanja u objektima postrojenja, zakonski su propisane.

Ispitivanje kemijskih štetnosti i osobnih zaštitnih sredstava obuhvaća:

- redovni pregled i ispitivanje kemijskih izolacijskih odijela
- redovni pregled i održavanje izolacijskih dišnih aparata
- redovni pregled plinskih maski i cjedila za amonijak
- kontrolu radne okoline ispitivanjem kemijskih štetnosti (koncentracije amonijaka GVI, KGVI<sup>65</sup>).

Ispitivanje fizikalnih uvjeta radne okoline obuhvaća:

- ispitivanje buke
- ispitivanje vibracija i njihovog učinka na statiku građevine
- ispitivanje rasvjetljenosti radnog prostora.

Radna mjesta s posebnim uvjetima rada i edukacijski programi osposobljavanja zaposlenika podrazumijevaju:

- upućivanje na prethodne i redovne periodične zdravstvene preglede u specijalističku ambulantu medicine rada
- osposobljavanje zaposlenika za rad na siguran način
- osposobljavanje zaposlenika za provedbu preventivnih mjera zaštite od požara te preventivnih mjera kod gašenja požara, spašavanja ljudi i imovine ugroženih požarom
- osposobljavanje za rad s otrovima putem Zavoda za toksikologiju
- osposobljavanje za pružanje prve pomoći radnicima na radu

## **7.2. Podjela preventivnih mjera**

Općenito preventivne mjere od tehničko-tehnoloških katastrofa i velikih nesreća možemo podijeliti na :

- organizacijske
- tehničko-tehnološke
- edukativne
- informativne
- urbanističko-planske
- građevinske
- financijske
- kadrovske i dr.

---

<sup>65</sup> Kratkotrajna granična vrijednost izloženosti (KGVI prije je to bila KDK /kratkotrajna dopustiva koncentracija/ vrijednost) je ona koncentracija kemikalije kojoj radnik može biti bez opasnosti od oštećenja zdravlja biti izložen kroz kraće vrijeme.

Premda je preventiva pravi način za sprečavanje havarija i tehničko - tehnoloških akcidenata, nesreće se ipak događaju.

Ako unatoč provođenju svih predviđenih preventivnih mjera dođe do nekontroliranog istjecanja amonijaka, sustav za evakuaciju i spašavanje u realnom vremenu mora biti aktivan i operativan 24 sata na dan i pri tome mora odgovoriti na ova pitanja:

- koliko amonijaka u najnepovoljnijoj varijanti može isteći iz rashladnog sustava
- koliko je moguće ispuštanje u zatvorenom, a koliko na otvorenom prostoru
- kako će se formirati lokva prolivenog amonijaka
- kako će se u atmosferi gibati oblak amonijaka nastao nakon prolijevanja
- hoće li koncentracija amonijaka preći kritičnu granicu
- u kojem trenutku i na kojoj udaljenosti se mogu očekivati opasne koncentracije
- hoće li i u kojem vremenu amonijačni oblak dosegnuti naseljeno područje
- kada će koncentracija pasti na sigurnu razinu
- kojim snagama i kojim akcijama izvesti intervenciju?<sup>66</sup>

### **7.2.1. Preventivne akcije koje bi znatno i trajno umanjile mogućnost nesreće zbog trovanja amonijakom**

Potrebno je razmišljati o preventivnim i dugotrajnim rješenjima koja bi trajno spriječila opasnost pojave otrovnog oblaka opasnog po zdravlje, pa i život u okolini postrojenja. Neka od rješenja su :

#### **7.2.1.1. Zamjena amonijaka drugim sredstvom**

Svakako je najpoželjnija i najučinkovitija mjera zamjena sredstva – medija koji se koristi u sustavu. Kad bi se amonijak zamijenio manje toksičnim sredstvom, npr. propilen- glikol<sup>67</sup>, nestala bi mogućnost pojave otrovnog oblaka izlaskom iz sustava.

---

<sup>66</sup> Pitanja na koja se mora odgovori izradom Procjene ugroženosti i Operativnog plana subjekata koja u svojim postrojenjima posjeduju opasne tvari , u ovome slučaju amonijak.

<sup>67</sup> Poznat je i pod nazivom propilenov glicerol. Propilen-glikol je bezmirisan, boje i okusa jasan, sirupaste teksture. To je sintetički materijal koji je u potpunosti topiv u vodi. Proizvodi se kemijskom sintezom iz propilenova oksida. Ima vrlo široku primjenu u kozmetičkim i medicinskim proizvodima. Umjetno sredstvo za zadržavanje vlage, pomoćna tvar u procesu proizvodnje (tvar za otapanje i ekstrakciju) rashlađivač u tekućim sustavima hlađenja.

Prednosti sustava za hlađenje s medijem za prijenos topline (propilen - glikol ) su u tome što radna tvar ne može doći u dodir s hlađenom robom u slučaju propuštanja (ne može doći do oštećenja robe, kao kod korištenja amonijaka), temperature u hladionici mogu se jednostavnije regulirati proporcionalnim<sup>68</sup> umjesto dvopoložajnim regulatorima<sup>69</sup>. Za veće razgranate sustave hlađenja općenito je potrebno manje primarne radne tvari nego kod sustava s neposrednim hlađenjem ( amonijakom ).

Nedostaci su sustava s medijem za prijenos topline veći investicijski i pogonski troškovi sa manjim faktorom hlađenja.

### **7.2.1.2. Izgradnja sustava odzračivanja amonijaka**

Izgradnjom posebnog sustava prisilne cirkulacije zraka zasićenog amonijakom i njegovo ispuštanje na visini, poput dimnjaka, znatno bi se smanjile koncentracije amonijaka u okolnom zraku, ali i unutar pogona postrojenja. Amonijak koji bi se ispuštao na toj visini, npr. 20 m, lakše bi prelazio iz smjese aerosola i pothlađenog plina koji su teži od zraka u plin, koji je lakši od zraka. Takav plin bi se tek djelomično spustio do zemlje, te bi koncentracije u zraku bile značajno manje u odnosu na njegovo istjecanje iz sustava hlađenja u situaciji bez takvog sustava prisilne cirkulacije. Zrak zasićen amonijakom bi velikim ventilatorima bio pogonjen u takav „dimnjak“ a tamo bi se dodatno mogao prskati vodom, koja izuzetno dobro veže amonijak, što bi još umanjilo amonijak u zraku. Reakcija amonijaka s vodom je exotermna, čime bi se amonijak dodatno zagrijavao i prelazio i više iz stanja gušćeg od zraka u manje opasno stanje rjeđe od zraka. U sklopu pogona, ovakvo odvođenje amonijaka bi smanjilo koncentracije amonijaka u zraku u unutrašnjim prostorima pogona, pa bi se smanjila i opasnost za osoblje koje u tim prostorima radi.

### **7.2.1.3. Sustav obaranja amonijaka iz zraka vezanjem na vodu**

Na postrojenjima koja imaju opasnost od tehničko – tehnološkog akcidenta povezanog sa amonijakom potrebno bi bilo izgraditi stabilni automatski ili poluautomatski sustav za

---

<sup>68</sup> Najjednostavniji oblik regulatora kojim je ostvaren proporcionalni zakon upravljanja.

<sup>69</sup> Naziv ovih regulatora potječe od položaja (stanja), njihovog izvršnog dijela i to od dva krajnja položaja: "uključeno" i "isključeno". Osim ovih izvedbi regulatora, veoma se često primenjuju i dvopoložajni regulatori nivoa s plovkom, regulatori pritiska plinova i tekućina s kontaktnim manometrima. Dvopoložajni se regulatori veoma često primenjuju i kao sklopovi za blokiranje i signalizatori krajnjih i kritičnih ili opasnih stanja mjerenih i kontroliranih veličina procesa.

obaranje oblaka amonijaka raspršenim vodenim mlazom (vodena zavjesa). Mlaznice je najbolje postaviti fiksno na najboljem mjestu, a to je s vanjske strane ulaza u prostorije gdje se nalazi amonijak. Način aktivacije mlaznica mora biti jednostavan i dostupan iz vanjskog prostora.

#### **7.2.1.4. Sadnja zaštitnog pojasa zelenila**

Uspostavljanje zelenog pojasa između tvornice i okolnih kuća na postojećim zelenim površinama na čestici gdje je smještena tvornica. Treba posaditi bilje različitih visina (od grmlja do drveća visine do 5-6 m) u više redova. Povoljnim izborom i uzgojem biljaka djelomično je moguće zadržati i usmjeriti oblak amonijaka na veću visinu i time smanjiti opasnost za okolno stanovništvo. Prolaskom mimo raznih prepreka koje pojas zelenila predstavlja, došlo bi do stvaranja zračnih vrtloga, a time i dizanja zraka bogatog amonijakom u visinu i miješanja sa zrakom u višim slojevima, čime dolazi do razrjeđivanja.

### **7.3. Priprema**

Kako bi se u ključnim trenucima moglo djelovati ispravno i donositi ispravne odluke, izuzetno je važno biti u pripravnosti. Pripravnost uključuje edukaciju zaposlenika za ispravno i brzo djelovanje u slučaju događaja istjecanja amonijaka iz sustava, kao i redovne provjere opreme koja se koristi. Također, područni uredi za zaštitu i spašavanje i lokalne jedinice civilne zaštite trebale bi organizirati , edukaciju okolnog stanovništva.

#### **7.3.1. Pripreme u okviru tvornice**

Pripreme u okviru tvornice obuhvaćaju edukacije djelatnika, redovite vježbe te održavanje i ispitivanje opreme koja se koristi u slučaju nesreće na postrojenju.

##### **7.3.1.1. Edukacija djelatnika**

Najmanje jednom godišnje potrebno je provesti edukaciju djelatnika koja uključuje način dojave opasnosti od amonijaka, način postupanja nakon dojave, kakvi se učinci po zdravlje mogu očekivati od amonijaka i kako spriječiti paniku. U sklopu ove edukacije potrebno je educirati djelatnike i o postupanju u slučaju požara.

### 7.3.1.2. Vježbe

Vježbe su sastavni dio pripreme i edukacije i moraju se redovito provoditi u cilju postizanja zadovoljavajućeg stupnja pripravnosti. Jednom godišnje, vježbe se moraju organizirati u okviru tvornice. U sklopu vježbi moraju se isplanirati razni scenariji mogućeg ispuštanja amonijaka i simulirati akcija u okviru takvog scenarija. Vježbe također moraju obuhvatiti i mogućnost požara i potresa, pri čemu se istodobno može očekivati i istjecanje amonijaka. Vježba mora biti opsegom angažmana djelatnika, uporabom opreme i postupanjem što sličnija mogućem stvarnom događaju. Vidi sliku 8.

**Slika 8. (A-N) :** Detalji sa vježbe istjecanja amonijaka i evakuacije zaposlenika u tvornici Gavrilović d.o.o. Petrinja, ( Osobno fotografirao autor Završnog rada, uz odobrenje tvrtke Gavrilović).



A



B



C



D



E





F



G



H



I



J



K



L



M



N

A - Nakon dojave djelatnika iz pogona industrije da se osjeti intenzivan miris amonijaka, strojar rashladnih uređaja dolazi na mjesto incidenta kako bi utvrdio razlog istjecanja i razinu koncentracije amonijaka. Nakon mjerenja koncentracije amonijaka, utvrđuje da je istjecanje veće od 200 ppm i da je došlo do puknuća cijevi koje se ne može sanirati u kratkom roku. Nalaže evakuaciju svih zaposlenika na siguran prostor.

B,C,D – Zbog velike koncentracije amonijaka, strojari rashladnog postrojenja obučeni u zaštitna kemijska odijela i opremljeni izolacijskim aparatima dolaze na mjesto puknuća cijevi kako bi zatvorili najbliže ventile te spriječili daljnje istjecanje amonijaka iz rashladnog sustava.

E – Zatvaranje jedne grane cjevovoda amonijaka.

F – Postavljanje ventilatora kako bi se amonijak izbacio iz prostora i tako smanjila koncentracija.

G – Zbog jakog istjecanja i velike koncentracije amonijaka, obaviještena je DUZS-e koja na ispomoć šalje javnu vatrogasnu postrojbu Grada Petrinje.

H,I,J,K – Profesionalni vatrogasci obaraju oblak amonijaka koji je izlazio iz pogona vodenim zavjesama i raspršenim mlazom vode te sprečavaju daljnje širenje amonijaka i ugrožavanje okolnog stanovništva.

L – Zaposlenici pogona industrije evakuirani na siguran prostor.

M – Iznošenje ozlijeđenog na siguran prostor, gdje mu je pružena prva pomoć od posljedica udisanja amonijaka.

N – Čepljenje kanalizacijskih otvora i cijevi zračnim jastucima kako bi se spriječilo otjecanje amonijaka koji je oboren vodenim zavjesama i mlazovima u kanalizaciju i dalje u vodotokove.

### **7.3.1.3. Oprema**

Oprema koja se koristi u slučaju izvanredne situacije s amonijakom opisana je u poglavlju 8. Osim ove opreme, u slučaju požara koriste se i vatrogasni aparati. Oprema se mora kontrolirati i servisirati u redovitim propisanim intervalima, a najmanje jednom godišnje, a ona kojoj je istekao rok uporabe zamijeniti novom.

### **7.3.2. Pripreme lokalne zajednice**

#### **7.3.2.1. Edukacija stanovništva**

Područni uredi za zaštitu i spašavanje trebali bi, jednom godišnje provesti edukaciju stanovništva, pri čemu treba podijeliti i dovoljan broj unaprijed pripremljenih letaka u kojima je u kratkim crtama izloženo predavanje. Edukacija se treba provesti na način da se stanovništvu priopći kakva se opasnost od amonijaka može očekivati i kolika je vjerojatnost da se to dogodi. Stanovništvo je potrebno educirati na koji način će biti upozoreno na približavanje oblaka amonijaka, te da se u tom slučaju ne upuste u bijeg, nego da zaklon potraže u zatvorenom prostoru, oblijepivši ljepljivom trakom rubove prozora i vrata, kako bi se smanjila njihova propusnost. Također je potrebno poučiti stanovništvo o vremenu trajanja povećane koncentracije amonijaka opasne za život. Uz to, stanovništvo treba imati u pripremi marame koje se u slučaju pojave amonijaka namoče vodom, pa se kroz njih diše, te se tako uklanja dio amonijaka.

## **7.4. Upozoravanje**

### **7.4.1. Nekontrolirano istjecanje veće količine amonijaka**

#### **7.4.1.1. Uočavanje istjecanja i razlikovanje dva slučaja**

Istjecanje amonijaka mogu mirisno osjetiti ( amonijak ima izrazito zagušljiv, oštar, neugodan, nadražujući miris po ustajalom urinu; osjeti se u intervalu koncentracije od 0,7-54 ppm) radnici u prehrambenoj industriji , koji su se zatekli u blizini mjesta istjecanja ili dežurno osoblje prilikom redovnog obilaska rashladnog postrojenja. Radnici su dužni istjecanje amonijaka prijaviti dežurnom osoblju odgovornome za amonijak. Sve osobe trebaju

odmah i bez panike napustiti ugroženi prostor dok se ne utvrdi istjecanje i stupanj opasnosti. Dežurni radnik u strojarnici rashladnih uređaja po dojavi odlazi na mjesto istjecanja amonijaka i određuje stupanj opasnosti. Stupanj opasnosti se određuje instrumentom koji mjeri koncentraciju amonijaka u zraku. Vidi sliku 6 i sliku 7.



**Slika 6:** Uređaj za mjerenje koncentracije amonijaka u zraku<sup>70</sup>



**Slika 7:** Mjerenje koncentracije amonijaka u zraku<sup>71</sup>

<sup>70</sup> Izvor: Dräger katalog, *Dostupno na:* [http:// www.draeger.com](http://www.draeger.com), *Pristupio:* 10.12.2014.

<sup>71</sup> Izvor: Dräger katalog, *Dostupno na:* [http:// www.draeger.com](http://www.draeger.com), *Pristupio:* 10.12.2014.

Ovisno o izmjerenoj koncentraciji u zraku, razlikuju se dva slučaja:

1. Ako je koncentracija amonijaka u zraku radnog prostora u granicama u kojima neće uzrokovati veće opasnosti za zdravlje, te iznosi manje od 220 dijelova amonijaka u milijun dijelova zraka (ppm), dežurni strojar rashladnog postrojenja izvješćuje svoje nadređene o nastalom kvaru, nakon čega oni organiziraju popravak i sprečavanje daljnjeg curenja amonijaka. Prema potrebi pogon proizvodnje napuštaju radnici onog dijela pogona gdje se amonijak najviše osjeti.

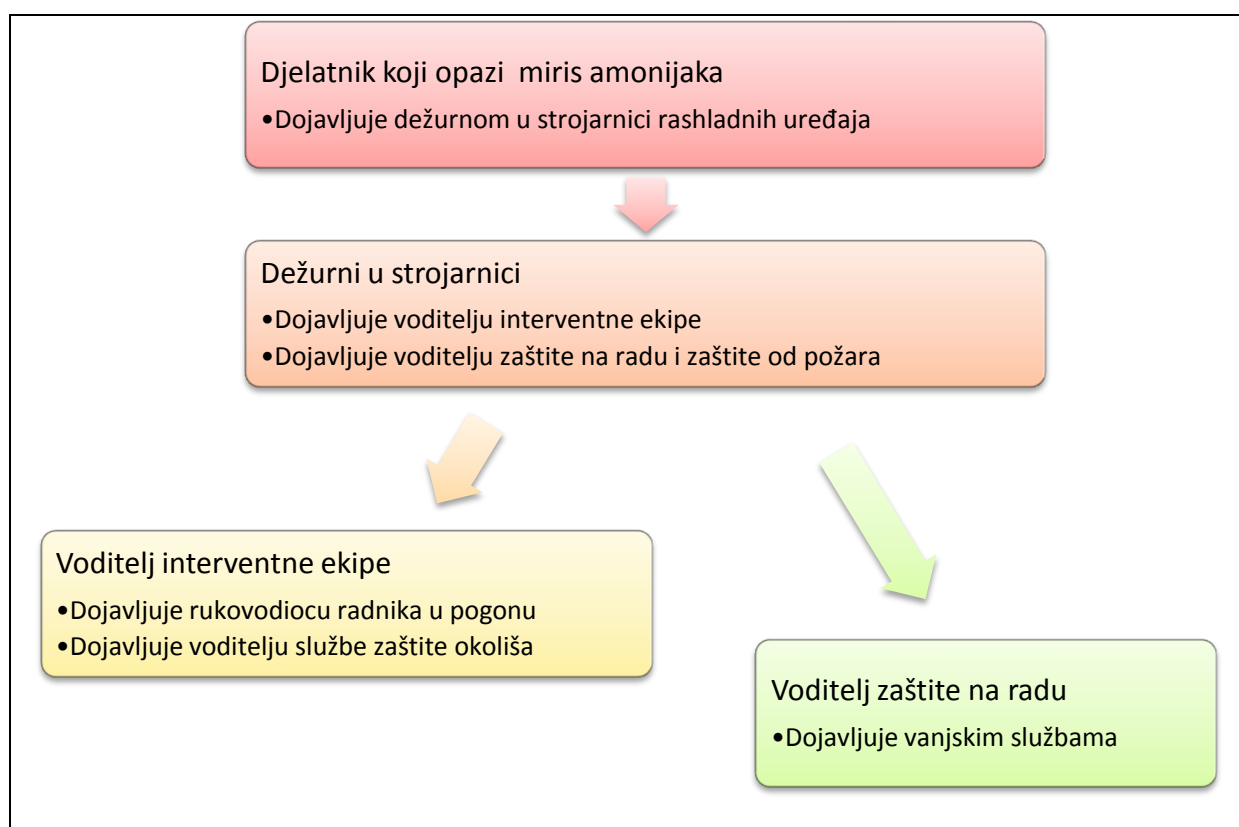
2. Ako koncentracija amonijaka u zraku radnog prostora iznosi više od 220<sup>72</sup> dijelova amonijaka u milijun dijelova zraka (ppm), pokreće se preventivni sustav obavješćivanja radi sprječavanja nesreće i postupanja u slučaju nesreće. Voditelj interventne ekipe koordinira sve daljnje radnje, vezane uz evakuaciju i sprječavanje daljnjeg istjecanja amonijaka. Prva radnja voditelja je dojava radnicima u pogonu o evakuaciji. U slučaju ako je izmjerena koncentracija amonijaka u zraku radnog prostora veća od 220 ppm, upozoravanje se mora odvijati unaprijed određenim redoslijedom. Pozivaju se sve potrebne vanjske hitne službe (DUZS, Policija, Hitna pomoć, Vatrogasci) i koordinira njihov rad u okviru nastalog incidenta. Potrebno je obavijestiti i Županijski eko-stožer, lokalna i županijska radiopostaja te Županijski centar za obavješćivanje. Uzbunjuje se stanovništvo na širem području. Nakon oglašavanja znaka nadolazeće ili neposredne opasnosti daju se informacije o događaju i načinu zaštite. Stanovništvo je na prethodnim kratkim tečajevima upućeno u mogući opseg opasnosti, razvoj situacije i načine postupanja, te tako pripremljeno postupa sukladno uputama.

---

<sup>72</sup> Izloženost uzrokuje kemijske opekline, pneumonitis (upala plućnog tkiva) i edem pluća. Visoke koncentracije (>700 ppm, tj. >487 mg m<sup>-3</sup>) i/ili dugotrajna izloženost oštećuju plućni parenhim, a pri nižim koncentracijama ili kraćem trajanju izloženosti očituje se nadražajno djelovanje na sluznicu očiju i dišnih putova: upala očne spojnice i izrazito suženje očiju, nadražaj nosa i grla, kašalj, stezanje u prsištu, otežano disanje. Vrlo visoke koncentracije mogu uzrokovati nagli laringospazam (opstrukcija grkljana zbog spazma) pa i zastoj disanja. Amonijak jako nadražuje dišne organe. Kod 20-25 ppm osjeća se neugodnost zbog nadraženosti. Pet minuta pri 130 ppm uzrokuje pečenje sluznice nosa i gornjih dišnih putova. Kratkotrajna izloženost atmosferi koja sadrži 5000 ppm amonijaka može uzrokovati smrt gušenjem uslijed nakupljanja tekućine u plućima. Ukapljeni amonijak u dodiru s kožom izaziva ozeblina i teške kemijske opekline. Plin koncentracije oko 130 ppm nadražuje oči i izaziva suženje već nakon 5 minuta. Ponovljena ili dugotrajna izloženost izaziva kronične nadražaje očiju, sluznice nosa i gornjih dišnih putova. Nakon nekoliko tjedana može se razviti navika na pare amonijaka (do 70 ppm).

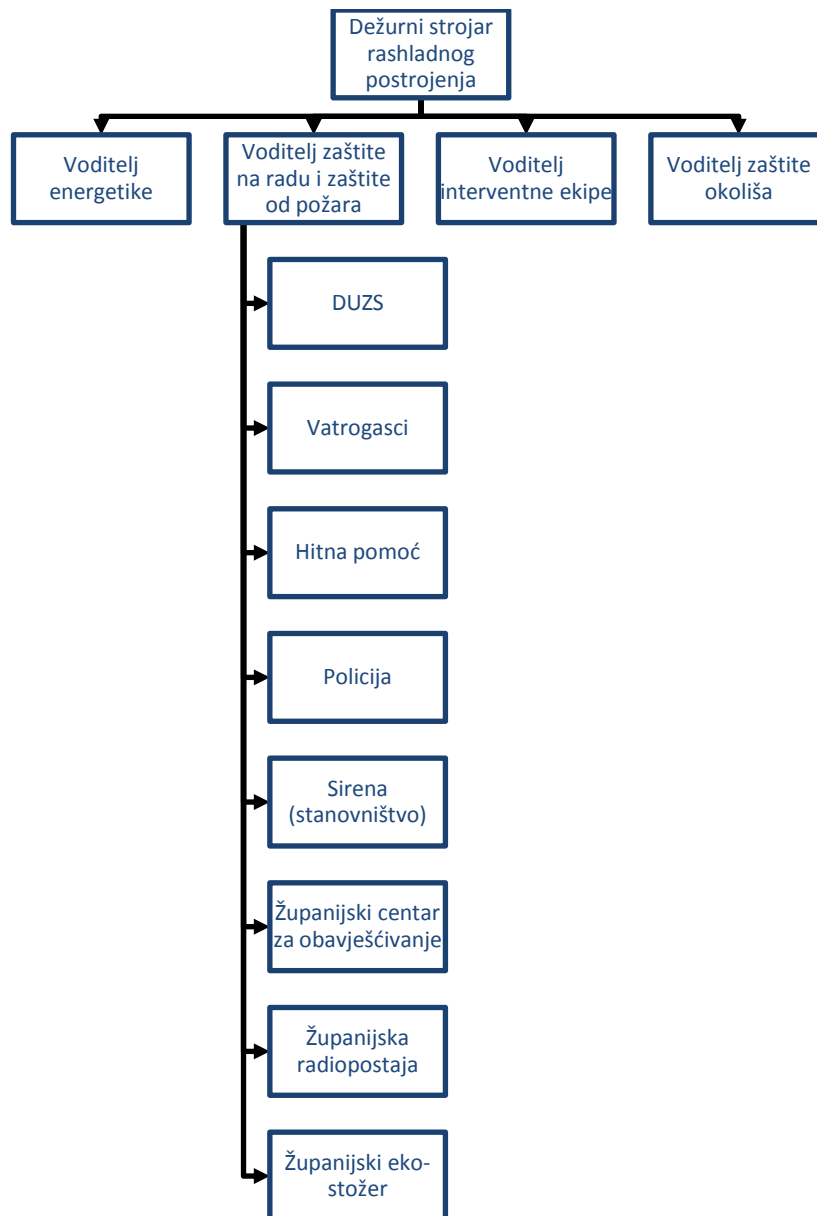
**Tablica 8:** Brojevi telefona hitnih službi

SLUŽBA	BROJ TELEFONA
DUZS	112
POLICIJA	192
HITNA POMOĆ	194
VATROGASCI	193



**Slika 7:** Moguća shema obavještanja u tvornici u slučaju jačeg istjecanja amonijaka (koncentracija u zraku prostorije veća od 220 ppm)<sup>73</sup>

<sup>73</sup> Procedura u MI Gavrilović, uz odobrenje tvrtke Gavrilović. Izradio autor rada.



**Slika 8:** Dijagram obavješćivanja u slučaju istjecanja većih količina amonijaka iz sustava, primjer obavješćivanja u Gavrilović d.o.o.<sup>74</sup>

<sup>74</sup> Izradio autor Završnog rada, uz odobrenje tvrtke Gavrilović.

#### **7.4.1.2. Uzbunjivanje zaposlenih i stanovništva**

Odredbama Zakona o zaštiti i spašavanju<sup>75</sup> svi su operateri koji koriste opasne tvari dužni instalirati sustave uzbunjivanja, kako za potrebe uzbunjivanja o nesreći unutar postrojenja tako i za uzbunjivanje stanovništva u radijusu unutar kojeg su moguće posljedice industrijske nesreće. Funkcija sirene je uzbunjivanje i obavještanje pučanstva u slučaju akcidentnih situacija, požara, prirodnih katastrofa i u slučaju rata. Sirena omogućava emitiranje različitih tipova signala za uzbunjivanje i glasovnih poruka. Sirena zahtijeva mrežno napajanje 230 V, 50 Hz, a također mora biti opremljena akumulatorskim baterijama, pa može funkcionirati i u slučaju nestanka mrežne električne struje. Računajući da razina zvučnog signala sirene mora biti veća za 15 dB od pozadinske buke kako bi imala učinka, a da se pri prometnim ulicama buka procjenjuje na 65 dB. Uz to, obavještanjem Županijskog centra 112, osigurava se obavještanje šireg pučanstva aktivacijom sustava za uzbunjivanje u nadležnosti ovog centra. Nakon oglašavanja znaka nadolazeće ili neposredne opasnosti daju se informacije o događaju i načinu zaštite. Po zaustavljanju istjecanja amonijaka i isteku procijenjenog vremena trajanja opasnih koncentracija amonijaka, zvučnim signalom upozoriti stanovništvo na prestanak opasnosti i evakuirati ih u sigurnu zonu.

#### **7.4.1.3. Dojava o prijetnji od vanjskih službi**

U slučaju dojave Državne uprave za zaštitu i spašavanje ili neke od državnih organizacija o mogućnosti terorističkog napada, postupa se na slijedeći način:

- ako se teroristički napad očekuje u najskorijoj budućnosti potrebno je što hitnije pozivanje policije (putem tel. broja 192 ili 112) na hitnu intervenciju.
- voditelju proizvodnje i dežurnom strojaru se dojavljuje o prekidu proizvodnje, zaustavljanju pogona,
- evakuacija pogona i upućivanje zaposlene zaštitarske službe u strojarnicu sa amonijakom, gdje treba spriječiti mogući napad na posude s amonijakom do dolaska vanjskih službi.

U slučaju terorističkog napada za koji se pretpostavlja da je u pripremi a ukoliko dojava nije stigla od policijske službe, o prijetnji se obavještava policija. Podiže se pripravnost u cijeloj tvornici i upozorava radnike da odmah obavijeste dežurnu zaštitarsku službu ili pretpostavljenog o uočavanju sumnjivih osoba u pogonu ili drugih nepravilnosti. Pojačava se

---

<sup>75</sup> Zakon o zaštiti i spašavanju (NN 127/10 ), 20., 21., 22., točka 2.



nadzor tvrtke, u dogovoru s zaštitarskom službom, a prema potrebi i povećava broj djelatnika u nadzoru.

## **7.5. Pripravnost, mobilizacija (aktiviranje) operativnih snaga**

Mobilizacija je ujedinjenje postupaka kojim se operativne snage i sredstva zaštite i spašavanja prevode iz stanja pripravnosti za organizirano uključivanje u izvršavanje mjera zaštite i spašavanja.

Voditelj intervencije vodi i koordinira intervenciju. Voditelj intervencije mora osigurati provođenje slijedećih zadataka:

1. Intervenciju interventne ekipe
2. Intervenciju ostalih službi tvornice
3. Pozivanje vanjskih službi
4. Koordinacija vanjskih službi

### **7.5.1 Opis interventne ekipe i opremljenost**

Interventne ekipe su zadužene za zaustavljanje istjecanja amonijaka. Svaka ekipa se sastoji od osam ili više ljudi i ima svojeg voditelja. U ekipi može doći do potrebe punjenja boca i zamjene interventne podgrupe za zatvaranje ispuštanja. Svi članovi ekipe moraju proći pripremu i obuku za rad sa komprimiranim zrakom, kompresorom za punjenje boca, odijelom, itd. U prostorije u kojima se nalaze koncentracije amonijaka veće od dopuštenih smiju ući samo osobe opremljene potpunom zaštitnom opremom, koje će izvršiti dekontaminaciju. Kod većih ispuštanja sve osobe moraju nositi kompletnu zaštitnu odjeću uključujući zaštitu dišnih organa (potpuna zaštita očiju i lica štitnikom, zaštitnim naočalama, izolacijskim aparatom sa zrakom, plinskom maskom sa zelenim filtrom «K», noge i ruke zaštititi gumenim ili plastičnim čizmama i rukavicama, tijelo zaštititi gumenom odjećom ili kombinezonom). Vidi sliku 9.



**Slika 9:** Potpuna zaštita osobe kod većeg istjecanja amonijaka<sup>76</sup>

### **7.5.2. Djelovanje intervente ekipe**

Interventna ekipa djeluje na sljedeći način :

1. Najprije je potrebno zatvoriti sve ventile koji omogućuju daljnji dotok amonijaka u područje propuštanja. Ako se radi o mjestu gdje je efikasnije neke ventile ostaviti otvorene, a amonijak uključenom pumpom u sklopu sustava premještati na drugo mjesto, tada poduzeti takvu akciju, o čemu odlučuje dežurni strojar. Kvalificirano osoblje treba zatvoriti izvor curenja što je moguće prije.
2. Prostor u kojem je došlo do ispuštanja mora se ventilirati do trenutka izlaska svih radnika, a tada se zatvara.
3. Nužno je ukloniti izvore paljenja, osim rasvjete.
4. Ako je moguće, na mjesto većeg propuštanja treba se usmjeriti mlaz sitno raspršene vode i polijevati dok se taj dio cjevovoda ne isključi iz sistema i plin ne prestane izlaziti.
5. Izljeve u kanalizaciju na mjestu incidenta treba zatvoriti kako voda od dekontaminacije ne bi dospjela u kanalizaciju.

U prostoriju smiju ući samo osobe opremljene potpunom zaštitnom opremom, koje će izvršiti dekontaminaciju. Zaštitnu odjeću čini potpuna zaštita očiju i lica štitnikom, zaštitnim

---

<sup>76</sup> Izvor : Dräger katalog, *Dostupno na:* <http://www.draeger.com>, *Pristupio:* 2014-12-20.

naočalama, izolacijskim aparatom sa zrakom, plinskom maskom sa zelenim filtrom «K». Noge i ruke zaštititi gumenim ili plastičnim čizmama i rukavicama, tijelo zaštititi gumenom odjećom ili kombinezonom.

U slučaju požara ili potresa voditelj interventne ekipe procjenjuje sigurnost interventne ekipe, s obzirom da u tim uvjetima životi članova interventne ekipe mogu biti ugroženi. Interventnu ekipu se ne smije slati u intervenciju ako postoji velika vjerojatnost stradavanja članova ekipe. U slučaju požara ili većeg potresa u kojem je došlo do urušavanja, interventna ekipa koja zatvara ispuštanje amonijaka djeluje tek u slučaju da je to neophodno potrebno radi spašavanja života radnika koji nisu uspjeli izaći iz zgrade ili ako se procijeni da je stanovništvo životno ugroženo jer je došlo do urušavanja stambenih zgrada, te se nisu u mogućnosti skloniti u zatvorene prostore.

### **7.5.3. Djelovanje drugih službi i zaposlenika**

Dužnost im je slijedeća :

1. Utvrđivanje smjera kretanja vjetra (uz pomoć postavljene vjetruše), radi određivanja mogućeg smjera kretanja oblaka amonijaka. Aktiviranje vodenih zavjesa kojima se smanjuju koncentracije amonijaka u zraku.
2. Čepljenje odvoda zračnim jastucima. Vidi sliku 8 N
3. Neutralizacija lužine (nastane obaranjem amonijaka vodenim zavjesama) prahom koji je kasnije potrebno prikupiti u zasebne posude te propisano čuvati do organiziranog zbrinjavanja od strane ovlaštene ustanove.
4. Članovi ekipe moraju biti barem opremljeni plinskim maskama s „K“ filterom.

U slučaju ispuštanja amonijaka pri čemu se u radnom prostoru razvijaju koncentracije amonijaka veće od dozvoljene, obavještava se DUZS (112 ), te se ona u tom trenutku aktivno uključuje u intervenciju.

## **7.6. Mjere zaštite i spašavanja**

Navedeni su subjekti zaduženi za provođenje plana intervencije, evakuacije i spašavanja, te mjere zaštite i spašavanja u krugu tvornice i izvan njega.

### **7.6.1. Mjere zaštite i spašavanja u krugu tvornice za slučaj nekontroliranog ispuštanja amonijaka**

Vlastite interventne i spasilačke ekipe formiraju se po procjeni potreba, a u njih se uvrštavaju članovi dragovoljno, a rukovodno-nadzorno tehničko osoblje po službenoj dužnosti. Poslove nužnih intervencija, evakuacije i spašavanja zaposlenici obavljaju u sklopu svojih redovnih dužnosti. Članovi interventnih ekipa su dragovoljci, u pravilu KV/VKV radnici s najmanje tri godine radnog iskustva na svojim poslovima i različitih struka zastupljeni u tvornici (npr. bravar, električar, strojar, energetičar, vodoinstalater, građevinar i sl.). Svi članovi interventnih ekipa moraju biti osposobljeni za predviđene zadatke putem tečaja, seminara ili kakvih drugih edukativnih oblika koji obuhvaćaju teoretsku i praktičnu obuku provođenjem vježbi najmanje jednom godišnje.

#### **7.6.1.1. Evakuacija, spašavanje i pružanje prve pomoći**

Evakuacija je planirani i organizirani oblik napuštanja ugroženog područja kojem prijete ili je već nastala opasnost za život i zdravlje ljudi, životinja i nastanka materijalne štete. Može se provoditi u fazi prijetnje, nastanka opasnosti i nakon prestanka primarne opasnosti u cilju smanjenja sekundarnih učinaka. Obavljanje evakuacije u fazi objektivne prijetnje najlakši je i najsigurniji način. Planovi evakuacije propisuju smjerove kretanja i napuštanja prostorija. Voditelji evakuacije su voditelji ugroženih odjela i poslovođe koji nakon dobivanja informacije o napuštanju radnog prostora vode brigu da svi radnici u njihovom odjelu budu o tome obavješteni i izađu na najbliži slobodan izlaz.

Dekontaminacija osoba i opreme od amonijaka, kao i većine opasnih tvari, obavlja se velikom količinom tekuće vode ( vidi sliku 10 ). Detoksikacija (neutralizacija) vode korištene kod dekontaminacije amonijakom vrši se s kiselinama (sumpnom, fosfornom) kako bi se spriječilo zagađenje vodotoka. U slučaju prekoračenja potrebne količine kiseline za neutralizaciju i zakiseljavanja tla i vodotoka, neutralizacija se provodi lužnatim sredstvima (natrijevom lužinom, vapnom i sl.). Prije i nakon svakog dodavanja sredstva kontrolirati pH vrijednost.



**Slika 10** : Dekontaminacija osobe i opreme<sup>77</sup>

### **7.6.2. Mjere zaštite i spašavanja izvan kruga tvornice za slučaj nekontroliranog ispuštanja amonijaka<sup>78</sup>**

Ako uzmemo u obzir da zbog kratkog vremena nailaska oblaka amonijaka (nekoliko minuta) nema vremena za organiziranu evakuaciju stanovništva. Sukladno tome, potrebno je okolno stanovništvo oko tvornice educirati kako postupati u slučaju uzbunjivanja, i to:

- U slučaju zvučne opasnosti pažljivo zatvoriti sve prozore i vrata na objektu ukoliko se u njemu nalaze.
- Ljepljivom trakom dodatno zabrtviti rubove prozora i vrata.
- Ukloniti i ugasiti sve izvore plamena i iskrenja. Isključiti sve kućanske aparate.
- Ukoliko se nalaze na otvorenom prostoru, potražiti zaklon u zatvorenim prostorijama ili, ako takav zaklon nije moguć, procijeniti u kojem smjeru puše vjetar i uputiti se okomito na smjer vjetra što većom brzinom, ali bez panike, te se u tom smjeru udaljiti. U slučaju da se radi o osobi s invaliditetom, kojoj nije moguće prijeći ovu udaljenost u navedenom vremenu, ona hitno treba zatražiti pomoć drugih. Takvu osobu treba smjestiti u zatvoreni prostor na povišeno mjesto, te joj pripremiti vlažnu tkaninu koju će prisloniti na nos i usta u slučaju da osjeti miris amonijaka.

<sup>77</sup> Izvor: Dräger katalog, *Dostupno na:*<http://www.draeger.com>,*Pristupio:*2014-12-20.

<sup>78</sup> Izvor: Konjević, R., Horvat,S., Čavić, B., Ptičar, M., Kasik, J. i Jelenčić, M. (1989). *Kako da se zaštititi od amonijaka*, Kutina, Ina-Petrokemija Kutina.

- Ako je moguće, pripremiti vlažnu maramicu ili krpu, te ju prisloniti na nos u slučaju da se osjeti oštri miris amonijaka, te disati na nos.

## **8. SREDSTVA I OPREMA KOJA SE KORISTI PRI INTERVENCIJI**

S obzirom na navedena fizikalno-kemijska svojstva amonijaka i vrlo nizak prag identifikacije, odnosno prepoznavanja njegovog karakterističnog mirisa od 5 ppm, identifikacija već u prvoj fazi istjecanja amonijaka nije upitna. Povećanjem obujma istjecanja amonijaka dežurni strojar rashladnog postrojenja sa sigurnošću mora ustanoviti vrstu i opseg kvara prema kojima se procjenjuju i određuju daljnje nužne aktivnosti. U slučaju da je dežurni strojar izmjerio koncentracije amonijaka u prostoriji više od 150 ppm, obavezna je primjena zaštitnih odijela i maski. U slučaju niže izmjerene koncentracije, nošenje ovih zaštitnih sredstava nije nužno, ali ih je potrebno ponijeti na mjesto intervencije, u slučaju da dođe do iznenadnog jačeg propuštanja amonijaka.<sup>79</sup>

### **8.1. Sredstva i oprema za zaštitu organa za disanje**

Statistika govori da najveći broj profesionalnih otrovanja nastaje unošenjem otrova u tijelo preko dišnih organa. Najčešći i najlakši način ulaska štetnih tvari u organizam je udisanjem. Osobna zaštitna sredstva i oprema koja se koristi za zaštitu dišnih organa u atmosferi, a koja sadrži opasne tvari u koncentracijama, koje mogu štetno djelovati na zdravlje ili ugroziti život, mogu se u osnovi podijeliti prema vrstama zagađenja i prema načinu djelovanja. Život i zdravlje osoba koje moraju, zbog prirode posla kojeg obavljaju, proboraviti kraće ili dulje vrijeme u atmosferi štetnoj ili opasnoj po zdravlje, mogu ugroziti dva osnovna tipa takve atmosfere:

- atmosfera koja sadrži više od 2 vol. % ili nepoznatu koncentraciju štetnih plinovitih tvari i/ili manje od 17 vol. % kisika
- atmosfera koja sadrži štetne plinove, pare ili aerosole u koncentraciji većoj od maksimalno dopustive, ali manje od 2 vol. %.

---

<sup>79</sup> Procedura u MI Gavrilović d.o.o., uz odobrenje tvtrke Gavrilović.

U svakom slučaju potrebno je zaštititi dišni sustav, a ponekad i cijelo tijelo osoba koje borave u takvoj atmosferi. Zaštitni uređaji i oprema su u svakom pojedinom slučaju drugačiji. Za disanje u atmosferi koja sadrži više od 2 vol.% ili nepoznatu koncentraciju štetnih plinovitih tvari i/ili manje od 17 vol.% kisika upotrebljavaju se isključivo uređaji za disanje u koje se čisti zrak dovodi ili iz nekog manje ili više udaljenog izvora čistog zraka, putem elastične cijevi (cijevne maske) ili uređaja koji ima vlastiti (autonomni) izvor čistog zraka ili kisika (izolacijski aparat za disanje).

### **8.1.1. Cijevne maske**

OZNAKA STANDARDA: HRN Z. B1. 010

Cijevne maske služe radnicima za zaštitu organa za disanje kada je u radnoj okolini sadržaj kisika manji od 17%, kada u zraku ima CO ili kada je koncentracija štetnih plinova ili para veća od 2 vol. % ( prema točki 5.2 HRN Z. B1. 010). Najčešće se primjenjuju kod rada u cisternama, bunkerima, rezervoarima, kanalima i sl.

Cijevna maska ili druga sredstva na osnovi izolacije moraju se primjenjivati uvijek kada se ne zna ima li kisika u radnoj okolini više od 15, odnosno 17 vol. %, ili kada postoje ili se pretpostavlja postojanje štetnih plinova ili para čija vrsta ili koncentracija nije poznata.

Cijevna maska ili druga sredstva na osnovi izolacije upotrijebit će se uvijek tamo gdje se može očekivati iznenadni i nekontrolirani prodor štetnih plinova. Cijevne maske primijenit će se samo onda kada je zagađeni prostor ograničen i kada se izvor za snabdijevanje čistim zrakom sa sigurnošću može postaviti u prostor koji nije zagađen. Cijevne maske s priključkom na komprimirani zrak primijenit će se tamo gdje je takav vod osiguran od oštećenja, a zrak u vodu prethodno očišćen od kapi i mirisa ulja. U svrhu disanja radnika pod cijevnom maskom, koja je spojena s vodom za komprimirani zrak, ne smije se upotrijebit kisik umjesto zraka. Za određivanje donje granice kisika, prije same upotrebe cijevne maske, koristi se indikator kisika ili neki drugi pogodni uređaj. Cijevna maska s dovodom čistog zraka pomoću cijevi iz obližnje okoline upotrebljava se samo kada za dovod čistog zraka nije potrebna cijev duža od 10 metara. Cijevna maska s dovodom čistog zraka pomoću mijeha (puhala) upotrebljava se u slučajevima kada je za dovod čistog zraka potrebna cijev dužine između 10 i 25 metara ili cijev i manja od 10 metara; ako je rad pod maskom osobito naporan.

Cijevna maska s dovodom čistog komprimiranog zraka koristi se pod uvjetima:

- da su kompresor, odnosno spremnik ili boce s komprimiranim zrakom, pouzdani izvori dobave čistog zraka, odnosno da su ispravni i prethodno ispitani;
- da se u slučaju zastoja rada kompresora, ili neke druge grješke u dobavi zraka, radnik može na vrijeme i bez štetnih posljedica udaljiti iz zagađenog radnog prostora;
- da cijevni dovod zraka nije izvrnut mehaničkim oštećenjima( uslijed oštrih ivica, prolaza ljudi i mehaniziranih sredstava i sl.).

NAČIN DOBAVE ZRAKA: U svrhu dobave zraka radniku, dok nosi cijevnu masku, koriste uglavnom tri izvedbe uređaja, s manjim ili većim varijacijama.

Čisti zrak za disanje može se dovoditi u masku ili polumasku:

- dovodom čistog zraka samostalnim udisanjem kroz cijev iz bliže okoline;
- tlačenjem čistog zraka pomoću ručnog ili automatskog mijeha ili puhala;
- dovodom čistog komprimiranog zraka iz boce, spremnika, autonomnog kompresora ili iz kompresorske stanice.

Dovodi li se zrak u zaštitnu masku ili polumasku samostalnim udisanjem, izvor čistog zraka može biti udaljen 10 – 20 metara. Upotreba cijevne maske ovog tipa ograničena je dužinom priključne cijevi i na poslove koji nisu naročito naporni i dugotrajni. Ako se čisti zrak dovodi u masku tlačenjem pomoću ručnog (danas vrlo rijetko) ili pomoću automatskog niskotlačnog mijeha ili puhala, udaljenost izvora čistog zraka od nosioca maske može biti i veća od 20 metara, a protok čistog zraka kroz puhalo treba biti oko 140 l/min. Konstrukcija zaštitne maske praktički je ista kao i maske u koju se dovodi zrak samostalnim disanjem. Cijevna maska s dovodom komprimiranog zraka namijenjena je obavljanju poslova koji zahtijevaju kontinuiranu zaštitu dišnih organa u atmosferi koja nije neposredno opasna po život. Dovodi li se zrak u masku ili polumasku pomoću kompresora u zaštitnu masku ili polumasku pomoću kompresora ili iz spremnika stlačenog zraka, udaljenost spremnika/kompresora od nosioca maske može iznositi i do 50 metara.



SASTAVNI DIJELOVI: Glavni sastavni dijelovi cijevne maske su:

- maska/polumaska s izdišnim ventilom
- dišne cijevi minimalnog promjera 20 mm
- remen s priključcima za dišne cijevi
- dovodna cijev zraka
- regulator tlaka zraka
- redukcijski ventil (pred maskom) za konstantni dovod zraka ili
- plućni automat za doziranje zraka prema potrebi
- remen s odgovarajućim priključcima i armaturama.

Karakteristični dijelovi cijevne maske s mijehom ili puhalom su mijeh odnosno puhalo, spremnik za izjednačavanje pritiska i grubi filtar.

Sustav za dovod čistog zraka pomoću kompresora sadrži između kompresora i redukcijskog ventila odnosno plućnog automata i filtar za otklanjanje vlage, mirisa ulja i uljnih čestica te drugih onečišćenja i spremnik za izjednačavanje pritiska. Cijevne se maske najčešće upotrebljavaju pri radu i boravku u ograničenom prostoru u kojem atmosfera može sadržavati veliku i /ili nepoznatu koncentraciju štetnih plinovitih tvari, para ili aerosola ili manje od 17% kisika.

Ovaj tip zaštitnog uređaja koristi se i za spašavanje u slučaju akcidenta:

- obrazina mora pokrivati usta, nos i oči
- obrazina mora biti tako izrađena da udahnuti zrak struji po površini ugrađenih stakala, da se stakla ne zamagle
- geometrijski mrtvi prostor (prostor između maske i lica) treba biti što manji, kako bi se u tom prostoru zadržavalo što manje zraka
- poluobrazina mora potpuno prekriti nos i usta i cijelim rubom prijanjati uz lice
- usnik mora imati dva izdanka koji ulaze među zube i sprječavaju radnika sasvim stisnuti zube
- štipaljka za nos mora biti tako izrađena da pri upotrebi sama umjereno pritiskuje nosnice i tako onemogućuje disanje kroz nos.

Materijali za izradu plinske maske nisu utvrđeni, ali postoje određeni uvjeti za materijale, i to:

- ne smiju iritirati kožu, puštati boju i biti štetni po zdravlje
- elastične podesive trake su gumene ili od gumirane tkanine
- metalni dijelovi moraju biti od nehrđajućeg materijala
- plastični dijelovi moraju biti otporni na udarce i od nezapaljivog materijala
- svi dijelovi se trebaju moći lako prati i dezinficirati, a sredstva za dezinfekciju ne smiju biti štetna po zdravlje
- stakla u maski moraju biti od tripleks ili kaljena stakla.

### **8.1.2. Maske i polumaske s kemijskim filterima**

Kemijski filtri služe za zaštitu dišnih organa u atmosferi koja sadrži škodljive plinove i pare. Aktivna tvar u filtru ovisi o kemijskoj prirodi plina ili pare koji se uklanja iz onečišćene atmosfere. Aktivni ugljen porozne strukture služi, među ostalim, za adsorpciju para različitih hlapljivih organskih otapala. Smjesa aktivnog ugljena i granuliranog kalcij i natrij hidroksida veže kisele plinove kao što su klor, sumpor-dioksid, sumporovodik i sl. Porozne granule impregnirane solima nekih metala i silikagel vežu na sebe amonijak.

Ne postoje filtri koji bi zadržavali sve plinove i pare, stoga svaki proizvođač zaštitnih filtara daje podatke o obilježjima, namjeni, načinu i uvjetima uporabe pojedinih vrsta kemijskih filtara.

Trajanje zaštite što je pružaju kemijski filtri ovisi, u prvom redu o njegovom kapacitetu, koncentraciji štetnog plina ili pare, kao i o fizičkoj aktivnosti nosioca plinske maske s kemijskim filtrom. Kemijski filter je istrošen kada nosilac plinske maske osjeti promjenu mirisa ili okusa filtriranog zraka ili nadražaj sluznice očiju, nosa ili grla. Kada se to dogodi nosilac maske mora odmah napustiti ugroženi prostor, a masku skinuti tek kad stigne na siguran prostor sa čistim zrakom. Promjene mirisa, okusa ili nadražaji sluznica mogu biti uzrokovani lošim prljanjem obrazine maske uz lice. Za zaštitu od plinova koji nemaju mirisa ni okusa i ne nadražuju sluzokože koriste se specijalni filtri koji imaju indikatore prisutnosti takvih plinova koji upozoravaju nosioca maske da maska propušta i ne pranja dobro uz lice ili da je filter istrošen. Takav je npr. kemijski filter za zaštitu od ugljičnog monoksida (CO), vrlo otrovnog plina bez mirisa i okusa ili kojih drugih upozoravajućih svojstava.

Obzirom na kapacitet, namjenu i trajanje zaštite, kemijski filtri mogu se u osnovi podijeliti na tri tipa:

- kemijski filtri u kojima se aktivna tvar nalazi u spremniku tipa kanistar;
- kemijski filtri u kojima se aktivna tvar nalazi u manjoj patroni (kutiji, kućištu) s navojem za priključak na maski;
- kemijski filtri u obliku uložaka koji se stavljaju u posebne čahure iz kojih se, kad se istroše mogu izvaditi i zamijeniti novim.



**Slika 9:** Maska Panorama standard i filterar u obliku patrone s priključkom na navoj<sup>80</sup> (Dräger)

#### **8.1.2.1. Osnovna pravila upotrebe zaštitnih maski s filterima**

Kemijski filtri za zaštitu od ugljičnog dioksida, kao i svi filtri koji se upotrebljavaju u atmosferi koja sadrži maksimalnu koncentraciju opasnih plinova i para za ovakav tip zaštitnog uređaja za disanje (max. 2 vol.%), smiju se samo jedanput upotrijebiti.

Iz dosadašnjih opisa plinskih maski/polumaski i filtara za zaštitu disanja u atmosferi koja sadrži štetne plinove, pare ili aerosole proizlazi nekoliko osnovnih pravila za njihovu sigurnu upotrebu.

---

<sup>80</sup> Izvor : Dräger katalog, Dostupno na: [http:// www.draeger.com](http://www.draeger.com), Pristupio: 10.12.2014.

Nijedan tip uređaja za zaštitu disanja s kemijskim, mehaničkim, kombiniranim ili specijalnim filtrom za pročišćavanje zraka ne smije se upotrebljavati:

- ako atmosfera sadrži manje od 17 vol.% kisika;
- ako atmosfera sadrži štetne plinove ili pare u koncentraciji većoj od 2 vol.%, odnosno većoj od one za koju je filter predviđen;
- u atmosferi koja sadrži nepoznatu koncentraciju štetnih plinovitih tvari ili u atmosferi koja je neposredno opasna po život (osim u hitnim slučajevima za kratkotrajnu zaštitu);
- u zatvorenim prostorima u kojima je mogućnost prozračivanja mala (cisterne, tankovi, tuneli ...);
- za spašavanje prilikom nezgoda osim u iznimnim slučajevima (ako ne postoji neposredna opasnost po život);
- maske s mehaničkim filterima jer ne štite u atmosferi koja sadrži škodljive plinove i pare;
- u atmosferi koja sadrži štetne plinove i pare koji nemaju dobra upozoravajuća svojstva (bez mirisa, okusa i nadražujućeg djelovanja) najsigurnije je odgovarajući filter upotrijebiti samo jednom.

Trajanje zaštite pri upotrebi svih tipova filtera za pročišćavanje zraka ovisi o kapacitetu, sastavu i namjeni odnosnog filtera, radnim uvjetima (temperatura, vlaga, brzina strujanja zraka), prirodi i koncentraciji škodljivih tvari u zraku i o intenzitetu fizičkih aktivnosti nosioca zaštitne maske.

Da bi se pojedine klase i tipovi kemijskih filtera za zaštitu disanja mogli brzo i lako identificirati, filteri se označavaju slovima, brojkama i bojama, ovisno o njihovoj namjeni, obliku i kapacitetu.

**Tablica 9:** Oznake filtera i cjedila po normi EN 14387 <sup>81</sup>

SLOVO	BOJA	OSNOVNA NAMJENA
A	Smeđa	Zaštita od para organskih spojeva s vrelištem iznad 65°C
AX	Smeđa	Zaštita od para organskih spojeva s vrelištem do 65°C (lakohlapljiva organska otapala)
B	Siva	Zaštita od anorganskih plinova i para (klor, cijanovodik, sumporovodik i sl.)
E	Žuta	Zaštita od klorovodika i sumpordioksida
<b>K</b>	<b>Zelena</b>	<b>Zaštita od amonijaka</b>
ABEK	Smeđa Siva Žuta Zelena	Zaštita od organskih plinova i para s vrelištem iznad 65 ° C Zaštita od anorganskih plinova i para; zaštita od klorovodika, sumpordioksida i amonijaka
CO	Crna	Ugljični monoksid
Hg	Crveno -bijela	Živine pare, uključen filter P3, max. uporaba 50 h
NO	Plavo-bijela	Dušikovi oksidi, uključen filter P3, samo za jednu upotrebu
SX	Ljubičasta	Odredene tvari koje navodi proizvođač
P	Bijela	Čvrste čestice



**Slika 10:** Filter K, zaštita od amonijaka i amonijakovih derivata <sup>82</sup>

<sup>81</sup> Horvat, J. i Regent, A. (2009). *Osobna zaštitna oprema*, Rijeka : Veleučilište u Rijeci.

<sup>82</sup> Izvor: <http://www.stimimport.com>, *Pristupio*:2014-12-10.

**Tablica 10:** Označavanje filtera za zaštitu disanja prema DIN-u 3138<sup>83</sup>

<b>I. FILTERI ZA PLINOVE I PARE</b>	
<b>KLASA FILTERA</b>	<b>KAPACITET FILTERA</b>
1.	Mali kapacitet; u načelu filtri u obliku umetka
2.	Srednji kapacitet; u načelu filtri u obliku patrona
3.	Veliki kapacitet; u načelu filtri u obliku kanistera
<b>II. FILTERI ZA AEROSOLE</b>	
P1	Mali kapacitet (za čvrste čestice)
P2	Srednji kapacitet(svi aerosoli)
P3	Veliki kapacitet (svi aerosoli)
<b>III. KOMBINIRANI FILTERI</b>	
1-P1	Mali kapacitet zadržavanja plinova i aerosola
1-P2	Mali kapacitet zadržavanja plinova i srednji za aerosole
1-P3	Mali kapacitet zadržavanja plinova i veliki za aerosole
2-P1	Srednji kapacitet zadržavanja plinova i mali za aerosole
2-P2	Srednji kapacitet zadržavanja plinova i aerosola
2-P3	Srednji kapacitet zadržavanja plinova i veliki za aerosole
3-P1	Veliki kapacitet zadržavanja plinova i mali za aerosole
3-P2	Veliki kapacitet zadržavanja plinova i aerosola
3-P3	Veliki kapacitet zadržavanja plinova i aerosola

**Tablica 11:** Označavanje specijalnih filtera prema DIN-u 3138<sup>84</sup>

<b>OZNAKA</b>	<b>BOJA</b>	<b>OSNOVNA NAMJENA</b>
CO	Crna	Zaštita od ugljičnog monoksida
Hg	Crvena	Zaštita od živinih para
NO	Plava	Zaštita od nitroznih plinova (NO <sub>x</sub> )
reaktor	Narančasta	Zaštita od radioaktivnog joda i jodometana

<sup>83</sup> Izvor: Uhlik, B. Uređaji za zaštitu disanja pri radu i boravku u opasnoj atmosferi, *Sigurnost* (1996) br.38

<sup>84</sup> Izvor: Uhlik, B. Uređaji za zaštitu disanja pri radu i boravku u opasnoj atmosferi, *Sigurnost* (1996) br.38

### 8.1.3. Izolacijski uređaji

Izolacijski uređaji za disanje imaju vlastiti izvor čistog zraka ili kisika i pružaju potpunu zaštitu dišnih organa u svakoj atmosferi, dakle i u atmosferi koja je neposredno opasna po život. Izolacijski uređaji imaju prednost pred ostalim zaštitnim uređajima što omogućuju veću slobodu kretanja i autonomije. Postoje dvije vrste izolacijskih uređaja za disanje: izolacijski dišni uređaj na komprimirani zrak otvorenog tipa (slika 11A) i izolacijski dišni uređaj zatvorenog tipa (regeneracijski aparat, Slika 11B).

Oba tipa izolacijskih dišnih uređaja su u nekim pojedinostima slični, ali imaju specifičnosti koje se očituju u koncepciji cirkulacije medija. Osnovna razlika je u tome što uređaj s komprimiranim zrakom ima na zaštitnoj maski izdišni ventil putem kojega se izdahnuti zrak ispušta u atmosferu. Na regeneracijskom tipu uređaja (na komprimirani kisik) izdahnuti zrak se provodi kroz alkalnu „patronu” ili „kanister” s natronskim vapnom u kojem se veže dio izdahnutog ugljičnog dioksida, a pročišćeni dio izdahnutog zraka se „regenerira” dodavanjem čistog kisika.



**Slika 11** : Izolacijski uređaji za disanje ; A izolacijski dišni uređaj na komprimirani zrak otvorenog tipa<sup>85</sup> ; B izolacijski dišni uređaj zatvorenog tipa (regeneracijski aparat).<sup>86</sup>

#### **Izolacijski uređaji otvorenog tipa s vlastitim izvorom snabdijevanja čistim zrakom**

Izolacijski uređaji koji će se koristiti podliježu normi HRN Z. B1. 005 I HRN Z. B1.010

**DEFINICIJA:** Uređaj s komprimiranim zrakom ili kisikom iz čeličnih boca je uređaj koji se sastoji od maske s ugrađenim naočalima ili polumaske, ili pak usnika sa štipaljkom za nos, kao i od uređaja za snabdijevanje komprimiranim zrakom ili kisikom.

<sup>85</sup> Izvor: <http://www.dd-aparati.hr>: *Pristupio*:2014-12-07.

<sup>86</sup> Izvor: <http://www.draeger.com>, *Pristupio*: 2014-12-07.

SVRHA: Služi radnicima kao sredstvo za disanje, nezavisno od mjesta primjene s vlastitim izvorom čistog zraka za disanje, ali ograničenog vremena trajanja.

UVJETI PRIMJENE: Sredstva na bazi izolacije moraju se (prema normi HRN Z. B1. 010) upotrebljavati uvijek kada je sadržaj kisika manji od 15 odnosno 17 vol.%, ili kada je koncentracija štetnih plinova, para ili aerosola veća od 2 vol.%.

Sredstva na bazi izolacije moraju se upotrebljavati uvijek kada se ne zna sadržaj kisika i koncentracija štetnih plinova, para i aerosola.

SASTAV: Prema normi HRN Z. B1. 010, izolacijski uređaj s otvorenim sustavom sastoji se od jedne ili dvije boce s komprimiranim zrakom, sustavom ventila, manometra, cijevi za dovod zraka, maske, redukcijskog ventila s akustičkim signalom, voda za spajanje redukcijskog ventila s plućnim automatom, plućnog automata te sustava remena za nošenje.

TEŽINA: Težina aparata, zajedno s dijelovima za pričvršćenje za glavu i potpuno napunjene boce, ne smije biti veća od 18 kg.

ISPITIVANJE: Svi dijelovi aparata koji se za vrijeme upotrebe nalaze pod unutarnjim tlakom većim od 0,5 bara moraju biti tako izrađeni i opremljeni zaštitnim uređajima da nisu opasni za radnika koji ih koristi.

Boce moraju biti ispitane prema propisima o ispitivanju posuda i boca pod tlakom

**Tablica12:** Karakteristike nekih tipova aparata<sup>87</sup>

Tip	Opaska	Volumen u litrama	Tlak u barima	Sadržaj zraka	Težina u kg	Vrijeme upotrebe za potrošak zraka
						40 l/min
<b>PA54/80A</b>	1 boca	6 litara	300/400	1670 litara	14,5 kg	40 min
<b>PA 80A/1880-1</b>	1 boca	6 litara	300/450	1800 litara	15 kg	45 min

<sup>87</sup> Izvor: Prema podacima Drägerwerke AG Lubeck



## 8.2. Sredstva za zaštitu tijela

Amonijak osim svojeg iritirajućeg i toksičnog djelovanja na dišni sustav, djeluje nadražujuće i nagrizajuće na kožu pa je za potpunu zaštitu u atmosferi zasićenoj amonijakom potrebna otporna i nepropusna odjeća.

Work Master / pro odijela za zaštitu od kemikalija koriste se u slučaju opasnosti od plinovitih, tekućih ili krutih kemikalija koje mogu snažno iritirati površinu kože i koja mogu biti apsorbirana preko kože. Zaštitna odijela za zaštitu od kemikalija WorkMaster nisu pogodna za gašenje požara niti za upotrebu na temperaturama višim od 70° C; svakako je potrebno izbjegavati vrućinu i otvoreni plamen. Odgovornost za ispravan rad odijela za zaštitu od kemikalija neopozivo se prenosi na vlasnika ili korisnika u slučajevima kada se odijelo za zaštitu od kemikalija koristi na način koji nije u skladu s uvjetima korištenja ili kada je odijelo održavano ili popravljano od strane osoba koje nisu zaposlenici ili ovlaštenici Drager-Service.

OPIS: Odijela za zaštitu od kemikalija Work Master i Work Master/pro u potpunosti izoliraju tijelo korisnika od okolne atmosfere. Zaštitni respiracijski uređaj nosi se preko odijela.

Za izradu odjela za zaštitu od kemikalija WorkMaster/pro koristi se materijal Himex<sup>88</sup> koji pruža velik stupanj zaštite od kemikalija. Zaštitna odijela isporučuju se s integriranom maskom za cijelo lice ili sa manšetom za lice kod upotrebe (osobne maske za cijelo lice). Kod integrirane maske za cijelo lice na raspolaganju je priključak sa standardnim zaobljenim navojem RA prema DIN EN 148 dio 1. ili utičnim priključkom (P) za brzo priključivanje uređaja s komprimiranim zrakom.

---

<sup>88</sup> Himex materijal osim otpornosti od raznih kemikalija ima vrlo veliku otpornost na razna mehanička naprezanja. Posebna preporuka za zaštitu od amonijaka i za akcidentne situacije.



**Slika 11:** Oblici kemijske zaštitne odjeće<sup>89</sup> ; **Tip A**, odijelo koje pokriva korisnika zajedno s aparatom za disanje i maskom, sadrži ugrađen zaštitni vizir za oči – veliki panoramski okular. **Tip B**, odijelo koje pokriva samo korisnika a dišni aparat i maska se nose preko odjeće, oči štiti vizir maske.

---

<sup>89</sup> Izvor : Draeger katalog , Dostupno na: [http:// www.draeger.com](http://www.draeger.com), Pristupio: 10.12.2014.

## 9. ZAKLJUČAK

Prehrambene industrije u svom tehnološko procesu prerade i smrzavanja koristi opasne tvari. Od opasnih tvari, opasnošću se ističe amonijak, koji je najopasniji svojom količinom i mogućim posljedicama po stanovništvo. Amonijak se smatra najopasnijim zbog toksičnog djelovanja na ljude, sposobnosti stvaranja gustog plina gušćeg od zraka, koji se sporo razrjeđuje i putuje sporije nošen vjetrom od mnoštva drugih onečišćujućih plinova s kojima se čovjek uobičajeno susreće u gradskoj i industrijskoj okolini. Amonijak u postrojenjima predstavlja opasnost za okolicu u uvjetima mira, rata, terorističkih prijetnji i određenih elementarnih nepogoda. Zaštita i nadzor bi trebali biti organizirani na način da se na odgovarajućim radnim mjestima dugotrajno uposle isti ljudi, čime bi se zbog poznavanja ljudi i organizacije tvrtke sigurnost poduzeća povećala.

Subjekti koji koriste amonijak trebaju poduzimati sve potrebne radnje i aktivnosti da se tehničko - tehnološka sigurnost postrojenja i cjelokupne količine opasnih tvari drže pod potpunim nadzorom i kontrolom. Moraju imati odgovarajuće procjene i planske dokumente. Da bi sustav djelovanja u slučaju akcidenta bio učinkovit neophodna je i suradnja subjekata koje imaju amonijak u postrojenjima i lokalnih vlasti i to na način da se pripremaju i provode zajedničke vježbe koje bi ukazale na stvarnu pripremljenost i sposobnost cjelokupnog sustava i svakog pojedinog učesnika.

Planovi zaštite i spašavanja na razini poduzeća trebaju biti usklađeni s planovima lokalne i područne (regionalne) samouprave kako bi se uspostavio jedinstven sustav upravljanja u kriznim situacijama.

Planovima zaštite i spašavanja lokalne samouprave i vježbama trebalo bi utvrditi vrijeme u kojem se može izvršiti evakuacija djelatnika iz ugroženog postrojenja stanovništva, nakon početne faze u kojoj se stanovništvo sklanja u zatvorene prostorije. Smjerovi evakuacije moraju biti precizno određeni, kao i izvršioци koji su to sposobni izvršiti u zadanom vremenu. Evakuaciju izvršavaju operativne snage zaštite i spašavanja. U planovima treba precizno odrediti kako izvršiti evakuaciju zahvaćenog područja i kojim sredstvima.

Donošenjem novije zakonske regulative i ustrojem Državne uprave za zaštitu i spašavanje, kao i preciznijim određivanjem sadržaja dokumenata, planova stvoreni su uvjeti za djelotvornije i sigurnije postupanje u izvanrednim situacijama. Konačan rezultat mora biti

povećanje sigurnosti zaposlenika i stanovništva, ne samo na objektivnoj razini, nego i subjektivan osjećaj sigurnosti.

## 10. LITERATURA

- [1.] Bogadi-Šare, A. (1993.). *Utjecaj amonijaka na zdravlje*, Zagreb: Otvoreno sveučilište, str. 76-80
- [2.] Bokan, S., Orehovec, Z. (2001.) *Nuklearni, kemijski i biološki terorizam - preventiva i zaštita*, Zagreb : IPROZ, str 53-68
- [3.] Benac, Č. (2013.) *Geohazardi*, Rijeka: Sveučilište u Rijeci.
- [4.] Čiček, J., Požari na otvorenom i zaštita okoliša, *Sigurnost*, **35** (1993) br.3-4: str 275-281.
- [5.] Čavrak, B. (1993). Akcidenti s amonijakom u svijetu i Republici Hrvatskoj do danas, *Zbornik radova sa savjetovanja Amonijak-proizvodnja, uporaba, skladištenje, rad na siguran način*, Zagreb, str. 134 - 142
- [6.] Čavrak, B. (1993). Akcident se dogodio – scenarij, *Zbornik radova sa savjetovanja Amonijak – proizvodnja, uporaba, skladištenje, rad na siguran način*, Zagreb, str.142-150.
- [7.] Danfoss, Amonijak – prirodan izbor za postojeće i buduće rashladne sustave, *Cooling Info*, (2012)1: 6.-7.
- [8.] Danfoss, Sve veći interes za CO<sub>2</sub> rashladne sustave – ne samo iz perspektive ekonomičnosti, *Cooling Info*, (2012)1: 8.-9.
- [9.] Herak, J. (1993.) Opasnosti u tehnološkom procesu proizvodnje amonijaka :*Zbornik radova Amonijak. - Zagreb: Otvoreno sveučilište*, str. 28-35.
- [10.] Filipović, G. (2011). Civilna industrija kao ratni i teroristički cilj, *Zbornik radova sa IV međunarodne konferencije Dani kriznog upravljanja*, Velika Gorica, svibanj 2011., str. 470 – 493.
- [11.] Horvat, J. i Regent, A. (2009.) : *Osobna zaštitna oprema*, Rijeka: Veleučilište u Rijeci.
- [12.] Javorović, B. (2002). *Defendologija*, Zagreb, IPROZ.
- [13.] Jurac, Z. (2010). *Kemijske i biološke opasnosti*, Karlovac, Veleučilište u Karlovcu.
- [14.] Konjević, R., Horvat, S., Čavić, B., Ptičar, M., Kasik, J., Jelenčić, M., (1989.) *Kako da se zaštitiš od amonijaka*, Kutina, INA Petrokemija Kutina, Skupština općine Kutina.

- [15.] Kulišić, D. (2010). O smanjenju rizika od katastrofa u industriji i transportu opasnih tvari, *Zbornik radova Hrvatska platforma za smanjenje rizika od katastrofa*, Zagreb, lipanj 2010., str. 126-131.
- [16.] Molak, B. (2007). *Upravljanje u krizama*, Zagreb, IPROZ.
- [17.] Obuljen, V.(1989.) *Sigurnost pri prijevozu rukovanju opasnim tvarima*, Zagreb, ZIRS.
- [18.] Orehovec, Z. i Toth, I.,(2010.), Tehnički i obrambeno siguronosni standardi u zaštiti industrijskih postrojenja i ugroženog pučanstva u slučaju vojnog i terorističkog napada, *Zbornik radova Hrvatska platforma za smanjenje rizika od katastrofa*, Zagreb, lipanj 2010., str. 87-91.
- [19.] Paunović, A. i Bašić, A. (2010). Prostorno planiranje u funkciji smanjenja rizika od katastrofa, *Zbornik radova Hrvatska platforma za smanjenje rizika od katastrofa*, Zagreb, 20. 6.2010.
- [20.] Pehar, R.(2010.) *Evakuacija*, Zagreb, ZIRS.
- [21.] Plavšić, F.,Wolf-Čoparda, A. i Lovrić, Z.,(2007.) *Zašto i kako povećati sigurnost pri radu s opasnim kemikalijama*, Zagreb, O-tisak d.o.o.
- [22.] Toth, I. i Škanata, D.,(2010.) Smanjenje rizika od velikih nesreća u industrijskim postrojenjima, *Zbornik radova Hrvatska platforma za smanjenje rizika od katastrofa*, Zagreb, lipanj 2010., str. 87-91.
- [23.] Vučinić, J.(2007.) *Osobna zaštitna sredstva i oprema*, Karlovac, Veleučilište u Karlovcu.
- [24.] Vučinić, J. i Vučinić, Z. (2013.) *Civilna zaštita*, Karlovac, Veleučilište u Karlovcu.
- [25.] Uhlik, B. Uređaji za zaštitu disanja pri radu i boravku u opasnoj atmosferi, *Sigurnost* (1996) br. 38, str. 45- 55 .
- [26.] Ustav Republike Hrvatske (*Narodne novine*, br. 05/14.)
- [27.] Kazneni zakon Republike Hrvatske (*Narodne novine*, br. 144/12 )
- [28.] Zakon o zaštiti na radu (*Narodne novine*, br. 71/14 )
- [29.] Zakon o zaštiti od požara (*Narodne novine*, br. 92/10.)
- [30.] Zakon o zaštiti okoliša ( *Narodne novine*, br. 80/13 i 153/13.)

- [31.] Zakon o vatrogastvu (*Narodne novine*, br. 80/10.)
- [32.] Zakon o kemikalijama (*Narodne novine*, br. 18/13.)
- [33.] Zakon o prijevozu opasnih tvari (*Narodne novine*, br. 79/07.)
- [34.] Zakon o zaštiti i spašavanju (*Narodne novine*, br. 127/10.)
- [35.] Zakon o obrani (*Narodne novine*, br. 73/13.)
- [36.] Zakon o zaštiti od elementarnih nepogoda (*Narodne novine*, br. 174/04.)
- [37.] Zakon o vodama (*Narodne novine*, br.14/04.)
- [38.] Pravilniku o razvrstavanju, označavanju, obilježavanju i pakiranju opasnih kemikalija (*Narodne novine*, br.63/12.)
- [39.] Pravilnik o metodologiji za izradu procjena ugroženosti i planova zaštite i spašavanja (*Narodne novine*, 30/14.)
- [40.] Seveso II Direktiva 96/82/EZ i 2003/105/E EC o kontroli opasnosti od velikih nesreća koje uključuju opasne tvari
- [ 41.] Uredba o sprječavanju velikih nesreća koje uključuju opasne tvari (*Narodne novine*, br. 44/14.)
- [42.] Procjena ugroženosti Republike Hrvatske od prirodnih i tehničko-tehnoloških katastrofa i velikih nesreća (Zaključak Vlade Republike Hrvatske, od 7. 5. 2009.)
- [43.] Strategija nacionalne sigurnosti Republike Hrvatske (*Narodne novine*, br. 32/02.)
- [44.] Nacionalna strategija kemijske sigurnosti (*Narodne novine*, br. 143/08.)
- [45.] Nacionalna strategija zaštite okoliša (*Narodne novine*, br. 46/02.)
- [46.] Plan intervencija u zaštiti okoliša (*Narodne novine*, br. 82/99., 86/99. i 12/01.)
- [47.] Pravilnik o registru postrojenja u kojima je utvrđena prisutnost opasnih tvari i o očevidniku prijavljenih velikih nesreća (*Narodne novine*, 113/08.)
- [48.] Pravilnik o maksimalno dopustivim koncentracijama štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i o biološkim graničnim vrijednostima (*Narodne novine*, 92/93.)

Intrenetski izvori:

- [ 49.] [hr.wikipedia.org/wiki/Potres u Dubrovniku 1667.](http://hr.wikipedia.org/wiki/Potres_u_Dubrovniku_1667.), *Pristupio*:2014-12-10.
- [50.] <http://www.share-eu.org/node/90>
- [51.] [http:// hr.wikipedia.org/wiki/Operacija Peruća](http://hr.wikipedia.org/wiki/Operacija_Peruća), *Pristupio* : 2014-12-10.
- [52.] U svijetu godišnje gotovo pola milijuna potresa jačine 3-3,9 stupnjeva po Richteru, *Dostupno na* : [http://www. poslovni svijet.hr](http://www.poslovni.svijet.hr), *Pristupio*: 2014-11-11.
- [53.] Predavanja T-6, *Dostupno na* : <https://portal.uniri.hr>, *Pristupio*: 2014-11-11.
- [54.] [http:// hr.wikipedia.org/wiki/Operacija Peruća](http://hr.wikipedia.org/wiki/Operacija_Peruća), *Pristupio* : 2014-12-10.
- [55.] <http://wikipedia> Poplave u R. Hrvatskoj, *Pristupio*: 2014-11-10.
- [56.] [http://wikipedia.org/ wiki/Poplava](http://wikipedia.org/wiki/Poplava), *Pristupio*:2014-12-12
- [57.] <http://wikipedia.org/wiki/Amonijak>
- [58.] Dräger katalog, *Dostupno na*: [http// www.draeger.com](http://www.draeger.com), *Pristupio*: 2014-12-10.