

# Kemijsko oružje

---

Šantek, Domagoj

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

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:128:300820>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-03**



**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

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Domagoj Šantek

# **KEMIJSKO ORUŽJE**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2016.

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Domagoj Šantek

# **CHEMICAL WEAPONS**

FINAL PAPER

Karlovac, 2016.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Domagoj Šantek

# **KEMIJSKO ORUŽJE**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

doc.dr.sc. Josip Žunić, prof.v.š.

Karlovac, 2016.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Studij: Stručni studij Sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita na radu

### **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Student: Domagoj Šantek

Matični broj: 0415613044

Naslov: Kemijsko oružje

Opis zadatka:

U ovom radu opisuje se pojam kemijskog oružja, povijesni pregled, podjela, svojstva, medicinski aspekt, pravna regulativa, studije slučaja, zaštita te budućnost kemijskog oružja.

Zadatak zadan: Rok predaje rada: Predviđeni datum obrane:

04/2016

06/2016

21.6.2016.

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

doc.dr.sc. Josip Žunić, prof.v.š.

dr.sc. Nikola Trbojević, prof.v.š.

## **PREDGOVOR**

Zahvaljujem svima koji su bili uz mene, pomagali mi i pružali podršku tijekom pisanja ovog rada.

Posebno se zahvaljujem svom mentoru prof.dr.sc. Josipu Žuniću na ukazanom povjerenju, stručnom vodstvu, savjetima te uloženom trudu.

Zahvaljujem se profesorici Zvezdani Grah na lekturi, te profesorici Nataliji Ređep Medved na pruženoj pomoći oko prijevoda.

Također, najveća hvala obitelji na dugogodišnjoj potpori, razumijevanju i strpljenju koji su bili uz mene tijekom cjelokupnog školovanja.

## SAŽETAK

Kemijsko oružje je izvrstan primjer kako čovjek svoja znanstvena i tehnološka dostignuća može upotrijebiti protiv društva. U ovom radu opisuje se pojam kemijskog oružja, te povijesni pregled korištenja kemijskog oružja. Opisana je podjela kemijskog oružja, prikazana su kemijska i fizikalna svojstva, medicinski aspekt, te pravna regulativa. Prikazan je slučaj terorističkog napada u Japanu 1995. godine, te opisana situaciju u Karlovcu za vrijeme Domovinskog rata. Naglasak je stavljen na zaštitu od kemijskog oružja, i to osobnu i kolektivnu zaštitu, zaštitu hrane i vode te zaštitu na nacionalnoj razini. Na kraju rada, daje se vizija korištenja kemijskog oružja u budućnosti koja je temelji na podacima iz prošlosti i sadašnjem stanju.

**Ključne riječi:** definicija, povijest, podjela, svojstva, pravna regulativa, terorizam, Tokyo, zaštita, budućnost

## SUMMARY

Chemical weapons present an excellent example as how a man can use his scientific and technological achievements against the society. This paper describes the notion of chemical weapons as well as historical review of its use. What is also described is the division of chemical weapons and chemical and physical features, medical aspect and legal regulation are showed too. The case of terrorist attack in Japan 1995 is being showed and situation in Karlovac during the Croatian war of independence is being described. The accent is put on the protection from the chemical weapons, personal and collective protection, water and food protection and protection on the national level. At the end of the paper a vision of using these weapons in the future is being given. This vision is based on the facts from the past and present situation.

**Key words:** definition, history, types, characteristics, legal regulations, terrorism Tokyo, protection, future

## SADRŽAJ

|  |            |
|--|------------|
| <b>ZAVRŠNI ZADATAK</b> .....                               | <b>I</b>   |
| <b>PREDGOVOR</b> .....                                     | <b>II</b>  |
| <b>SAŽETAK</b> .....                                       | <b>III</b> |
| <b>SADRŽAJ</b> .....                                       | <b>IV</b>  |
| <br>   |            |
| <b>1. UVOD</b> .....                                       | <b>1</b>   |
| <b>2. TEORIJSKA I POJOMVNA ANALIZA</b> .....               | <b>3</b>   |
| 2.1. Oružje za masovno uništavanje .....                   | <b>3</b>   |
| 2.2. Kemijsko oružje .....                                 | <b>4</b>   |
| <b>3. POVIJEST</b> .....                                   | <b>6</b>   |
| 3.1. Razdoblje I. svjetskog rata .....                     | <b>8</b>   |
| 3.2. Razdoblje nakon I. svjetskog rata .....               | <b>10</b>  |
| <b>4. PODJELA KEMIJSKOG ORUŽJA</b> .....                   | <b>13</b>  |
| 4.1. Smrtonosni bojni otrovi .....                         | <b>16</b>  |
| 4.1.1. Živčani bojni otrovi .....                          | <b>16</b>  |
| 4.1.2. Zagušljivci .....                                   | <b>18</b>  |
| 4.1.3. Kožni bojni otrovi .....                            | <b>19</b>  |
| 4.1.4. Krvni bojni otrovi .....                            | <b>20</b>  |
| 4.2. Nesmrtonosni bojni otrovi .....                       | <b>21</b>  |
| 4.2.1. Nadražljivci .....                                  | <b>21</b>  |
| 4.2.2. Psihokemijski bojni otrovi .....                    | <b>22</b>  |
| <b>5. SVOJSTVA KEMIJSKOG ORUŽJA</b> .....                  | <b>23</b>  |
| 5.1. Fizikalna svojstva .....                              | <b>24</b>  |
| 5.2. Kemijska svojstva .....                               | <b>28</b>  |
| <b>6. DJELOVANJE NA ŽIVI ORGANIZAM</b> .....               | <b>30</b>  |
| <b>7. PRAVNA REGULATIVA</b> .....                          | <b>36</b>  |
| 7.1. Konvencija o kemijskom oružju (CWC) .....             | <b>37</b>  |
| 7.2. Organizacija za zabranu kemijskog oružja (OPCW) ..... | <b>39</b>  |



|  |           |
|--|-----------|
| <b>8. STUDIJE SLUČAJA</b> .....              | <b>41</b> |
| 8.1. Tokyo, 1995. godina .....               | <b>41</b> |
| 8.2. Karlovac tijekom Domovinskog rata ..... | <b>43</b> |
| <b>9. ZAŠTITA</b> .....                      | <b>45</b> |
| 9.1. Osobna zaštita .....                    | <b>45</b> |
| 9.2. Kolektivna zaštita .....                | <b>48</b> |
| 9.3. Zaštita hrane i vode .....              | <b>49</b> |
| 9.4. Nacionalna pripravnost .....            | <b>49</b> |
| <b>10. BUDUĆNOST</b> .....                   | <b>54</b> |
| <b>11. ZAKLJUČAK</b> .....                   | <b>57</b> |
| <b>12. LITERATURA</b> .....                  | <b>59</b> |
| <b>13. PRILOZI</b> .....                     | <b>63</b> |
| 13.1. Popis slika .....                      | <b>63</b> |
| 13.2. Popis tablica .....                    | <b>63</b> |

## 1. UVOD

U današnje vrijeme, oružja za masovno uništavanje najbolji su primjer uporabe civilizacijski tehnoloških dostignuća u štetne svrhe i protiv ljudske civilizacije.[1] Sve veće širenje i razvoj oružja za masovno uništavanje postaju izravna opasnost za međunarodni mir i sigurnost unatoč napretku u nastojanjima oko njihove kontrole i količine.

Danas društvo rukuje konvencionalnim i nekonvencionalnim oružjem za masovna uništenja koja se mogu rabiti ne samo u ratnim operacijama velikih razmjera, već su izrazito učinkovita i u terorističkim i kriminalnim operacijama.[2] Terorističke organizacije, ne obazirući se ni na kakve međunarodne ugovore koji zabranjuju uporabu nekonvencionalnog oružja, bez oklijevanja će posegnuti za oružjem masovnog uništenja kako bi ubile mnoge, te ako i broj stradalih bude sveden na minimum, to će ipak poslužiti svrsi tih zlih organizacija, tj. izazivanju panike, uništavanju normalnog života, stvaranju straha i nesigurnosti.

[3]

Siromašni i vojno–ekonomski inferiorni uglavnom koriste terorizam pomoću današnjeg tehnološkog napretka koristeći se slabostima žrtve (slabosti u obavještajno-sigurnosnom sustavu, vlastiti zrakoplovi, vlastito nuklearno–kemijsko–biološko-oružje, te vlastite kemijske tvornice).

Bogati i superiorni koriste se superiornošću svoje ekonomije, informatike, informacijskog sustava, vojne tehnike, međunarodnim pravom kao tekovinama 20. stoljeća i kao sredstvima produžene ruke politike. Na kraju, ako je potrebno upotrijebi se i superiorno oružje, ili se upotrijebe međunarodne snage koje različitim „mirovnim“ metodama nametnu politička rješenja superiornih.

Razvoj i proizvodnja takvog oružja predstavlja veliki rizik zbog mogućnosti nekontroliranog širenja nuklearnih i kemijskih tehnologija kao i militarizacije biotehnologije. Zabrinjavajuće je to što u većini zemalja postoji nespremnost vojnog i javnog zdravstva, te ostalih službi za suočavanje s opasnošću uporabe oružja za masovno uništavanje kad je riječ o ljudstvu, opremi i uvježbanosti za brzi odgovor.

Uporaba bilo kojeg od tog oružja uzrokovala bi masovne gubitke zbog izrazito velikog broja ozlijeđenih, otrovanih i bolesnih, kao i velika razaranja materijalnih dobara i dugotrajnu kontaminaciju okoliša, što stvara izrazito velike probleme i zahtjeve u organizaciji zbrinjavanja, prve pomoći i liječenja ozlijeđenih i oboljelih.

Dok je konvencionalno oružje postalo dio moderne ljudske okrutnosti, događaji posljednjih godina pokazali su da mogućnost napada takvim oružjem s namjerom masovnog uništenja nije samo zamisliva, već je postala i stvarna prijetnja.

Stoga je surova i neshvatljiva stvarnost neljudskog, okrutnog uništavanja života mladih i starih, bliskih i nepoznatih regionalno, lokalno i globalno pitanje društva i javnog zdravlja. [2]

## 2. TEORIJSKA I POJMOVNA ANALIZA

### 2.1. Oružje za masovno uništavanje

Termin "Oružje za masovno uništavanje" oduvijek je bio predmet rasprave brojnih političara, znanstvenika, pripadnika sigurnosnih službi te različitih stručnjaka koji su se bavili njegovim definiranjem. Stoga još i danas ne postoji međunarodna i pravna definicija koja bi obuhvatila sve aspekte njegova djelovanja.

Pojam „Oružje sposobno za masovno uništenje“ prvi put se pojavljuje u Rezoluciji koju je donijela Opća skupština Ujedinjenih Naroda (UN) 1946., a 1948. godine zamjenjuje se alternativnim terminom „Oružje za masovno uništavanje“ koji se nadalje upotrebljava.

12.8.1948 UN-ov Odbor za konvencionalno naoružanje (CCA) u svojoj rezoluciji donio je prvu stručnu definiciju oružja za masovno uništavanje (WMD) koja je postala prihvaćena: *„Oružje za masovno uništenje čine atomska eksplozivna oružja, oružja sa radioaktivnim materijalom, smrtonosna kemijska i biološka oružja, te svako oružje koje će se u budućnosti razviti sa karakteristikama koje će se po snazi uništavanja mjeriti sa atomskom bombom ili drugim spomenutim oružjem.“*

Kako bi pobliže definirali pojam oružja za masovno uništavanje potrebno je razlučiti njegovu užu i širu definiciju. U užem smislu oružje za masovno uništavanje obuhvaća nuklearno, kemijsko, biološko, radiološko i eksplozivno oružje.

U širem smislu oružje za masovno uništavanje podrazumijeva:

- a) razorne naprave (eksploziv, bojni otrov, vatreno oružje...),
- b) oružje koje je osmišljeno za izazivanje smrti ili teškog tjelesnog oštećenja oslobađanjem, širenjem ili utjecajem otrovne kemikalije i njihove prekursore
- c) oružje koje sadrži organizme koji uzrokuju bolesti
- d) oružje koje oslobađa zračenje ili radioaktivnost opasno za čovjeka [4]

## 2.2. Kemijsko oružje

Kemijsko oružje ubraja se u skupinu oružja za masovno uništavanje zbog toga što za razliku od klasičnog eksplozivnog oružja zahvaća veliku površinu i dugotrajnog je djelovanja.

U općem smislu pod kemijskim oružjem podrazumijevamo bojne otrove i sva sredstva koja služe za prijenos bojnog otrova na cilj i njegovo prevođenje u bojno stanje. [5] Pojam „kemijsko oružje“ može se primijeniti na bilo koju otrovnu kemikaliju ili njihove prekursore koji mogu izazvati smrt, ozljedu, privremenu nesposobnost ili senzorne iritacije svojim kemijskim djelovanjem. [6]

„Kemijsko ratovanje“ definirano je kao ratovanje kemikalijama i kemijskim sredstvima koje koriste zapaljive smjese dima, nadražujuće, otrovne, eksplozivne ili zagušljive plinove. [2]

Prema Konvenciji o kemijskom oružju (CWC) kemijsko oružje definira se kao:

- a) otrovne kemikalije i njihovi prekursori osim kad je riječ o namjeni u svrhe koje nisu zabranjene Konvencijom (mirnodopska uporaba, kemijska zaštita, vojna uporaba ne sadržanih otrovnih kemikalija, kao i metoda ratovanja i kemikalija koje koristi policija), sve dok su vrste i količine u skladu s takvim svrhama
- b) streljiva i naprave posebno dizajnirane za izazivanje smrti ili druge štete putem otrovnih svojstava otrovnih kemikalija navedenih u stavku (a) koja bi se oslobodila kao rezultat primjene takvih streljiva i naprava
- c) svaka oprema posebno konstruirana za izravnu uporabu u svezi s primjenom streljiva i naprava navedenih u stavku (b)

**Otrovna kemikalija** se prema Konvenciji definira kao svaka kemikalija koja svojim kemijskim djelovanjem na životne procese može prouzročiti smrt, privremenu nesposobnost ili trajna oštećenja na ljudima ili životinjama. Time su obuhvaćene sve takve kemikalije, bez obzira na njihovo podrijetlo ili način proizvodnje, neovisno o tome proizvodi li se u tvornicama, vojnim pogonima ili bilo gdje.

**Staro kemijsko oružje** podrazumijeva kemijsko oružje koje se proizvodilo prije 1925. godine i kemijsko oružje koje se proizvodilo u razdoblju između 1925. godine i 1946. godine čije se stanje toliko pogoršalo da se više ne može koristiti kao kemijsko oružje.

**Napušteno kemijsko oružje** podrazumijeva kemijsko oružje, uključujući staro kemijsko oružje koje je neka država napustila nakon 1. siječnja 1925. godine na teritoriju neke druge države, bez njenog pristanka.

**Sredstvo za suzbijanje nereda** uključuje svaku kemikaliju koja nije u nekom od popisa, a naglo nadražuje ljudska osjetila ili tjelesno onesposobljava, s posljedicama koje nestaju u kratkom roku nakon prestanka izloženosti. [7]

**Bojni otrovi** su kemijske tvari namijenjene vođenju kemijskog rata, koje svojim toksičnim svojstvima uzrokuju smrt ili vremensko onesposobljavanje ljudi, biljaka, životinja. Ratna definicija bojnog otrova kao kemijskog agensa glasi: „Kemikalija koja se upotrebljava u vojnim operacijama s ciljem ubijanja, ozbiljnog ranjavanja ili onesposobljavanja ljudi zbog njegovih fizioloških svojstava. [2]

### 3. POVIJEST

Događalo se to odavno. Primjena kemijski otrovnih tvari u ratne svrhe stara je koliko i čovječanstvo. Povijest je prepuna primjera u kojima je bilo upotrijebljeno kemijsko oružje s idejom da se neobičnom tehnikom iznenadi i „uhvati“ neprijatelj tamo gdje je najmanje pripremljen. U većini slučajeva ova su se oružja rabila protiv neprijatelja koji se nije mogao braniti zbog ekonomskih ili logističkih razloga. Tako su različita konvencionalna oružja i metode primjenjivane znanjem da neprijatelj ne će moći pružiti otpor. [3]

Prvi povijesni zapisi o uporabi otrovnih tvari u Indiji datiraju dvije tisuće godina prije Krista. Kinezi i Japanci su, prema pisanju kineskog pisca Cia Scioa, tijekom povijesti u međusobnim ratovanjima pokušavali zaslijepiti jedni druge bacanjem papra u oči. Kinezi su prvi rabili „smrdljive lonce“ punjene sumporom tisuće godina prije Krista. Gusari koji su napadali brodove duž azijskih obala rabili su „smrdljive lonce“ sve do kraja XIX. stoljeća.

Prvo „moderno“ kemijsko oružje koje je bilo upotrijebljeno bili su vatra i dim. Kako su se u početku bitke vodile na otvorenim prostorima, nisu se mogle stvoriti opasne koncentracije dima, koje bi dovele do znatnih gubitaka, što nije imalo velikog utjecaja na ishod u nekoj bitki. Kako je vrijeme odmicalo, ljudi su počeli tvari, koja su u normalnom životu korištena kao korisna sredstva, upotrebljavati u ratne svrhe. Jedan od primjera je sumpor (S), koji je u početku rabljen kao sredstvo za liječenje kožnih bolesti. Postao je ratno sredstvo, kad je zapaženo da se njegovim izgaranjem stvara zagušljiv plin.

Spartanci su 429. Godine prije Krista pokušali spaliti Plateju (grad u Beotiji) izgaranjem drveta natopljenog smolom i sumporom. U ratu između Atene i Sparte, Spartanci su uporabili velike količine zapaljenog drveta, kako bi upalili smolu i sumpor te tako otjerali Atenjane sa zidina. U napadu na Delij, Spartanci su palili smjesu ugljena, smole i sumpora, a za tu su akciju napravili stroj kojim su raspršivali dim i vatru na zidine grada.

U početku su kemijske tvari rabili samo napadači. Taktika se promijenila kad su branitelji bili spremni za njihovu uporabu i na taj način postali ravnopravni napadačima. Grčki povjesničar i filozof Arijan (95.-180.) u svom

djelu „Aleksandrove vojne“ opisuje kako su branitelji grada Tira 332. godine koristili smolu i sumpor da bi se obranili od makedonskih osvajača.

Sextus Julius Africanus (III. stoljeće), rimski pisac i povjesničar, u dijelu „Venerin pojas“ piše da se neprijatelj treba pobijediti po svaku cijenu pa i trovanjem hrane, vode a čak i zraka.

Veliki napredak u kemijskom ratovanju učinili su Bizantici otkrivši između V. i VI. stoljeća pirofosfornu smjesu koja je gorjela kad su je poprskali vodom. Smjesa se sastojala od živog vapna, sumpora i katrana. Imala je snažan psihološki učinak jer nije bilo odgovarajuće obrane (u pomorskim bitkama) pa se smatrala magičnom i božanstvenom.

Grčka vatra koju je 668. izmislio Kalinik iz Heliopolisa sastojala se od sumpora, nafte i živog vapna, te je upotrijebljena u mnogim bitkama u Bizantu u srednjem vijeku, kao i protiv Arapa u bitki kod Kizika 673.- 718. godine i protiv ruske flote 936. godine. Smjesa je gorjela u dodiru s vodom uz veliki smrad i buku, te je o njoj stvorena legenda kao o vražjem izumu. Interes za grčkom vatrom potpuno je prestao u XVI. stoljeću.

U srednjem vijeku došlo je do otkrivanja novih kemijskih tvari koje su se mogle prevesti u parno stanje te tako uporabiti u ofenzivne i obrambene srhe. Od XVI. do kraja XIX. stoljeća pripravljeno je niz novih otrovnih tvari i predlagana je uporaba raznih otrova za punjenje eksplozivnih naprava i streljiva živom, arsenom, sumporom i otrovima biljnog i životinjskog podrijetla. U to doba pojavio se otpor uporabi otrovnih sredstava u ratne svrhe. Tako je Luj XIV. (1638.-1715.) odbio 1690. godine uporabiti „paklenu tekućinu“ koju mu je preporučio dr. Dupré, te je zapovjedio da se iz humanih razloga unište svi istraživački dokumenti. Potkraj XVIII. i početkom XIX. stoljeća vlade pojedinih zemalja protivile su se uporabi otrovnih tvari kao sredstva ratovanja, jer se uporaba sredstva koje nema druga strana smatralo kukavičlukom.

Bez obzira na to što su vlade pojedinih europskih zemalja raspravljale o moralnosti uporabe nekih tipova oružja, razvoj kemijskog oružja nije zaustavljen. Potkraj XIX. stoljeća kemijska industrija naglo se razvijala i bila je sposobna pripraviti mnoge otrovne tvari, stoga su svi otrovi pronađeni u to vrijeme upotrijebljeni u I. svjetskom ratu.[2]



### 3.1. Razdoblje I. svjetskog rata

U prvoj fazi razvoja kemijskog oružja, rabili su se uglavnom prirodni otrovi, a njihova primjena nije bila sustavna niti masovna. U drugoj fazi, početkom I. svjetskog rata, upotrebljavale su se poznate sintetizirane tvari, te je tada došlo do njihove masovne uporabe, stoga je moderna upotreba kemijskog oružja započela sa I. svjetskim ratom. Francuska je policija još 1912. godine imala u svom naoružanju bombe napunjene kloracetonom. 1914. godine Francuzi su uveli u borbenu uporabu više otrovnih spojeva (nadražljivaca), među njima i kancerogeni o-dianisidin sulfat koji je izazivao kihanje. Prema tome, Francuzi su prvi uporabili kemijsko oružje. Nijemci su napali Britance s 3.000 projektila punjenih istim kihalavcem kod Neuve Chapellea 1914., ali napad nije imao nikakav učinak.

Razvoj projektila punjenih „plinom“ počeo je razvojem kemijskih spojeva koji su mogli zamijeniti jake eksplozive. Problem pronalaženja djelotvornijih ratnih sredstava zatekao je nespremnim sve zemlje sudionice rata.

Njemačka vojska uporabila je 22. travnja 1915. godine na rijeci Ypres protiv Francuza 180.000 kg klora na frontu dužine šest kilometara. Mnogi vojnici koji su bili napadnuti plinom i ostali živi, osjećali su posljedice do kraja života. Neposredan učinak bio je katastrofalno uništavanje okoliša. Dvostruko veću količinu klora Nijemci su uporabili protiv ruske vojske u Poljskoj, kod Bolimowa 1915. godine, gdje je pritom stradalo 1.200, a smrtno ozlijeđeno 9.000 ljudi.

Poslije ovog kemijskog napada uporaba bojnih otrova na zapadnom bojištu postala je svakodnevica, ali je razvoj „djelotvornih maski“ umanjio učinak djelovanja plina. Uporabom primitivnih maski („dnevna maska“ bila je napravljena od višeslojne vate natopljene otopinom natrijevog tiosulfata, natrijevog karbonata i glicerina) smanjeno je masovno umiranje uzrokovano djelovanjem klora. Učinkovita zaštita od djelovanja otrovnih plinova, potaknula je traženje novih bojnih otrova koji bi probili protivnikovu zaštitnu masku.

Potkraj 1915. godine Nijemci su uporabili fosgen u smjesi sa klorom. Fosgen je bio najmasovnije rabljen bojni otrov u I. svjetskom ratu. Od ukupno 150.000 tona bojnih otrova proizvedenih od 1914.-1918. godine, fosgena je bilo

proizvedeno 40.000 tona. Otkrićem i proizvodnjom živčanih bojnih otrova, znatno se smanjila njegova važnost u ratne svrhe.

Kako su se protivnici opskrbljivali zaštitnim maskama koje su štatile od postojećih bojnih otrova, kemičari su istraživali nove kemikalije koje bi probile postojeće zaštitne maske. Cijelo vrijeme tijekom rata, uporaba kemijskih sredstava ovisila je o rješenju dva problema. Prvi problem je bio što staviti u projektil, a drugi kakav treba biti odnos eksplozivnog i kemijskog punjenja. Mnoge tvari bile su otrovne u laboratorijskim uvjetima, ali nisu bile učinkovite na bojnopolju. Neke tvari bile su djelotvorne, ali se njima nisu mogle puniti granate zbog težine koja je stvarala balističke probleme ili su reagirale s metalom od kojeg je načinjena granata.

Razvojem kemijskog oružja tijekom I. svjetskog rata, mijenjala se i taktika primjene „k cilju“ u taktiku „na cilj“ kako bi se smanjili vlastiti gubici kod iznenadnih promjena meteoroloških uvjeta. Godine 1917. počinje se primjenjivati iperit, koji je u to vrijeme bio najotrovniji bojni otrov. Njegov učinak djelovao je na oči, krvotok, palio kožu, te pokazao zavisnu stabilnost i bio je opasan kako za napadnute tako i za napadače kad bi ulazili u prostor napadnutoga.

Razvojem avijacije razvijaju se i usavršavaju zrakoplovne bombe, koje služe za nošenje i prijenos bojnih otrova do cilja, daleko u dubinu neprijatelja. Uporaba bojnih otrova u I. svjetskom ratu stalno je bila u porastu, tako da je 1915. godine uporabljeno 3.600 tona, a već 1918. godine 59.000 tona streljiva punjenog bojnim otrovima. Ukupno je u razdoblju od veljače 1915. godine do studenog 1918. godine uporabljeno 124.100 tona bojnih otrova, a u posljednjih 18 mjeseci rata svaka šesta žrtva uzrokovana je bojnim otrovima. Od ukupne količine uporabljenih bojnih otrova, 70 % je rabljen iperit.

Od ukupnog broja stradalih vojnika u I. svjetskom ratu koji je iznosio 68 milijuna, 28 milijuna je bilo mrtvih i ranjenih do čega je 5 posto otrovanih bojnim otrovima. Međutim SAD je od ukupnog broja žrtava imao 27 % otrovanih bojnim otrovima.[2]

**Tablica 1:** Brojčani prikaz otrovanih i smrtno stradalih od bojnih otrova u I. svjetskom ratu [2]

| <b>Država</b>    | <b>Otrovani</b>  | <b>Smrtno stradali</b> |
|------------------|------------------|------------------------|
| Rusija           | 475.000          | 56.000                 |
| Njemačka         | 200.000          | 9.000                  |
| Francuska        | 190.000          | 8.000                  |
| Velika Britanija | 188.000          | 8.100                  |
| Ostali           | 250.000          | 10.000                 |
| <b>Ukupno</b>    | <b>1.300.000</b> | <b>91.000</b>          |

### 3.2. Razdoblje nakon I. svjetskog rata

Poslije I. svjetskog rata pod snažnim pritiskom međunarodne zajednice, 1925. godine donesen je Ženevski protokol kojim je zabranjena uporaba kemijskog oružja. Važno je napomenuti da je tim dokumentom bila zabranjena uporaba kemijskog oružja u napadačke svrhe, a ne i u obrani. Također, posjedovanje kemijskog oružja nije bilo zabranjeno, a moglo se upotrijebiti i protiv država koje nisu potpisale Protokol. Mnoge države su nakon I. svjetskog rata nastojale unaprijediti proizvodnju bojnih otrova te razvijati nove sposobnosti za vođenje kemijskog rata.

Svi dosad navedeni bojni otrovi bili su pripravljeni prema postupcima koji su bili poznati još potkraj 19. stoljeća, a tijekom njihove proizvodnje u ratne svrhe, neki postupci su poboljšani ili zamijenjeni ekonomičnijim. Novi bojni otrovi koji su se pojavili bili su živčani otrovi koji su pronađeni 1930-tih godina. Prema tome priprema za II. svjetski rat predstavlja treću fazu razvoja kemijskog oružja koju obilježava sinteza toksičnih organofosfata kao potencijalnih bojnih otrova.

Usprkos tome što su mnoge države imale kemijsko oružje, u II. svjetskom ratu kemijsko oružje se uglavnom nije upotrebljavalo. Jedini koji su upotrebljavali kemijsko oružje u razdoblju od 1937.-1945. godine bili su Japanci protiv Kineza, koristeći granate punjene fosgenom i iperitom. Vrlo je bitno spomenuti i goleme količine otrovnih plinova koje su Nijemci koristili kako bi ubili

zatvorenike u koncentracijskim logorima diljem Europe. U koncentracijskom logoru u Auschwitzu, od svibnja 1943. godine do prosinca 1943. godine ubijeno je gotovo 2.5 milijuna ljudi.

Nakon II. svjetskog rata velik dio kemijskog oružja je uništen ili je odložen na dno mora. U prostoru Južnog Baltika, nedaleko od Cristiansoa, kod otoka Bornhorma odloženo je između 50.000 i 150.000 tona kemijskog oružja. Britanci su dio zarobljenog i svojeg kemijskog oružja, koje je proizvedeno tijekom rata, položili u more kod otočja Hebridi, dvadesetak milja zapadno od obale Irske, dok je drugi dio položen u Biskajskom zaljevu. Procjenjuje se da je u razdoblju nakon II. svjetskog rata u more položeno ukupno 175.000 tona kemijskog oružja.

U razdoblju od 1962. godine do 1971. godine SAD su upotrijebile velike količine herbicida i nadražljivaca u Vijetnamu. Na prostoru od 20.000 km<sup>2</sup> uporabile su više od 80 milijuna litara herbicida za uništavanje biljnog svijeta. Početkom 1970. godine Ministarstvo obrane SAD-a je izjavilo da je oko 11 posto površine Južnog Vijetnama tretirano herbicidima.

Uporaba kemijskog oružja spominjala se u sukobu u Portugalskoj Gvineji 1968. godine, u Palestini od 1969. godine, te Angoli 1970. godine.

Sredinom sedamdesetih godina sovjetske prijetnje kemijskih oružjem dovele su do proizvodnje većih količina zaštitne opreme u zemljama članicama NATO-a, a posebno u SAD-u.

Za vrijeme iračko-iranskog rata, u jesen 1983. godine Iračani su primijenili topničko streljivo punjeno iperitom i tabunom. Primjenu tog oružja Iračani su opravdali uporabom u obrambene svrhe. U ožujku 1988. godine Iračani su uporabili kemijsko oružje protiv Kurda, stanovnika Iraka u mjestu Habja, gdje je pritom stradalo 5.000 civila.

27. lipnja 1994. godine u kasnim večernjim satima uporabljen je bojni živčani otrov sarin protiv civila u Japanu. Djelovanju otrova bilo je izloženo 600 ljudi, u što su uključeni i stanovnici i članovi spasilačkih ekipa. Godine 1995. dogodio se još jedan teroristički napad sarinom u Japanu, u Tokiju. Tijekom napada 5.000 ljudi bilo je otrovano, a 12 ih je smrtno stradalo.

Nakon završetka Zaljevskog rata UN SU osnovali specijalnu komisiju za Irak UNSCOM ( United Nations Special Commission). Komisija je osnovana sa ciljem da se uništi iračko kemijsko oružje i onemogući Iraku da dođe u posjed postrojenja za proizvodnju, koja su rabile zapadne zemlje za proizvodnju bojnih otrova. Posebna briga vodila se o kemikalijama dvojne uporabe, koje su bile posebno nadgledane.

Relativno se mnogo zna o kemijskom oružju SAD-a i bivšeg SSSR-a, ali ne i o drugim zemljama. Širenje broja zemalja, posebice 50-ti i 60-tih godina, koje posjeduju kemijsko oružje, ili su njegovi proizvođači, bilo je brzo i nekontrolirano. Mnogo je oružja uništeno nakon II. svjetskog rata, ali proizvodnja i upotreba se i dalje razvijala bez obzira na ograničenja i zabrane.

Bivša Jugoslavija u najvećoj je tajnosti radila na razvoju ofenzivnog programa kemijskog oružja, na defanzivnom programu biološkog i toksinskog oružja, te je istovremeno pokušavala pokrenuti razvoj nuklearnog oružja. Sva tri projekta držana su u najvećoj tajnosti, tako da za njih nisu znali čak ni časnici roda AKBO. Tajna o programima izašla je u javnost tek nakon raspada Jugoslavije kada su se djelatnici Vojnog zavoda u Mostaru, centra za razvoj i sintezu bojnih otrova i kemijskih oružanih sustava, te djelatnici Vojno-tehničkog instituta u Beogradu počeli dijeliti po nacionalnoj osnovi i prenositi strogo čuvane tajne svojim novim zapovjednicima i nacionalnim sigurnosnim sustavima. Zbog toga je na svjetlo dana izašla činjenica da je Jugoslavija raspolagala s kadrovima, poluindustrijskim postrojenjima i sirovinama za proizvodnju gotovo 40 tona sarina, preko 6 tona iperita i s proizvedenih preko 120 tona „CS“, te oružjem, oruđima, taktikom i doktrinom za njihovu uporabu.[2]

### 3. PODJELA KEMIJSKOG ORUŽJA

Svrstavanje bojnih otrova u skupine određuje se pomoću više čimbenika, stoga postoje tri temeljne podjele koje se temelje na fizičkim i kemijskim svojstvima, načinu djelovanja na ljudski organizam i stupnju toksičnosti te prema ciljevima i načinu primjene.

Prema općoj vrsti djelovanja, kao i prema stupnju toksičnog djelovanja bojni otrovi dijele se na:

- a) **smrtonosne bojne otrove** – namijenjene za ubijanje ili onesposobljavanje ljudi i životinja
- b) **nesmrtonosne bojne otrove** - namijenjene za onesposobljavanje žive sile, pri čemu njihovo djelovanje na ljude ne ostavlja trajne posljedice

Prema fizičkim svojstvima odnosno agregatnom stanju bojni otrovi dijele se na:

- a) **krute** (adamist, kloracetofenon, LSD, BZ)
- b) **tekuće** (sarin, soman, iperit)
- c) **plinovite-parne** (fosgen, fosfin, cijanidna kiselina)

Prema kemijskim svojstvima, bojni otrovi se mogu podijeliti prema pripadnosti skupinama kemijskih spojeva:

- a) **fosfororganski spojevi** (tabun, sarin, soman, V-otrovi)
- b) **arsenorganski spojevi** (luizit, adamist)
- c) **halogentioeteri ili halogensulfidi** (iperit i njegovi analozi i homolozi)
- d) **derivati ugljične kiseline** (fosgen i difosgen)
- e) **halogenkiseline i halogenketoni i derivati** (kloracetofenon, kloraceton, oksimi)
- f) **nitrili** (vodikov cijanid, klorician)

Prema mehanizmu toksičnog djelovanja bojni otrovi svrstavaju se u:

- zagušljivce** – uzrokuju promjene na plućima
- krvne bojne otrove** – sprečavaju prijenos kisika u stanicu
- nadražljivce** - izazivaju karakteristične simptome kihanja i povraćanja
- suzavce** – uzrokuju kraće onesposobljavanje nadražujući oči i gornje respiratorne sluznice ili čak iritiraju kožu
- kožne bojne otrove** - uzrokuju teške promjene na koži i stvaraju ekstremno bolne mjehure te sporo zarastajuće rane
- živčane bojne otrove** –sprečavaju prijenos električnih impulsa između perifernih živaca u muskulature
- psihokemijske bojne otrove** – otrovi koju su pretežito halucinogenog djelovanja pa uzrokuju dulje onesposobljavanje

**Tablica 2:** Toksikološka podjela bojnih otrova [2]

| Skupina bojnih otrova | Naziv (NATO oznaka)         | Postojanost i oblik primjene     |
|-----------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| ŽIVČANI               | Tabun (GA)                  | DUGORAJNI<br>(KAPI, AEROSOLI)    |
|                       | Sarin (GB)                  |                                  |
|                       | Soman (GD)                  |                                  |
|                       | VX                          |                                  |
| KOŽNI                 | Iperit (HD)                 | DUGORAJNI<br>(KAPI, AEROSOLI)    |
|                       | Dušični iperit (HN)         |                                  |
|                       | Luizit (L)                  |                                  |
| ZAGUŠLJIVCI           | Fosgen (CG)                 | KRATKOTRAJNI<br>(PARE)           |
|                       | Difosgen (DP)               |                                  |
|                       | Klor                        |                                  |
| KRVNI (OPĆI)          | Cijanovodična kiselina (AC) | KRATKOTRAJNI<br>(PARE)           |
|                       | Klorcijan (CK)              |                                  |
|                       | Arsin (SA)                  |                                  |
| NADRAŽLJIVCI          | Kloracetofenon (CN)         | KRATKOTRAJNI<br>(OTROVNI DIMOVI) |
|                       | CS                          |                                  |
|                       | Adamist (DM)                |                                  |
| PSHIKOKEMIJSKI        | BZ (BUZZ)                   | KRATKOTRAJNI<br>(OTROVNI DIMOVI) |
|                       | LSD                         |                                  |

Prema taktičkim ciljevima na koje se primjenjuju i prema načinu primjene, bojni se otrovi razvrstavaju na:

- a) ofenzivne bojne otrove
- b) defenzivne bojne otrove
- c) otrove za diverziju i sabotažu
- d) bojne otrove za zasjede
- e) bojne otrove za kontaminaciju tla
- f) defolijante (fitootrovne tvari)
- g) biljne otrove (otrovi za uništavanje bilja)
- h) bojne otrove za uništavanje materijalnih dobara
- i) aerosolne bojne otrove

Prema postojanosti u uvjetima njihove primjene možemo ih podijeliti na:

- a) postojane bojne otrove
- b) nepostojane bojne otrove
- c) polupostojane bojne otrove

**Postojani bojni otrovi** rabe se za pripravu kemijske kiše ili kapljične diseminacije u svrhu kontaminacije ljudi, tla i opreme. U tu skupinu se svrstavaju otrovi koji imaju malu isparljivost i dugo se zadržavaju na tlu pod povoljnim meteorološkim uvjetima. Na terenu se mogu zadržati od nekoliko dana do nekoliko tjedana.

**Nepostojani bojne otrovi** rabe se za trenutačnu kontaminaciju atmosfere i zadržavaju se na terenu samo nekoliko sati, ovisno o meteorološkim uvjetima. Taktička uporaba ovih otrova ovisi o postizanju brzog učinka, što se postiže iznenadnim napadom velike koncentracije. U borbenom stanju na cilju pojavljuju se u obliku para ili aerosola. Oblak para takvih bojnih otrova teži je od zraka, te zbog toga lako prodire u zaklone i bunkere.[2]



## **4.1. Smrtonosni bojni otrovi**

Smrtonosni bojni otrovi namijenjeni su isključivo za ubijanje, odnosno uništavanje žive sile.[2] Mogu se podijeliti u dvije skupine: nadražljivci tkiva i sistemski otrovi. U prvu skupinu pripadaju zagušljivci i kožni otrovi, a u drugu krvni i živčani otrovi.[8] Posljedice njihove uporabe ovise o primijenjenoj koncentraciji (može uzrokovati smrtonosne i nesmrtonosne učinke) te o stupnju zaštite u trenutku kemijskog napada.[2]

### **4.1.1. Živčani bojni otrovi**

Živčani bojni otrovi su najtoksičnija kemijska borbena sredstva za masovno uništavanje. Živčana sredstva dobila su ime po tome što utječu na prijenos živčanih impulsa u živčanom sustavu. Svi živčani otrovi pripadaju skupini organofosfornih spojeva. Organofosfati su vrlo toksične kemikalije koje mogu biti upotrijebljene kao oblik terorističkog napada ogromnih razmjera. Karakterizira ih izuzetno toksičan i vrlo brz učinak. Mala količina otrova iz ove skupine može biti dovoljna da uzrokuje smrt unutar nekoliko minuta.[3]

Prvi slučajevi supstancija koje su djelovale kao živčani otrovi zabilježeni su kod plemena u zapadnoj Africi koji su koristili Calabar sjeme kao obredni otrov, kojim se čovjek stavljao na tešku kušnju u obredima vraćanja. Ranih tridesetih godina prošlog stoljeća jačao je interes za istraživanjem bojnih otrova koji utječu na živčani sustav. U razvoju živčanih otrova prednjačila je Njemačka, a kasnije se uključuju i ostale države, Velika Britanija i SAD.[2]

Postoje dvije skupine živčanih bojnih otrova: G otrovi (tabun, sarin, soman) i V otrovi (VE, VG, VM, VX). G otrovi su zamišljeni da djeluju prvenstveno putem udisanja, isparljiviji su od V otrova, ali i unošenjem u organizam kroz kožu, dok skupina V otrova dobro prodire kroz kožu, a ako su u zraku prisutni kao pare ili aerosoli, mogu se unijeti u organizam putem dišnog sustava. Kemijski i toksikološki, živčani otrovi su slični mnogim komercijalnim organofosfatnim pesticidima.[8]

**Tabun (GA)** je bistra, bezbojna do blijedo ili tamno jantarne boje. Mirisom podsjeća na voće, točnije na gorki badem. Prvi je u skupini živčanih bojnih otrova kojeg je pripremio njemački kemičar Gerhard Schrader 22. prosinca 1936. godine. Jedan je od najotrovnijih živčanih otrova koji se koristi u kemijskom ratu. Pare su mu 5,63 puta teže od zraka. U organizmu se sporo razgrađuje, što dovodi do njegove kumulacije. Najlakše prodire u organizam respiratornim traktom, ali je i vrlo otrovan kroz kožu i probavni trakt.

**Sarin (GB)** je bistra bezbojna tekućina koja nema mirisa u svom čistom obliku. Pripremljen je 1938. godine, a dobio je ime prema početnim slovima imena njemačkih istraživača Schrader, Ambrose, Rudringer i Van Linde koji su sudjelovali u njegovu otkriću. Ruski znanstvenik M. A. Kabačnik, koji je sudjelovao u razvoju i modernizaciji kemijskog oružja u Rusiji, pripremio je sarin u rujnu 1944. godine. Sarin je najhlapljiviji od svih živčanih bojnih otrova, ali nije zapaljiv. Pare su mu 4,86 puta teže od zraka. Dobro se otapa u vodi, mastima, lipidima i organskim otapalima. Lako se apsorbira na različite materijale kao što su: tekstil, vuna, drvo, porozna opeka, beton. Lako prodire kroz kožu, ali je pritom ne oštećuje. Stabilnost na terenu ovisi o vrsti streljiva, načinu uporabe i vremenskim uvjetima. Smrtonosne ili opasne koncentracije sarina u zraku mogu se pojaviti pod povoljnim meteorološkim uvjetima na 15-25 kilometara udaljenosti od mjesta primjene. Trovanje je u osnovi kumulativno.

**Soman (GD)** je bistra, bezbojna tekućina bez okusa, sa blagim mirisom sna kamfor. Pare su mu 6,33 puta teže od zraka. Sintetiziran je 1944. godine u Heidelbergu, a otkrio ga je dobitnik Nobelove nagrade za kemiju Richard Kuhn. Područje kontaminirano somanom predstavlja opasnost 10-15 sati nakon njegove uporabe, a zimi čak i nekoliko dana. Detoksikacija u organizmu je vrlo spora, te su učinci otrovanja kumulativni. On je najotrovniji G-otrov zbog lakoće kojom prodire u centralni živčani sustav.

**VX** je slabo hlapljiva bezbojna tekućina sa slabim mirisom na merkaptan, s parama 9,2 puta težim od zraka. Sintetizirao ga je 1960. godine britanski znanstvenik Ranajet Ghosh. Najtoksičniji i najpostojaniji je živčani bojni otrov, tako je, npr. dovoljna jedna kap VX-a veličine glavice pribadače apsorbirana

kroz kožu da izazove smrt. Zbog velike postojanosti i stabilnosti predviđen je za dugotrajnu kontaminaciju te se može primijeniti u svim sredstvima.[2]

#### 4.1.2. Zagušljivci

Zagušljivci su smrtonosni bojni otrovi koji selektivno i specifično oštećuju plućno tkivo i dovode do endema pluća zbog povećane propustljivosti kapilara. Glavni predstavnici su fosgen, klor i klorpikrin.

**Fosgen (CG)** je smrtonosni, nepostojani zagušljivi otrov, bezbojan plin, mirisa trulog lišća ili zelenih jabuka. Pare su mu 3,4 puta teže od zraka. Ne pojavljuje se prirodnim putem. Sintetizirao ga je britanski kemičar Sir Humphry Davy 1911. godine. Osim što može biti uporabljen i kao bojni otrov, široko se rabi kao kemikalija u proizvodnji sintetskih vlakana, boja, farmaceutskih proizvoda i pesticidima. On je tipičan zagušljivac koji nema nadražujuće djelovanje. Samo smrtne koncentracije uzrokuju slabo prolazno nadraživanje očiju i grla. Korišten je u velikim količinama kao bojni otrov tijekom I. svjetskog rata i uzrokovao je 80 posto svih smrtnih slučajeva izazvanih bojnim otrovima. Od 150.000 tona bojnih otrova, proizvedenih od 1914. do 1918. godine, fosgena je proizvedeno 40.000 tona. Danas se proizvodi za industrijske svrhe u količinama nekoliko stotina tisuća tona godišnje, ali se ne isključuje njegova uporaba kao bojnog otrova.

**Klor** je zeleno-žuti diatomni plin zagušljivog mirisa. Prvi ga je otkrio Scheele 1774., a prepoznao kao element Davy 1810. godine. Reagira sa čistom vodom i daje klorovodičnu u hipoklorastu kiselinu. Ne gori, ali može podržavati gorenje. Teži je 2,48 puta od zraka te se zadržava u donjim slojevima zraka, pa je vrlo opasan u zatvorenom i otvorenom prostoru. U organizmu se brzo detoksicira kad se udišu onespobljivajuće doze. U povijesti je bio prvi uporabljeni bojni otrov u ratne svrhe. Danas je uobičajena industrijska kemikalija.[2]

### 4.1.3. Kožni bojni otrovi

Kožni bojni otrovi smrtonosni su bojni otrovi dugotrajnog djelovanja koji u malim količinama oštećuju kožu. Zbog visokog stupnja difuzije kroz gotovo sve materijale, zaštita od njih iznimno teška. Ozljeđuju sva tkiva s kojima dođu u kontakt. Oštećenja nastaju s latencijom od nekoliko sati, bez simptoma pri prvom kontaktu. Lako prodiru kroz kožu i vežu se na stanične strukture unutar 2 minute, te reagiraju sa straničnim strukturama. Težina ozljede ovisi o koncentraciji pojedinog otrova i trajanju kontakta s kožom. Napadaju oči, pluća i pale kožu. Najpoznatiji kožni bojni otrovi su iperit, dušični iperit i luizit.

**Iperit (H,HD)** je uljasta tekućina slaboga, ugodnog mirisa na ricinusovo ulje. U najnovijoj povijesti bio je najčešće upotrebljavan bojni otrov. Relativno se jednostavno proizvodi, a postupci za njegovu sintezu mogu se naći na internetu. [3] Nečist iperit prvi je vjerojatno sintetizirao Despretz, ali ga nije identificirao. Razradom industrijskih metoda dobivanja i ispitivanjem svojstava bavili su se u Njemačkoj Lommel i Steinkopf po kojima je dobio i ime Lost. Brzo prodire kroz kožu, ali ima odgođeni učinak djelovanja. Zasićene pare apsorbiraju se brzo u kožu i teže su 5,4 puta od zraka. Vrlo je topljiv u lipidima, stoga se brzo resorbira u sve organe te djeluje kao univerzalni opći otrov. Uništava stanice svih tkiva s kojima dolazi u dodir. Bio je jedan od bojnih otrova koji se upotrebljavao u I. svjetskom ratu.

**Dušični iperit** je bezbojna tekućina koja s vremenom mijenja boju od žute do mrke. Sintetizirali su ga 1935. godine Ward, Mc Combie i Purdie. Prirodno se ne detoksicira u organizmu, što znači da postoji opasnost njegove akumulacije i odgođenog djelovanja. Njegovo djelovanje je mutageno, jer mijenja RNA i DNA, odnosno dovodi do promjena nasljednih osobina.

**Luizit (L)** je uljasta tekućina slabog mirisa na geranij koja mijenja boju u plavo-crnu kad se izloži svjetlosti ili stajanjem. Pripravio ga je Amerikanac W. Lee Lewis 1918. Luizit je otrov s nešto kraćim odgođenim djelovanjem i slabije postojan od iperita. Otrovanje se može prepoznati po vrlo brzom nadražaju očiju i kože. U tekućem stanju izaziva izravno paljenje u očima i stalni gubitak vida ako se ne dekontaminira unutar jedne minute velikom količinom vode. [2]

#### 4.1.4. Krvni bojni otrovi

Krvni bojni otrovi spadaju u smrtonosne otrove i razlikuju se od ostalih zbog mehanizma djelovanja. Krvni otrovi se distribuiraju preko krvi i općenito mogu ući u tijelo putem inhalacije. Oni inhibiraju sposobnost krvnih stanica za prijenos kisika, te tako uzrokuju gušenje. Lako su isparljive tekućine i nepostojane i kod niskih temperatura. Kod visokih koncentracija vrlo brzo mogu uzrokovati smrt. Niske koncentracije mogu izazvati ozbiljno onesposobljavanje. Glavni predstavnici su cijanidna kiselina (HCN), klorcian (ClCN) i arsin (AsH<sub>3</sub>).

**Cijanidna kiselina (HCN)** je veoma isparljiva, bezbojna tekućina, mirisa na gorki badem. Jedini je bojni otrov lakši od zraka. Kako su njezine pare manje gustoće od gustoće zraka, teško je postići velike koncentracije u otvorenom prostoru. Do pojave bojnih otrova HCN se smatrala najtoksičnijim otrovom. Danas spada u idealan otrov jer se širi i ubija brzo, a ostavlja netoksične rezidue. HCN je široko dostupan u kemijskoj industriji kao intermedijer. Koristi se kao pesticid, za deratizaciju, a određene zemlje ga prakticiraju za smrtnu kaznu.[8] Cijanidi su snažni stanični otrovi koji brzo djeluju. Teroristi ih mogu upotrijebiti u gusto naseljenim mjestima i izazvati masovna trovanja, te ih se može upotrijebiti za otrovanje vode ili izvora hrane.[3]

**Klorcijan (ClCN)** je bezbojna, lako hlapljiva tekućina mirisa na bijeli luk. Pare su mu dva puta teže od zraka. Sintetizirao ga je francuski kemičar Comte Claude Louis Berthollet 1802. godine. U organizmu se brzo detoksicira, te uzrokuje nakupljanje tekućine u plućima.

**Arsin (AsH<sub>3</sub>)** je bezbojan neutralan plin, neugodna mirisa na bijeli luk. Ima odgođeno djelovanje na organizam. Oštećuje jetra, bubrege i pripada skupini karcinogenih supstancija. U malim koncentracijama izaziva glavobolju i tjeskobu. Učinci trovanja zapažaju se nakon 4 sata do 11 dana. Iako je vrlo toksičan kao bojni otrov, nepogodan je za ratnu upotrebu zbog svoje lake zapaljivosti. [2]

## 4.2. Nesmrtonosni bojni otrovi

Nesmrtonosni bojni otrovi su otrovi za privremeno onesposobljavanje. Prema vremenu trajanja onesposobljavanja dijele se na dvije skupine. Otrovi za kratkotrajno onesposobljavanje (nadražljivci) i otrovi za onesposobljavanje na dulje vrijeme (psihokemijski bojni otrovi).

### 4.2.2. Nadražljivci

Nadražljivci su nesmrtonosni bojni otrovi za kratkotrajno onesposobljavanje u ratu, ali i služe kao i protudemonstracijsko sredstvo u miru. Dijele se na suzavce i kihavce. Oni su bezbojne krutine s okusom na papar ili gorki badem i raspršuju se u prostoru kao dimovi ili čvrsti aerosoli. Ova skupina otrova fizički djeluje na organizam. Najpoznatiji predstavnici su kloracetofenon, adamist i CS.

**Kloracetofenon (CN)** je čvrsta kristalinična bezbojna tvar, a nečist je od bijele do sive boje. Gustoća para je 5.3 puta veća od zraka. Pripravio ga je Nijemac Graebe 1871. godine.[2] Izrazito je iritantan za oči i sluznicu nosa te gornjih dišnih putova. Simptomi se javljaju trenutno. Široko je dostupan na tržištu kao protudemonstracijsko sredstvo te kao sredstvo za osobnu zaštitu.[8]

**Adamist (DM)** je žutozelena, kristalinična tvar koja lako sublimira. Dobio je ime po Amerikancu Adamsu koji ga je pripravio 1918. godine. Nekad je bio komercijalno dostupan kao protudemonstracijsko sredstvo, a danas se njegova uloga smatra zastarjelom. Intenzivno nadražuje nos, grlo i dišne puteve. Pogađa periferne senzorne živce i oči, te u manjoj mjeri može doći do iritacije kože.[8] Izaziva simptome u roku od 2-3 minute, a nestaju nakon 1-2 sata.

**O-klorbenzalmalononitril (CS)** je bezbojna, kristalna tvar. Pare su mu 6,5 puta teže od zraka. Pripravili su ga američki kemičari B. B. Carson i R. Stoughton 1928. godine po kojima je dobio ime.[2] Prvotno je bio razvijen kao zamjena za CN koji je koristila policija, ali je nakon toga često koristi na bojnopolju. Intenzivno nadražuje oči i sluznice u nosu i gornjim dišnim putevima. Široko je dostupan na tržištu kao sredstvo za suzbijanje nereda.[8]

Ima mutagena i klasterogena svojstva, ali ima vrlo malo podataka o njegovim karcinogenim ili teratogenim učincima. Brzina detoksikacije u organizmu vrlo je brza, te inkapacitane doze gube djelotvornost nakon 5-10 minuta.

#### 4.2.1. Psihokemijski bojni otrovi

Psihokemijski bojni otrovi su skupina otrova koji živu silu onesposobljavaju privremeno, ali duže od nadražljivaca. Ti bojni otrovi su krutine, kemijski i termički veoma stabilne. Uzrokuju ozbiljnu mentalnu poremećenost. Aplicirani u malim količinama izazivaju promjene u ponašanju, od osjećaja opijenosti, do najdublje potištenosti. U većim količinama uzrokuju ozbiljne halucinacije i stanje u kojem zatrovani ne poznaju tko su i što rade. Kako su aktivni u malim količinama, mogu se uporabiti za trovanje hrane, vode i u takvim se slučajevima teško otkrivaju. Predstavnici ove skupine bojnih otrova su BZ i LSD.

**BZ (3-kinuklidinilbenzilat)** je kristalna, bijela tvar, slabo gorkog okusa i bez mirisa. Depresant je centralnog živčanog sustava i često blokira prijenos informacija kroz sinapse. Prodirući u SŽS uzrokuje središnje simptome (strah, halucinacije) i periferne simptome (poremećaj ravnoteže vode u organizmu i termoregulaciju).

**LSD (dietilamid-liserginske kiseline)** je bezbojna krutina, mirisa na badem, bez okusa. Može se upotrebljavati za kontaminaciju hrane i vode ili kao inhalacijski aerosol. Široko je dostupan kao ilegalni lijek. Aktivan je nakon udisanja te nakon oralne ili intravenske uporabe.[8] Kao CNS stimulant uzrokuje prekomjernu živčanu aktivnost, povećavajući ili ubrzavajući prijenos impulsa. Krajni učinak je poplava mozga s mnogo informacija, što otežava koncentraciju i uzrokuje neodlučnost i nesposobnost da se djeluje na jedan kontinuiran svrhovit način.[2]

## 5. SVOJSTVA KEMIJSKOG ORUŽJA

Kako bi neka otrovna kemijska supstancija bila primijenjena kao bojni otrov, ona mora imati potrebne fizičke, kemijske i toksikološke značajke. Tome se pridodaje i ekonomski faktor koji utječe na odabir tehnologija za proizvodnju bojnih otrova, kao i taktičko-tehnički uvjeti koje mora ispunjavati neki otrov kako bi bio prihvaćen kao bojni otrov.

U taktičke zahtjeve svrstavaju se sljedeća svojstva koja mora zadovoljiti neki otrov da bi bio prihvaćen kao bojni otrov:

- a) visoka toksičnost koja uzrokuje veliku smrtnost kod protivnika
- b) višestruko djelovanje (djeluje na različite organe)
- c) kratko skriveno razdoblje djelovanja po mogućnosti bez nadražaja i simptoma
- d) nemogućnost dokazivanja organoleptičkom metodom (nema boje ni mirisa)
- e) dugotrajno djelovanje nakon primjene
- f) ograničena mogućnost kontrole djelovanja
- g) dobra prodornost kroz različite materijale (odjeću, obuću, zaštitnu opremu)
- h) složena identifikacija fizikalno-kemijskim metodama

U tehničke zahtjeve svrstavaju se sljedeća svojstva:

- a) mogućnost industrijske proizvodnje
- b) tehnološku stabilnost, postojanost prema atmosferskim, hidrolitičkim ili drugima svojstvima
- c) otpornost na visoku temperaturu i pritisak kod eksplozije
- d) odgovarajući tlak para
- e) nisko talište
- f) dobro otapanje i miješanje s različitim otapalima
- g) lako prevođenje u aerosolno stanje [2]



## 5.1. Fizikalna svojstva

Fizikalne značajke bojnih otrova utječu na njihove primjene, djelovanja, zadržavanja u atmosferi ili na zemljištu (postojanost), te metode identifikacije, detekcije i zaštite od njih, pružanja pomoći, trajanje učinka i fiziološke aktivnosti. Također, o fizikalnim značajkama ovisi i djelovanje bojnih otrova u različitim vremenskim uvjetima kao i načini i metode čuvanja. Fizikalna svojstva uvelike utječu na vrstu sredstva za raspršivanje bojnih otrova, vrstu kontaminacije i taktiku primjene.

U fizikalne značajke koje utječu na primjenu bojnih otrova ubrajaju se:

- a) agregatno stanje, boja i miris
- b) topivost
- c) tlak para i isparljivost (koncentracija zasićenja)
- d) talište i vrelište
- e) viskoznost
- f) postojanost
- g) relativna gustoća para
- h) difuzija
- i) latentna toplina isparavanja
- j) sposobnost stvaranja aerosola
- k) napetost površine

Fizikalne značajke imaju i utjecaj na:

- a) mogućnost i način primjene bojnih otrova
- b) zadržavanje u zraku i na tlu
- c) djelovanje u različitim vremenskim uvjetima
- d) čuvanje – način čuvanje i metode čuvanja
- e) detekciju – mogućnost detekcije
- f) dekontaminaciju – mogućnost i metode dekontaminacije

Osim nabrojanih fizičkih značajki bojnih otrova i neki drugi faktori mogu utjecati na njihov učinak, vremenski uvjeti na zemljištu i na ciljanom prostoru za vrijeme napada, tip oružanog sustava za uporabu bojnog otrova, količina raspršenog bojnog otrova i toksikološko-kemijska svojstva bojnog otrova.

Bojni otrovi pri normalnim okolnostima mogu biti plinovi, tekućine i krutine. Najveći broj bojnih otrova je u tekućem stanju (živčani, kožni), manji broj su krutine (kihavci, suzavci i psiho), a najmanji broj su plinovi-pare (zagušljivci). Agregatno stanje bojnih otrova određuje način i sredstva primjene. Najveći broj bojnih otrova djeluje u plinovitom stanju, u obliku plina ili para.

Većina bojnih otrova ne može se prepoznati po boji zbog toga što su uglavnom bezbojni. Mirisom se mogu ponekad ustanoviti i male koncentracije bojnih otrova, mada ima mnogo otrova koji nemaju karakterističan miris. Stoga, rezultati dobiveni na osnovi boje i mirisa nisu pouzdani, ali mogu poslužiti kao pomoćni pokazatelji, npr. u preliminarnoj analizi i detekciji, odnosno zaštiti.

Topivost je važno fizičko svojstvo bojnih otrova u primjeni, djelovanju, otkrivanju, čuvanju i dekontaminaciji. Bojni otrovi mogu se otapati u vodi, organskim otapalima ili drugim tekućinama, odnosno bojnim otrovima. Bojni otrovi dobro su topivi u organskim otapalima što znači da se njima mogu zatrovati goriva, maziva, smole i lakovi. Topivost se povećava porastom temperature, a ako govorimo o mogućnostima prodiranja u organizam, onda to ovisi i o topivosti u lipidima.

Hlapljivost bojnog otrova ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) je količina bojnog otrova koja pod normalnim uvjetima ispari u jedinici volumena ( $1\text{m}^3$ ). Smatra se da su bojni otrovi s vrelištem ispod  $130^\circ\text{C}$  isparljivi, a oni sa vrelištem od  $150 - 300^\circ\text{C}$  neisparljivi. U ratnim uvjetima obično nije moguće postići maksimalnu koncentraciju. Realne koncentracije bojnih otrova na bojnom polju su 10-15 puta manje od maksimalnih koncentracija. Za većinu bojnih otrova, koncentracije koje izazivaju trovanje su bitno manje od maksimalnih. Lako isparljivi bojni otrovi rabe se za iznenadnu, brzu kontaminaciju zraka, a slabo hlapljivi za kontaminaciju tla.

U uvjetima bojne uporabe postizanje maksimalne hlapljivosti ovisi o:

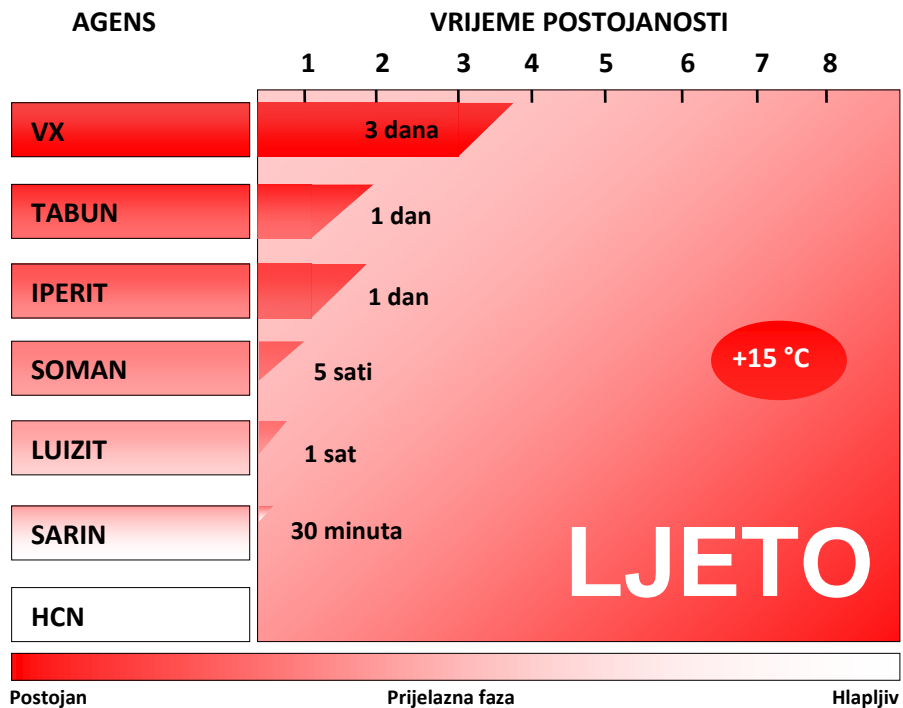
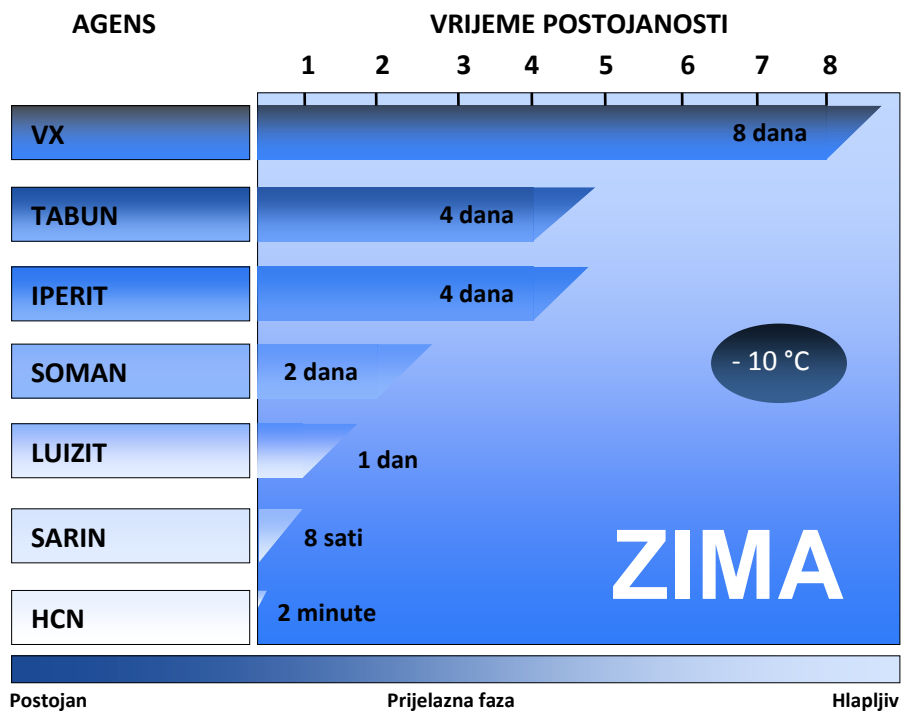
- a) vrsti bojnog otrova i njegovoj molekulskoj masi
- b) toplini hlapljenja
- c) atmosferskom tlaku
- d) obliku i veličini površine na kojoj je dispergirani bojni otrov
- e) tlaku para bojnog otrova

Postojanost bojnih otrova definira se kao zadržavanje bojnih otrova u zraku, na tlu i raznim površinama u koncentracijama koje mogu izazvati otrovanja ljudi. Na terenu postojanost bojnog otrova ovisi o njihovoj hlapljivosti, ali i o meteorološkom stanju atmosfere i tla. Bojni otrovi čija je hlapljivost mala duže se zadržavaju kao kontaminanti od bojnih otrova čija je hlapljivost velika (slika 1.).

Postojanost ne ovisi samo o kemijskoj reaktivnosti bojnih otrova, nego i njihovoj isparljivosti. Ovisno o postojanosti bojni otrovi mogu djelovati bilo inhalacijski, bilo kontaktnim putem ili na oba načina. Vremenska postojanost bojnih otrova utječe na vrijeme trajanja kontaminacije u koncentraciji koja je dovoljna da izazove toksične učinke.

Prema postojanosti bojni otrovi se klasificiraju na:

- a) < 1 minute – kratkotrajni
- b) 1-5 minuta – prijelazni od kratkotrajnih u dugotrajne
- c) > 5 minuta – dugotrajni [2]



Slika 1: Grafički prikaz postojanosti bojnih otrova u zimskim i ljetnim mjesecima [2]

## 5.1. Kemijska svojstva

Pod kemijskim svojstvima bojnih otrova podrazumijeva se reaktivnost bojnog otrova prema drugim reaktantima i prema biološkim sustavima. Bojni otrovi, prema svojim kemijskim svojstvima, pripadaju različitim skupinama organskih spojeva, primjerice skupini alkana, alkanona, amina, arsina, tioetera, oksima, alkaloida, organofosfornih spojeva itd. Kemijske karakteristike bojnog otrova utječu na njegovu toksičnost, stabilnost, te reaktivnost s vodom i drugim supstancama. U najvažnije kemijske značajke bojnog otrova ubrajaju se reakcije s vodom, odnosno hidroliza, kiselinama, lužinama, oksidansima i reducensima, reaktivnost prema materijalima, te stabilnost pri eksploziji i termička postojanost.

Važno je dobro poznavati kemijske značajke bojnih otrova zbog njihova skladištenja, zadržavanja u atmosferi, identifikaciji i dekontaminaciji te prilikom objašnjenja mehanizma toksičnog djelovanja na organizam i moguće primjene antidota, tj. protuotrova.

Općenito se od bojnih otrova zahtijeva da su inertni prema većini kemikalija, zbog mogućnosti produženog pohranjivanja te otežane detekcije i dekontaminacije. Bojni otrovi, gledano sa druge strane, trebaju pokazivati veliku reaktivnost prema biološkim sustavima, te u malim količinama reagirati s dijelovima stanice u organizmu. Prema mehanizmu djelovanja, prihvatljiviji su bojni otrovi čiji se mehanizam djelovanja teško otkriva, čime se otežava pronalaženje učinkovitog protuotrova.

Postojanost bojnih otrova ovisi kako o fizičkim tako i o kemijskim svojstvima, stoga njihova postojanost prema kemijskim značajkama ovisi o:

- a) načinu čuvanje i skladištenja
- b) tlaku i temperaturi
- c) kemijskoj reaktivnosti s : - vodom,
  - lužinama i kiselinama,
  - oksidansima i sredstvima za kloriranje
  - ostalim reagensima,
  - reaktivnosti prema biološkim sustavima

U uvjetima skladištenja, bojni otrovi moraju biti stabilni, neovisno o tome da li se nalaze u spremnicima ili napunjenom kemijskom oružju. Posude za čuvanje bojnih otrova moraju biti izrađene od najboljih materijala, koji moraju biti kemijski inertni prema određenom bojnom otrovu, kako ne bi došlo do kemijske reakcije.

Bojni otrovi moraju biti postojani prema temperaturnim promjenama i povišenim tlakovima koji nastaju eksplozijom ili sagorijevanjem pirotehničkih smjesa. Djelovanjem povišene temperature dolazi do njihove disocijacije. Ponašanje prilikom izgaranja tih spojeva uvelike utječe na način i oblike njihove primjene.

Termičko raspadanje nekih bojnih otrova pri normalnom tlaku, događa se iznad temperature destilacije, pri čemu se njihovo pročišćavanje može obavljati samo destilacijom. Termičku degradaciju, kao i sva druga raspadanja, obilježava neugodan miris nastao od produkata raspadanja. Stoga je karakterističan miris nekih bojnih otrova zapravo rezultat njihova djelomičnog raspada.

Kod dekontaminacije bojnih otrova sa različitim materijalima, npr. kože, gume, građevinskog materijala, tekstila, itd., treba uzeti u obzir topljivost različitih bojnih otrova u njima, kao i sposobnost adsorpcije te brzinu difuzije. [2]

## 6. DJELOVANJE NA ŽIVI ORGANIZAM

Biološki učinci kemijskog oružja, kao i mehanizmi toksičnog djelovanja razlikuju se prema putu ulaska u organizam i načinu ekspozicije. Nužno je poznavati mehanizme toksičnog djelovanja bojnih otrova, jer određuju sve mjere zdravstvenog zbrinjavanja otrovanih, medicinski tretman, antidotnu terapiju, te mjere zaštite i dekontaminaciju.

Djelovanje nekih bojnih otrova izaziva trenutačne znakove i simptome, dok kod drugih učinci mogu biti kasniji, što ovisi o koncentraciji otrova i trajanju ekspozicije.[2] Kratkoročni učinak kemijskog oružja može izazvati velik broj žrtava, i to je karakteristika koja određuje najviši stupanj pripravnosti. Dugoročne posljedice uporabe kemijskog oružja na određenom području, uključujući odložene, produžene i ekološki posredovane učinke na zdravlje, manje su poznate. Dugoročni učinci u osoba koje su izložene određenim količinama kemijskih sredstava, ovisno o vrsti koju su primili, mogu uključivati kancerogene, teratogene i mutagene posljedice.[8]

Bojni otrovi, kao i ostali kemijski agensi, u organizam mogu ući na različite načine. Simptomi i znaci trovanja počinju nakon kraće ili dulje latencije, ovisno o izloženosti kemijskom agensu. Ovisno o agregatnom stanju bojni otrovi u organizam ulaze putem respiratornog trakta, kroz probavni sustav, sluznice u nosu i usnoj šupljini, te kroz kožu. Kemijski agensi u obliku para i aerosola ulaze u organizam putem respiratornog trakta. Učinkovitost njihove adsorpcije ovisi o svojstvima topljivosti kemijskih sredstava. Kemijska sredstva u probavni sustav mogu ući putem kontaminirane hrane ili pitke vode, kontakta usta i ruke nakon dodira kontaminirane površine, ili gutanjem dišnih sluzi nakon nakupljanja većih čestica aerosola u nosu, grlu i gornjim dišnim putevima. Sluznice tkiva nosne šupljine i konjunktiva posebno su osjetljiva na nadražljivce, a usna šupljina posebno je na kožne otrove. Kroz kožu prodire više kemijskih sredstava koji mogu uzrokovati sistemske učinke. Visoka relativna vlaga kože potiče prodiranje.

Kemijska sredstva prema željenom učinku na organizam mogu se podijeliti na uznemiravajuća, onespособljavajuća i smrtonosna. Uznemirujuća

sredstva onesposobljuju izloženu osobu sve dok je ona izložena njihovu djelovanju. Osobe su svjesne nelagode uzrokovane agensom, ali su se sposobni sami ukloniti iz izloženosti. Obično se oporavljaju u kratkom vremenu nakon završetka izloženosti te ne zahtijevaju liječenje. Onesposobljavajući agensi također onesposobljavaju, ali osobe izložene njihovu djelovanju nisu svjesne svoje izloženosti. Učinak djelovanja može se produžiti, a oporavak je moguć bez specijalizirane medicinske pomoći. Smrtonosna sredstva uzrokuju smrt onih koji su izloženi. Učinci smrtonosnih agensa ovise o dozi primljenog otrova, zdravlju pojedinca te o brojnim drugim faktorima.[8]

Doza bojnog otrova označava količinu apsorbiranog otrova u organizmu pojedinca koja uzrokuje određeni učinak, npr. smrt, oštećenje ili onesposobljavanje. Prema putu ulaska bojnog otrova ili nekog kemijskog agensa u organizam razlikujemo:

- a) injektiranu dozu (mg/kg tjelesne težine),
- b) peroralnu dozu (mg/kg)
- c) inhalacijsku dozu (mg/m<sup>3</sup> zraka)
- d) perkutanu dozu (mg/cm<sup>2</sup> kože ili mg po čovjeku)

Smrtonosna (letalna) doza bojnog otrova najčešće se izražava kao LD<sub>50</sub>, čime se označava doza koja će ubiti 50 posto eksponirane populacije. Onesposobljavajuća doza izražava se kao ID<sub>50</sub>, čime se označava doza koja će onesposobiti 50 posto eksponirane populacije.

Prilikom kemijskog napada javljaju se brojne ozljede koje možemo podijeliti u tri temeljne skupine:

- 1) Konvencionalne ozljede
  - a) ozljede konvencionalnim naoružanjem bez kemijskih ozljeda i bez kontaminacije odjeće i opreme bojnim otrovom
  - b) ozljede konvencionalnim naoružanjem bez kemijskih ozljeda ali uz kontaminaciju odjeće i opreme bojnim otrovom
- 2) Izravne kemijske ozljede
  - a) kemijske ozljede bez drugih ozljeda



- b) mješovite kemijske ozljede i konvencionalne ozljede (ozljede od kemijskog streljiva, eksplozivne ozljede i traumatske ozljede)
- 3) Neizravne kemijske ozljede
- a) reakcija borbenog stresa
  - b) nuspojave nakon primjene antidota
  - c) toplinski učinci, otežano hlađenje znojem [2]

Osim njihove sposobnosti da uzrokuju tjelesne ozljede kemijska sredstva mogu se rabiti i kao moćno psihološko oružje. Kao takva djeluju na psihu i moral čovjeka smanjujući njegovu radnu i borbenu sposobnost. Čak i ako se sredstva ne primjenjuju, strah od njih može uzrokovati paniku zbog toga što ljudi ne razumiju štetne učinke njihova djelovanja.[8] Prema istraživanju koje je provedeno na stanovnicima iračkog grada Halabja, 18 godina nakon kemijskog napada, psihijatrijski i socijalni poremećaji vidljivi su čak i desetljećima nakon incidenta.[9]

**Živčana kemijska sredstva** su ekstremno toksične tvari koje uzrokuju smrt unutar nekoliko sekundi ili minuta nakon ekspozicije. Karakterizira ih njihova visoka toksičnost i brzina djelovanja. Put ulaska otrova u organizam određuje vrijeme nastanka simptoma. Djeluju u obliku aerosola, kapljica i para. Mogu se apsorbirati preko bilo koje tjelesne površine. Kapljice i krute čestice aerosola apsorbiraju se kožom, očima i respiratornim traktom, dok se pare otrova ponajprije apsorbiraju putem respiratornog trakta. [2] Ljudsko vlasište je u većini slučajeva nezaštićeno u usporedbi s drugim dijelovima, te je najviše izloženo otrovu u slučaju terorističkog napada. [10]

Postoje dva glavna načina ekspozicije živčanim bojnim otrovima: ekspozicija parama živčanog bojnog otrova i ekspozicija tekućim živčanim bojnim otrovima. Kod ekspozicije parama, početak simptoma je unutar nekoliko sekundi ili minuta nakon ekspozicije. Kod ekspozicije tekućim otrovom prvi simptomi se pojavljuju nekoliko sati nakon dekontaminacije kože. Pri trovanju niskim koncentracijama, početak simptoma može se pojaviti i nakon 18 sati nakon ekspozicije i čak 3 sata poslije dekontaminacije. [2] Nakon blagog do umjerene izloženosti, moguć je potpuni oporavak. Prilikom ponovljene dnevne

izloženosti dolazi do kumulacije otrova što može rezultirati ozbiljnim trovanjem. [8] Kod ozbiljnog trovanja simptomi se pojavljuju nakon latencije od 10-30 minuta.[2]

Živčani otrovi djeluju na oči, nos, pluća, skeletnu muskulaturu, srce, središnji živčani sustav (SŽS). Učinci na očima pojave se unutar nekoliko sekundi ili minuta, najviše jednog sata, te su najčešći rezultat izravnog kontakta oka s parama ili aerosolom bojnog otrova. Izloženost niskim koncentracijama kemijskog agensa kod pluća uzrokuje probleme s disanjem, a uslijed izloženosti velikim koncentracijama, smrt nastaje zbog paralize respiratorne muskulature i sloma centara za disanje u mozgu. Djelovanje otrova na skeletnu muskulaturu izaziva grčeve, umor te paralizuje mišića. Izlaganje visokom koncentracijama živčanog bojnog otrova uzrokuje dramatične promjene u SŽS. Već nakon nekoliko sekundi dolazi do gubitka svijesti, zatim slijedi napad grčem te na kraju i prestanak disanja. Živčani otrov soman uzrokuje status epilepticus (SE)[11], dok dugoročni učinci sarina i VX-a mogu uzrokovati trajnu paralizuju. [8] VX se pokazao kao izrazito toksičan kemijski agens za ljude i životinje. [12]

Živčani otrovi, ako se koriste u napadima na civile, mogu izrazito štetno djelovati na djecu jer su ona po prirodi osjetljivija od odraslih zbog njihove uže blizine tla, manje tjelesne mase, veće brzine disanja, povećane propustljivosti kože te nedovoljno razvijenog metabolizma. [13] Trudnice su isto tako izložene njihovom djelovanju, a štetni učinci otrova mogu imati direktan utjecaj na razvoj djeteta. [14]

Izloženost živčanim sredstvima poput sarina može imati ozbiljne psihološke posljedice i može dovesti do nekontroliranih napadaja te nepovratnog oštećenja mozga i neuropatije.[15] Veterani iz Zaljevskog rata imaju kronične simptome poput depresije, tjeskobe te druga kongitivna oštećenja koja su posljedica izloženosti niskim dozama sarina. Prema tome, sarin je direktno upleten kao jedan od uzročnika Zaljevske bolesti.[16] Teroristički napadi sarinom, koji su se dogodili devedesetih godina u Japanu, uzrokovali su u nekoliko žrtava posttraumatski stresni poremećaj (PTSP) bez obzira na količinu trovanja, a psihološki simptomi nakon mnogo godina i dalje

su prisutni.[17] Kod trovanja živčanim bojnim otrovima psihološke smetnje otrovanih vidljive su i godinama nakon izloženosti.

**Zagušljivci** su kemijski agensi koji napadaju pluća i primarno uzrokuju plućni edem. U zagušljivce ubrajamo fosgen (CG), difosgen (DP), klor (CL) i kloripikrin (PS). Fosgen je visokoreaktivni plin koji oštećuje pluća nakon akutne intoksikacije.[2] Pri vrlo visokim koncentracijama, > 200 ppm, smrt se javlja unutar nekoliko minuta. Koncentracije veće od 3 ppm uzrokuju nadražaj očiju, nosa i grla, kao i stezanje u prsima, nakon čega slijedi otežano disanje i kašalj.[8] Izloženost koncentraciji većoj od 50 ppm uzrokuje promjene na bronhiolama i edem pluća kod većih doza 1-4 sata poslije latencije, a kod manjih doza 8-24 sata nakon latencije. Dvije do tri godine poslije trovanja fosgenom razvijaju se neurološki simptomi kao npr. epilepsija, smetnje govora[2], dok će dugoročne posljedice vjerojatno biti mutagene.[8] Trovanje malim koncentracijama **klora** izaziva nagli nadražaj očiju i nosa, osjećaj gušenja, a kasnije bol prsne kosti. Izlaganje srednjim koncentracijama klora uzrokuje kašalj, osjećaj gušenja i jaku bol prsne kosti, a nakon toga slijedi promuklost i gubitak glasa. Mučnina i povraćanje su također česti simptomi trovanja klorom.

**Kožni bojni otrovi** su otrovi dugotrajnog djelovanja, koji već u malim količinama oštećuju kožu. Izazivaju stvaranje mjehura na mjestima koja su imala kontakt s otrovom. Njihovo djelovanje može biti lokalno i sustavno. Zbog svojeg visokog stupnja difuzije, prodiru kroz skoro sve materijale. Lako prodiru kroz kožu i sluznice vežući se za stanične strukture unutar 2 minute od početka penetracije, te reagiraju s njima. U uvjetima bez zaštite, znakovi i simptomi nastaju u intervalu od nekoliko sati. Trajanje tog intervala ovisi o načinu izlaganja, temperaturi okoliša i pojedincu. Prvi simptomi pojavljuju se na očima između 30 minuta i 3 sata nakon izlaganja. U roku od 4 do 16 sati simptomi postaju puno izraženiji, a u roku od 24 sata svi se simptomi povećavaju. Izlaganje iperitu uzrokuje oštećenja na koži, očima, plućima, probavnom sustavu te koštanoj srži. Mjehuri na koži nastaju poslije ekspozicije parama bojnog otrova za 2-18 sati. Konzumiranjem kontaminirane hrane iperitom dolazi do razaranja probavnog trakta, i teškog oštećenja želuca. Sustavno trovanje

iperitom nastaje njegovim prodorom u krvnu cirkulaciju kožnim promjenama ili respiratornim traktom.[2] Prema provedenim istraživanjima potvrđeno je da dugoročni učinci dovode do ozbiljnih očnih komplikacija među preživjelima, koji su praćeni razornim učinkom na psihičko zdravstveno stanje. [18] Kronični učinci iperita koji su provedeni na civilnim žrtvama iračko-iranskog rata, razvili su se 15-20 godina nakon izloženosti. Prema tome, očito je da kronični učinci ostavljaju dugoročne društvene i ekonomske posljedice na pojedince i njihove obitelji. [19] Strukturni poremećaji na očima dokazani su na iranskim veteranima koji su bili izloženi djelovanju iperita.[20] Također, istraživanje koje je provedeno na iranskim veteranima 27 godina nakon izloženosti, neurološke komplikacije trovanja vidljive su čak tri desetljeća nakon izloženosti i zahtijevaju liječničku pomoć.[21] Iperit može uzrokovati akutne i kronične ozljede različitih dijelova genitourinarnog sustava.[22] Prema istraživanju koje je provedeno na psima, iperit može imati dugoročne toksične učinke na muške spolne stanice. [23] Rezultati koji su provedeni na miševima pokazali su teratogene učinke iperita, koji mogu, ako dođe do izloženosti malim količinama, povećati rizik od anomalija u trudnoći. Teratogeni učinci ovisit će o primijenjenoj dozi i stadiju trudnoće. [24]

Luizit lakše prodire kroz kožu i brže izaziva promjene. Djeluje u obliku tekućina, para, a do kontakta dolazi putem udisanja ili izravnog kontakta s kožom.[8] Simptomi se na očima pojavljuju unutar jednog sata nakon ekspozicije izazivajući teška oštećenja očiju. Djelovanje tekućeg luizita započinje peckajućim bolom već nakon 10-20 sekundi nakon kontakta. Bolovi se povećavaju kako luizit prodire dublje u kožu i potkožno tkivo, te za nekoliko minuta postaju snažni.[2] Dugoročni učinci luizita za sada nisu dokazani i istraženi, te se pretpostavlja da neće imati mutagene, teratogene i kancerogene posljedice.[8]

## 7. PRAVNA REGULATIVA

Prije više od jednog stoljeća, povijesni napori da se zabrani uporaba kemijskog oružja te postigne kemijsko razoružanje, rezultirali su donošenjem Konvencije o kemijskom oružju. Iako su otrovne kemikalije korištene u ratovanjima stoljećima, u nekim od najranijih zabilješki vidljivo je da su se takva oružja smatrala posebno neprihvatljivim. Prvi međunarodni sporazum koji ograničava uporabu kemijskog oružja datira iz 1675. godine, potpisale su ga Francuska i Njemačka, u Strasbourgu kojim zabranjuju uporabu otrovnih metaka. Gotovo točno 200 godina kasnije, 1874. godine, zaključena je *Briselska konvencija* temeljena na Zakonu i običaju rata. *Briselska konvencija* zabranjuje korištenje otrova ili oružja koja sadrže otrov, te oružja, projektila ili materijala koji uzrokuju patnju.

Pri prijelazu u novo stoljeće, 1899. u Haagu na međunarodnoj mirovnoj konferenciji potpisan je sporazum koji zabranjuje uporabu projektila ispunjenih otrovnim plinom. Ugovorne strane su postigle suglasnost da se suzdrže od upotrebe projektila sa štetnim plinovima. Napori da se zabrani upotreba kemijskih tvari, nažalost, pokazali su se uzaludnim. Pravila ratovanja koja su dogovorena na Haškim konferencijama 1899. i 1907. godine, kojima se zabranjuje uporaba otrovnih oružja, nisu poštivana. [6]

Nakon opsežne uporabe kemijskog oružja tijekom Prvog svjetskog rata, što je rezultiralo s više od 100.000 smrtnih slučajeva i milijun žrtava, međunarodna zajednica nastojala je pojačati postojeće zakone kako bi spriječila njihovu daljnju uporabu. Kao rezultat javnog bijesa, 17. lipnja 1925. godine potpisan je Ženevski protokol o zabrani uporabe zagušljivaca, otrovnih i drugih plinova u ratu i bakteriološkog ratovanja. Protokol je stupio na snagu 8. veljače 1928. godine, a njegov depozitar bila je Francuska. Ovaj protokol je imao niz značajnih nedostataka, uključujući i činjenicu da se njime ne zabranjuje razvoj proizvodnja ili skladištenje kemijskog oružja. Isto tako problematična je činjenica da su mnoge države koje su ratificirale Protokol zadržale pravo na korištenje zabranjenih oružja protiv država koje nisu potpisale Protokol ili kao odmazdu, ako se koristi kemijsko oružje protiv njih.

Tijekom Drugog svjetskog rata, kemijsko oružje većinom se nije koristilo na europskim ratištima, već su se otrovni plinovi koristili samo u nacističkim logorima i u Aziji. Do 1970-tih godina, pitanje kemijskog oružja bilo je zadržano na dnevnom redu Ženevske konvencije, a mnoge države članice su podnijele svoje prijedloge. Ženevska konvencija restrukturirana je 1978., te je njezino članstvo povećano na 40 zemalja, a predsjedavanje se izmjenjuje među članovima. Od 1986. godine, globalna kemijska industrija aktivno sudjeluje u pregovorima o kemijskog oružju.

Nakon godina pregovora, 3. rujna 1992. godine usvojena je Konvencija o kemijskom oružju (CWC) u Ženevi. Konvencija je za potpisivanje otvorena 13. siječnja 1993. godine u Parizu, a stupila je na snagu 29. travnja 1997. godine. Kako bi se osiguralo provođenje konvencije, osnovana je Organizacija za zabranu kemijskog oružja (OPCW).[25, 6]

### **7.1. Konvencija o kemijskom oružju (CWC)**

Konvencija o kemijskom oružju (CWC) sastoji se od preambule, 24 članka te tri priloga; Dodatak o kemikalijama, Dodatak o provedbi i verifikaciji, te Dodatak o povjerljivosti. Konvencija je stupila na snagu 180 dana nakon 65-e ratifikacije podnesene depozitaru. U preambuli se izražava odlučnost država stranaka Konvencije da djeluju u cilju postizanja napretka prema općem i potpunom razoružanju te eliminaciji oružja za masovno uništavanje, kao i zabrani razvoja, proizvodnje, otkupa, skladištenja, zadržavanja, prijenosa te uporabe kemijskog oružja od država članica. Države moraju poduzeti potrebne korake za provedbu konvencije prema osobama (fizičkim ili pravnim) koje su u okviru njihove nadležnosti. Sve države članice obvezale su se da unište sve zalihe uskladištenog kemijskog oružja i proizvodne pogone, kao i oružje koje su napustile odnosno ostavile na teritoriju drugih država stranaka u prošlosti. Države stranke složile su se oko stvaranja režima provjere određenih kemikalija i njihovih prekursora kako bi se osigurala njihova primjena u svrhe koje nisu zabranjene. Jedinstvena značajka CWC uspostava je „challenge inspection“, pri

čemu, svaka država stranka, ako sumnja u kršenje pravila od strane druge države stranke, može zatražiti inspekcijski nadzor.

U želji da se osigura slobodna trgovina kemikalija, međunarodna suradnja, razmjena znanstvenih i tehničkih informacija na području kemijskih djelatnosti u svrhe koje nisu zabranjene ovom Konvencijom, te kako bi se potaknuo gospodarski i tehnološki razvoj država stranaka, potpuna i učinkovita prevencija predstavlja nužan korak postizanju zajedničkih ciljeva. [6]

Prvih 12 članaka Konvencije sadrži: opće obveze država stranaka (članak I.); definicije i kriterije (članak II.); deklaracije (članak III.); detaljne postupke za uništenje kemijskog oružja i pogona za njihovu proizvodnju, uključujući verifikaciju uništenja (članak IV. i V.); međunarodni nadzor kemijske industrije (članak VI.); nacionalne provedbene mjere koje moraju poduzeti države stranke za osiguranje provođenja Konvencije (članak VII.); prava i obveze OPCW-a (članak VIII.); savjetovanje, suradnju i utvrđivanje činjenica (članak IX.); pomoć i zaštita od kemijskog oružja (članak X.); gospodarski i tehnološki razvoj (članak XI). te Mjere za rješavanje određenih situacija i za osiguravanje pridržavanja konvencije, uključujući i sankcije (članak XII.).

Preostalih 12 članaka bavi se njezinim odnosom prema drugim međunarodnim sporazumima (članak XIII.); rješavanju sukoba oko primjene ili tumačenja Konvencije (članak XIV.); izmjenama, dopunama, trajanju i odustajanju (članak XV. i XVI.); statusu dodataka, potpisu, ratifikaciji, pristupanju, stupanju na snagu, ogradama, depozitarima i mjerodavnim tekstovima (članak XVII. – XXIV.).

Dodatak o kemikalijama sadrži tri popisa kemikalija i Vodič za popise. Verifikacijski dodatak sastoji se od 11 dijelova od kojih se većina odnosi na specifične verifikacijske procedure predviđene za uništavanje kemijskog oružja i pogona za proizvodnju, koje moraju slijediti sve države stranke i inspekcijski timovi OPCW-a. Dodatak o povjerljivosti utvrđuje opća pravila za rukovanje povjerljivim informacijama, zapošljavanja i ponašanja osoblja u Tehničkom tajništvu, mjerama za zaštitu „ranjivih“ postrojenja kao i sprečavanju odavanja informacija prilikom verifikacije, te procedure u slučaju povrede ili navodne povrede tajnosti.[6]

Republika Hrvatska je pristupila CWC u travnju 1995. godine, a odlukom Vlade RH iz 1997. godine osnovano je Nacionalno povjerenstvo kao središnje međuresorno tijelo za praćenje provedbe CWC, te kontakte s Organizacijom za zabranu kemijskog oružja (OPCW), sa sjedištem u MVPEI. [26]

## **7.2. Organizacija za zabranu kemijskog oružja (OPCW)**

Organizacija za zabranu kemijskog oružja (OPCW) neovisna je i samostalna međunarodna organizacija koja djeluje zajedno s Ujedinjenim narodima, te je provedbeno tijelo Konvencije o kemijskom oružju (CWC), koja je stupila na snagu 1997. godine. Organizacija danas ima 192 članice koje rade zajedno kako bi se u potpunosti spriječilo korištenje kemijskog oružja. Zemlje članice OPCW-a predstavljaju oko 98% svjetske populacije i zemalja, kao i 98% svjetske kemijske industrije. Države članice dijele zajednički cilj spriječiti korištenje kemikalija za ratovanje, time i jačanje međunarodne sigurnosti. U tu svrhu, Konvencija sadrži četiri ključne odredbe:

- a) uništavanje postojećeg kemijskog oružja prema međunarodnom verifikacijom OPCW;
- b) praćenje kemijske industrije kako bi se spriječio razvoj novog oružje
- c) pružanje pomoći i zaštite državama strankama u slučaju kemijskih prijetnji
- d) poticanje međunarodne suradnje na jačanju provedbe Konvencije i promicanje korištenja kemije u korisne svrhe

Izvršno vijeće OPCW-a izvršni je organ Organizacije i sastoji se od 41 člana koji se biraju na konferenciji za dvogodišnji mandat. Kako bi se osigurala učinkovitost Vijeća, Konvencija zahtijeva da se poštuju načela pravedne zemljopisne raspodjele, važnost kemijske industrije, kao i politički i sigurnosni interesi.

Konferencija država stranaka je plenarni organ koji se sastoji od svih članova OPCW-a. Glavni organ organizacije je koja ima opće ovlasti za



nadgledanje provedbe Konvencije, te da djeluje u cilju promicanja cilja i svrhe Konvencije. Konferencija može prihvatiti preporuke i donositi odluke o svim pitanjima, stvarima ili problemima iz djelokruga Konvencije. Također, nadgleda aktivnosti Vijeća i Tajništva, a može im izdati smjernice za obavljanje poslova iz njihova djelokruga koje su u skladu s Konvencijom.

Tehničko tajništvo OPCW-a pomaže Konferenciji država stranaka i Izvršnog vijeća u obavljanju njihovih funkcija. Osim uobičajenih nadležnosti tajništva međunarodne organizacije, Tajništvo OPCW-a ima određene odgovornosti u skladu s posebnim značajem Konvencije. Neke od tih odgovornosti su:

- a) provođenje mjera provjere predviđene Konvencijom:
- b) pregovaranje sa strankama sporazuma članica koji se odnose na aktivnosti verifikacije (uz odobrenje Vijeća);
- c) koordiniranje uspostave i održavanje stalnih zaliha hitne i humanitarne pomoći državama strankama
- d) poduzimanje drugih mjera koje se odnose na pružanje pomoći državama strankama.

## 8. STUDIJE SLUČAJA

### 8. 1. Tokyo, 1995. godina

Dana 20. ožujka 1995. godine, članovi kulta Aum Shinrikyo („Čista istina“) izveli su koordinirani napad živčanim plinom sarinom na putnike tokijske podzemne željeznice. Ujutro u 7,55 sati, na vrhuncu dnevne gužve, 12 sanduka za hranu i posuda za bezalkoholno piće, svaki napunjen s 300-500 mL sarina, ostavljeno je u pet vagona podzemne željeznice na trima različitim linijama usmjerenim prema središtu grada. U napadu je smrtno stradalo 12 ljudi, a 5.500 je bilo ozlijeđeno. Prvi hitni poziv za pomoć upućen je iz podzemne željeznice u 8,09 sati, a posljednji je pacijent prevezen u 23,11 sati. Pojavom prvih znakova intoksikacije svi su putnici bili evakuirani iz podzemne željeznice i vrata vagona bila su zatvorena. Unesrećeni su bili smješteni u 280 medicinskih ustanova. Ukupno je 131 vozilo hitne pomoći i 1364 hitnih medicinskih tehničara sudjelovalo u zbrinjavanju unesrećenih na terenu. Od strane hitne medicinske i vatrogasne službe u bolnicu je prevezeno 688 ljudi, dok su svi ostali u bolnice pristizali pješice, privatnim vozilima, javnim prijevozom, policijskim i vatrogasnim vozilima.

U početnoj fazi događaja, nije poduzeta ni jedna mjera opreza. Dekontaminacije nije provedena, niti je s njih skinuta odjeća u bolnici. Manjak hitne dekontaminacije, te korištenja zaštitne opreme i mjera opreza, rezultiralo je otrovanjem 195 pripadnika timova za hitne situacije. Kao posljedica sekundarnog izlaganja, 135 osoba sanitetskog osoblja i 110 zaposlenih za prijam u bolnicama, pokazivali su simptome otrovanja. Tek tri sata nakon napada, utvrđeno je da se radi o živčanom bojnem otrovu sarinu. Procjenjuje se da je pušteno oko 4,5 kg sarina za koji se smatra da je bio razrijeđen.

U napadu smrtno je stradalo 12 ljudi koji bili izloženi velikim količinama otrova, 54 pacijenata imalo je ozbiljne simptome trovanja, umjereni simptomi bili su vidljivi na 984 pacijenata, dok je liječničku pomoć zatražilo više od 5000 ljudi. Pacijenti sa slabim simptomima definirani su kao oni koji su imali simptome na očima te su otpušteni iz bolnice nakon 12 sati medicinskog promatranja.

Pacijenti s umjerenim simptomima imali su karakteristične sistemske simptome, ali nisu trebali umjetno disanje. Kao ozbiljne žrtve trovanja definirani su oni koji su trebali hitnu respiratornu potporu. Nekolicina žrtava koje su primljene u velike bolnice, patilo je od PTSP-a koji je trajao više od 6 mjeseci i mnoge su od njih trebale psihijatrijsko savjetovanje.

Napad na tokijsku podzemnu željeznicu, s povijesnog gledišta, bila je prva katastrofa uzrokovana živčanim bojnim otrovom sarinom u miru. Razlog je bio nejasan, ali je učinak bio alarmantan. Tisuće žrtava preplavilo je medicinske ustanove u tom području u potrazi za medicinskom pomoći. Ovaj događaj ukazao je na važnost korištenja osobne zaštite od strane spasilačkih ekipa kao i provođenje dekontaminacije. Komunikacijski kanali s hitnim službama nisu se bili u stanju nositi s poplavom poziva. Preopterećenje je spriječilo učinkovitu komunikaciju među ekipama na licu mjesta, mobilnih timova i bolnica, što je dovelo do toga da timovi dobiju pravovremene liječničke upute. Većina bolničkog osoblja u Tokyo-u, kao i medicinskog osoblja u svijetu, bili su obučavani za njegu žrtava kemijskog oružja, ali nisu imali razrađene protokole za liječenje žrtava. [8,3]

Japanske vlasti donijele su 2004. godine Zakon o civilnoj zaštiti kako bi se postigla bolja spremnost u slučaju kemijskog terorizma. Prema ovom zakonu, japanska vlada mora na godišnjoj razini provoditi vježbe Civilne zaštite kako bi se ocijenila spremnost. Ako se utvrde nedostaci, oni se rješavaju jedan po jedan sve dok se ne procijeni da su otklonjeni. [27]

## 8.2. Karlovac tijekom Domovinskog rata

Početak Domovinskog rata, na području karlovačke regije, pojavile su se objektivne opasnosti od moguće uporabe bojnih otrova te ostalih kemikalija. Potencijalni izvori opasnosti bili su: mogućnost eksplozije raketnog goriva koji sadrži dušičnu kiselinu, havarija na NE Krško, havarije transportnih vozila koja su prolazila ili neko vrijeme stajala na karlovačkom području, mnogi gospodarski objekti koji rade s opasnim i štetnim tvarima, kao i upotreba bojnih otrova.

U slučaju radiološko-kemijsko-biološke opasnosti, Centar za obavješćivanje i uzbunjivanje imao je poseban signal za uzbunu, zavijajući ton s dva prekida od ukupno 90 sekundi (20“ 15“ 20“ 15“ 20“). Kasnije, u toku rata, u sastavu Hrvatske vojske organizirana je PNKBO (protiv-nuklearno-kemijsko-biološka-odbrana).

Kako bismo se mogli zaštititi od eventualnog napada ovim oružjem, naredbom Glavnog stožera saniteta RH, oformljena je Toksikološka služba regije Karlovac koja je uključivala:

1. Toksikološki štab
2. Hitnu medicinsku pomoć za zbrinjavanje, pružanje hitne medicinske pomoći, prijevoz, dekontaminaciju i trijažu ozlijeđenih
3. Jedinicu za detekciju i uzorkovanje zraka, vode, hrane i tla
4. Jedinicu za dekontaminaciju sa odgovarajućim sredstvima
5. Kliničke ustanove za kliničko zbrinjavanje ozlijeđenih sa potrebnim količinama lijekova i opreme
6. U sklopu biokemijskog laboratorija Medicinskog centra karlovac pripremana je klinička dijagnostika
7. U sklopu Odsjeka za higijenu okoline, Medicinskog centra Karlovac, djeluje Jedinica za identifikaciju bojnih otrova u vodi, zraku, hrani i tlu

Tijekom rata na karlovačkom području bilo je nekoliko dojava o mogućoj uporabi bojnih otrova. Nakon primitka dojava o mogućoj uporabi kemijskih sredstava, službe su na teren izašle u roku od jednog sata. U svim slučajevima bila je vidljiva panika i strah stanovništva, što je rezultiralo da su informacije o mogućim slučajevima bile nepotpune i netočne. U prijavljenim slučajevima niti nijednom nije utvrđena prisutnost bojnih otrova, već je samo na nekim lokacijama utvrđena uporaba suzavca.

Nakon završetka rata krenulo se u pregled napuštenih vojarni, vojnih kompleksa i lokacija na kojima je djelovala JNA, kako bi se otkrili, evidentirali i uništili bojni otrovi kao i ostale opasne i eksplozivne tvari. U ovom pothvatu, koji je obavljen u vojnim objektima na području Karlovca, sudjelovala je ekipa stručnih kemičara-tehnologa, NKBO jedinice, sanitetska ekipa te pirotehničari. Prilikom cijele akcije, nije se zbio niti jedan incident. U Karlovcu i Ogulinu pronađeni su bojni otrovi nadražljivci, više vrsta dekontaminacijskih sredstava te druga razna NKBO oprema. Pronađene tvari su evidentirane, sortirane te uskladištene na adekvatnim mjestima.

Tijekom ove akcije, u početnoj fazi rada, pojavili su se specifični problemi s nepoznavanjem vojnih oznaka i kratica, kao i neadekvatna obučenos voditelja akcija, koji su većinom bili civilni, a vojni stručnjaci.[28]

## 9. ZAŠTITA

### 9.1. Osobna zaštita

Osobna zaštita osnovni je način sprečavanja izlaganja kemijskim ratnim agensima. Obuhvaća sve vrste opreme koju koriste pojedinci kako bi smanjili mogućnost od udisanja i/ili izlaganja kože kemijskim sredstvima. Izbor odgovarajuće zaštitne mjere ovisi o mehanizmu izlaganja i prijenosa. Primjenjujući sveobuhvatni pristup, koji uključuje zaštitu dišnih organa i kože, može se učinkovito spriječiti izlaganje. Da bi se postigla potpuna zaštita, potrebno je dobro poznavanje raspoložive zaštitne opreme i pravih mjera svakog mehanizma izlaganja. Kada je fizička zaštita jedina provediva metoda zaštite, treba se ograničiti broj osoba koje su izložene, te ih izložiti najmanjim mogućim koncentracijama onečišćenja u što kraćem vremenu. Razina zaštite trebala bi biti prikladna za svaki stupanj i vrstu opasnosti. Kod nekih situacija nije uvijek potrebno koristiti potpunu zaštitu, npr. samo respirator može biti adekvatna zaštita od hlapljivih tvari koje ne štete koži, niti se apsorbiraju kroz nju.

Uvođenjem zaštitne barijere između pojedinca i opasne tvari, može se postići samo privremena zaštita od štetnog djelovanja tvari. Pritom treba imati na umu da, prije ili kasnije, sve kemikalije prožimaju zaštitne barijere te da će proći kroz njih. Ovisno o vrsti zaštitnog materijala, pojedinac može biti zaštićen u rasponu od nekoliko sekundi pa do nekoliko dana. Niti jedna zaštitna oprema ne štiti na neodređeno vrijeme, kao ni protiv bilo kakvih štetnih tvari.

Ovisno o vrsti i naravi korištenog kemijskog sredstva, postoje dvije osnovne komponente osobne zaštite koje se mogu koristiti pojedinačno ili u kombinaciji: *zaštita dišnih organa i zaštita tijela, odnosno kože.*

**Zaštita dišnih organa** vrlo je važna zbog toga što je dišni sustav primarna točka ranjivosti prilikom upotrebe kemijskih sredstava. U ljudski organizam kemijski sredstva ulaze kroz nos ili usta, najčešće kao aerosoli, pare ili plinovi. U nedostatku adekvatnih sredstava zaštite, dišni organi se od

djelovanja nekih bojnih otrova (zagušljivci i nadražljivci) mogu zaštititi udisanjem kroz navlaženi rupčić, sloj gaze ili vate.

Postoje dvije glavne vrste opreme za zaštitu dišnog sustava: *zaštitna maska ili respirator i izolirajući aparati*.

*Zaštitne maske* mogu ukloniti plinove, pare i/ili aerosole prilikom udisanja kontaminiranog zraka. Njihov nedostatak je taj što one ne mogu zaštititi od nedostatka kisika (mogu se rabiti samo u atmosferi s minimalnim sadržajem kisika od 13-16 posto), te njihove zaštitne sposobnosti ovise o filtru. Filtar zaštitne maske ima određenu adsorpcijsku moć, pa ga je potrebno povremeno mijenjati. Dugotrajnom uporabom ili neodgovarajućim uskladištenjem zaštitne maske, može doći do smanjenja moći filtra što ju čini neučinkovitom prema nekim kemijskim agensima. Niti jedna maska ne pruža dovoljnu zaštitu neograničeno vrijeme i u različitim uvjetima. Također, treba napomenuti da i neadekvatna upotreba zaštitne maske uvelike smanjuje njezinu zaštitnu funkciju. Za zaštitu mogu se koristiti:

- a) maske za jednokratnu upotrebu
- b) industrijski respiratori za pola lica s umetkom
- c) respiratori zraka za cijelo lice (gasmaska)

*Izolirajući aparati* služe za zaštitu organizma od djelovanja toksičnih plinova i para u atmosferi gdje se ne mogu upotrijebiti zaštitne maske sa filterima. Takvi aparati imaju rezervoar s komprimiranim zrakom, te uređaj djeluje potpuno neovisno o vanjskoj atmosferi, čime se osigurava najviši stupanj zaštite. Rabi se prilikom izviđanja kontaminiranih prostora nepoznatim supstancijama, pri vrlo visokim koncentracijama otrovnih tvari i u uvjetima smanjene koncentracije kisika. Nedostatak aparata je njegova težina, a uporaba mu je ograničena na manje od 30 minuta. Izolacijski aparat mogu koristiti samo posebno obučeni i certificirani ljudi. Takvi se uređaji trebaju redovito održavati i prolaziti kontrole ispravnosti.

**Zaštita tijela** obuhvaća nepropusnu zaštitnu odjeću i obuću. Spoznaja da može doći do kontaminacije i smrtonosnih otrovanja kroz kožu pa i preko

kontaminirane odjeće, dovela je do izrade različitih modela zaštitne odjeće. Prema načelu zaštite, zaštitna odijela dijele se na nepropusna (izolirajuća) i propusna (filtrirajuća) kao i materijali od kojih se izrađuju. Materijali od kojih se izrađuju zaštitna sredstva ne smiju nadraživati kožu, imati neprijatan miris i imati veliku masu. U nedostatku specijalnih sredstava zaštite, kratko vrijeme od štetnog utjecaja kemijskih agensa štiti i obična višeslojna odjeća.

Ne postoji niti jedan materijal koji je nepropustan za sva onečišćenja na neodređeno vrijeme. Sitne ogrebotine, oštećenja, posjekotine i mikro-rupe mogu smanjiti njegovu djelotvornost. Neki materijali koji se naširoko upotrebljavaju za izradu zaštitne odjeće, ne štite protiv određenih kemijskih agensa. Primjerice, sumporni iperit u roku od nekoliko minuta prodire kroz prirodnu gumu. U ekstremno visokim koncentracijama kemijskih agensa, potrebno je koristiti zatvoreno odijelo sa nadtlakom. Odijela i maske često su zamišljene kao cjeline. Korištenjem različite maske i zaštitnog odijela značajno se može smanjiti zaštitni učinak. Zaštitna odijela mogu koristiti samo obučene i fizički spremne osobe.

U sredstva za zaštitu tijela ubrajamo:

- a) propusno zaštitno odijelo
- b) zaštitno odijelo za jednokratnu uporabu
- c) zaštitni ogrtač, pregača i rukavice
- d) gumene čizme i zaštitne čarape

Pri osobnoj zaštiti kod određenog postotka ljudi, pojavljuju se problemi s adekvatnim korištenjem osobne zaštitne opreme. Određene skupine ne mogu nositi standardiziranu osobnu zaštitnu opremu. Mala djeca do 7 godina i osobe s respiratornim problemima ne mogu normalno disati prilikom uporabe zaštitne maske za disanje. Žrtve koje imaju ozljede glave ili lica, kao i određeni broj ljudi zbog različitog oblika lica ne mogu pravilno koristiti zaštitnu masku. Takvim osobama, kao i djeci treba pružiti adekvatna zaštitna sredstva, kako bi ih se zaštitilo. Psihološki problemi koji se javljaju nošenjem osobne zaštitne opreme, posebno djece, mogu dovesti do toga da je nemoguće postići potrebnu zaštitu.



Moderna zaštitna oprema protiv kemijskih agensa napravljena je s ciljem da zaštiti osobu u svim vrstama opasnosti. Međutim, takva zaštita uvelike utječe na radnu sposobnost pojedinca. Prilikom odabira zaštitne opreme, treba se uspostaviti ravnoteža između stupnja potrebne zaštite i smanjene sposobnosti rada prilikom korištenja opreme. Korištenjem zaštitne opreme prilikom obavljanja poslova, može doći do toplinskog i psihološkog stresa, ergonomske poteškoće, nuspojave lijekova, kao i logističkih problema. [8,2,3]

## 9.2. Kolektivna zaštita

Kolektivna zaštita podrazumijeva zaštitu većeg broja ljudi, životinja i materijalno-tehničkih sredstava od djelovanja kemijskih sredstava. Postoje dvije kategorije sredstava kolektivne zaštite: *skloništa koja nisu posebno dizajnirana za zaštitu te specijalizirana skloništa*.

Kao sredstvo kolektivne zaštite može poslužiti bilo koji objekt ili vozilo koje pruža dovoljnu zaštitu od kemijskog oružja. Za kolektivnu zaštitu mogu poslužiti dijelovi stambenih objekata, vozila, podrumi kao i stambeni prostori. Ovi oblici kolektivne zaštite pružaju potpunu zaštitu od tekuće, dijelom i parne kontaminacije jer je širenje u takve prostore usporeno. Primjenom kemijski otporne plahte i ljepljive trake mogu se staviti na sve otvore, kao što su prozori, vrata i otvori za ventilaciju kako bi se potpuno izolirali od vanjskog utjecaja. U takvim skloništima može doći do nedostatka kisika, odnosno akumulacije ugljičnog dioksida, te stoga ona mogu pružiti samo privremenu zaštitu.

Specijalizirana skloništa mogu biti podzemna i nadzemna, a moraju biti opremljena specijalnom opremom i uređajima. Sistem za ventilaciju i pročišćavanje zraka moraju biti prilagođeni za planirani kapacitet i dužinu boravka ljudi, te kako bi bili sposobni održavati nadtlak. Ovakvi sustavi trebaju prolaziti redovitu kontrolu, mora ih se redovito održavati. Skloništa moraju biti na mjestima na kojima će ljudi biti u mogućnosti doći u sklonište u najkraćem mogućem roku od upozorenja.

Danas se skloništa grade višenamjenski, što znači da u mirnodopskim uvjetima mogu koristiti u neke druge svrhe, a u slučaju potrebe postaju

skloništa. Švicarska i Švedska su primjeri zemalja koje su izgradile višenamjenska skloništa. U Švicarskoj su procjene o mogućim prijetnjama za vrijeme Hladnog rata, dovele do izgradnje mreža javnih i privatnih objekata zaštite koji su sposobni pružiti utočište većini stanovništva u slučaju potrebe.[8,2]

### **9.3. Zaštita vode i hrane**

Mogućnost da se pitka voda, hrana i drugi proizvodi široke potrošnje mogu kontaminirati mora se također uzeti u obzir. Smanjenje rizika od sabotaze zahtijevat će visoku razinu suradnje između javnog zdravstva, policije, vladinih agencija, komunalne službe, javnih i privatnih organizacija te javnosti. Javno zdravstvo treba preuzeti vodeću ulogu u nadzoru i odgovoru na incident, te sudjelovati u planiranju i provođenju preventivnih mjera. Nacionalne i lokalne vlasti trebaju ustanoviti vlastitu odgovornost i sposobnost za upravljanje u takvim situacijama, kao i suradnji s komercijalnim, servisnim i drugim organizacijama izu privatnog sektora. Također moraju sastaviti akcijske planove i provoditi vježbe spremnosti. Vrlo je važna potrošačka edukacija, te stoga oni moraju biti uključeni u planiranje pripravnosti kao i aktivan sudionik tokom svih aktivnosti.

Sva hrana i voda prije uporabe moraju proći temeljitu kontrolu kako bi se otklonila opasnost za korisnika.

### **9.4. Nacionalna pripravnost**

Događaj s masom unesrećenih može se opisati kao incident u kojem postoji privremena neravnoteža između iznenadne i hitne potražnje za različitim resursima na određenoj lokaciji, kao i raspoloživosti takvih resursa. Takav događaj velik je izazov za upravljanje i nadzor, stoga pripreme moraju biti organizirane od prvih odgovornih za zbrinjavanje pa do najviše nacionalne razine. Početni odgovori za namjerno korištenje kemijskih sredstava protiv civilnog stanovništva uglavnom su lokalna odgovornost. Lokalne vlasti su te

koje se nose s takvim događajima, i smatrat će se odgovornim ukoliko krivo rukovode incidentom. Lokalni dužnosnici, stoga moraju osigurati da planovi i sustavi za brzi odgovor budu razrađeni prije nego što se incident dogodi.

Napad kemijskim sredstvima zahtijevat će brzi odgovor, pri kojem se naglasak stavlja na evakuaciju, kontrolu kontaminacije te rano zbrinjavanje odnosno liječenje ozlijeđenih. Prvi koji će se naći na mjestu incidenta vjerojatno će biti policija, vatrogasci te hitno medicinsko osoblje. Prvi koji će pomisliti da je riječ o napadu kemijskim oružjem bit će medicinsko osoblje hitne pomoći. Osoblje će morati pronaći i identificirati područja onečišćenja, te označiti tkz. „vruću zonu“. Nakon provedene detekcije, upravljanje događajem vodit će medicinsko i nemedicinsko osoblje za hitne slučajeve, bolnice te nacionalni zdravstveni sustav.

**Protokole** bi trebalo pripremiti na organizacijskoj i kliničkoj razini. Organizacijski protokol treba uglavnom biti logistički u upravni, stavljajući težište na aktivnosti medicinskih ustanova i ostalih spasilačkih ekipa. Organizacijskom protokolu težište treba biti na priopćivanju, koordinaciji i suradnji između različitih organizacija koje obrađuju mjesto nesreće. Klinički protokoli trebaju podučiti medicinsko osoblje iz predmeta ofenzivnih sredstava i radijacije, te o posljedicama njihove namjerne uporabe.

Zajednice će morati ispitivati postojeće protokole za kemijske incidente, „javnozdravstvene planove“, kao i trenutnu obuku policije, vatrogasaca, hitne medicinske pomoći i osoblja javnog zdravstva, epidemiologa veterinaru i laboratorijsko osoblje. Program pripreme zahtijevat će nabavu opreme i potrošni materijal, razvoj odgovarajućih postupaka i obuku. Oprema je sinonim za sposobnost adekvatnog odgovora, a zajednica koja ne posjeduje opremu, pa čak i onu najnoviju, osuđena je na neuspjeh. Oprema zahtijeva posebnu obuku i adaptaciju i postojeće procedure za upravljanje kriznim situacijama. Bez pažljivog razvoja potrebnih procedura i intenzivnog treninga, uvođenje takve opreme može ugroziti sposobnost da se odgovorila može čak biti i opasno.

Sposobnost da se adekvatno i pravovremeno odgovori na kemijski incident ovisi o pripravnosti i reakciji odnosno, onome što poduzeti nakon upozorenja. Specijalizirane jedinice za brze odgovore možda neće biti odmah

dostupne na mjestu događaja. To ukazuje da bi strategija pripravnosti i brzog odgovora trebala biti usmjerena na lokalni zdravstveni sustav, hitne službe i druga tijela koja će djelovati i upravljati incidentom u svim fazama. Iznimno specijalizirane jedinice za brzi odgovor mogu biti neophodne prilikom velikih događaja koji bi mogli biti meta terorista. Neposredna dostupnost kemijske i toksikološke informacije i stručnosti bit će izuzetno vrijedna u upravljanju kemijskim incidentom. Centri za kontrolu otrovanja imaju vitalnu ulogu u pripremama za napad bojnim otrovima i za vrijeme samog događaja. Oni mogu pružiti ključne informacije o prirodi pripremljenog bojnog otrova, njegovoj toksičnosti i poručenom medicinskom zbrinjavanju. Prije nekog takvog događaja oni moraju biti uključeni u razvoj programa pripravnosti tijela odgovornih za hitno zbrinjavanje, bolnica i nacionalnog javnog zdravstva.

Nacionalne vlasti će u ranoj fazi morati odlučiti hoće li tražiti međunarodnu pomoć, bilo za upravljanje incidentom ili privlačenje međunarodne pozornosti na njega. Zbog nestabilnosti nekih kemikalija, kao i trajanju učinaka, ova pomoć mora biti mobilizirana što je brže moguće. Osim toga, pažljive analize stvarnih incidenata, gdje god se pojave, trebaju pružiti vrijedne informacije koje bi mogle pomoći međunarodnoj zajednici za odgovore, te kako bi se naučene lekcije ugradile u buduće planiranje. Činjenica da postoji ranjivost, međutim, ne znači uvijek da postoji opasnost. Ako agresor zna da će napad biti brzo i učinkovito riješen, poticaj za počinjenje takvog napada će bit znatno smanjen.

**Priprema javnih komunikacija** važan je dio cjelokupne strategije djelovanja u situacijama sa masovnim žrtvama. Uporaba sustava javnog uzbuđivanja i obavješćivanja bit će presudna u informiranju javnosti o prirodi incidenata i o odgovarajućim mjerama koje treba poduzeti kako bi se zaštitila od kontaminacije. Plan za pružanje informacija javnosti trebao biti sastavljen i prije nego što se incident dogodi. Javnost treba znati što se od njih očekuje i kako djelovati ako dođe do incidenta, mnogo prije nego se sam incident dogodi. Pravodobne i točne informacije pomoći će u stišavanju panike u području koje je zahvaćeno kontaminacijom. Sredstva javnoga priopćavanja imaju ključnu ulogu, jer imaju obvezu pružanja javnosti hitne informacije vezane uz nesreću.

Aktivnosti vezane uz edukaciju pučanstva važne su jer se na taj način javnost drži dobro informiranom i sprečava se širenje dezinformacija. Svaku javnu pripravnost ili program informiranja treba vrednovati u kontekstu specifične lokalne okolnosti, uključujući i mogućnost da previše informacija može biti kontraproduktivno pa čak i opasno.

**Rukovođenje** u situacijama s masom ozlijeđenih ljudi jedan je od najvažnijih faktora za uspješno djelovanje. Rano otkrivanje kemijskog napada ključni je element u uspješnom upravljanju događajem. Koordinaciju aktivnosti nakon kemijske nesreće u idealnim slučajevima treba voditi iz jednog zapovjedništva. Takav pristup minimizira udvostručenje snaga i izbjegavanje suprotstavljene ili nekontrolirane aktivnosti različitih tijela uključenih u upravljanje događajem. Zapovjedno tijelo mora početi s odgovorom odmah nakon što se incident dogodio i treba imati djelotvornu komunikaciju s različitim tijelima koja obrađuju događaj. Učinkovita koordinacija ovog multidisciplinarnog odgovora je bitna za uspješne rezultate.

**Medicinska spremnost** sastoji se od planiranja opasnosti, odnosno prijetnje, raspoloživosti resursa, uputa i vježbe, rukovođenja situacijom, kao i predbolničke faze koja uključuje sigurnost osoblja, te imenovanje zapovjednika i komande. Nastala medicinska nesreća može biti događaj tako širokog opsega da nadvlada raspoložive lokalne, regionalne a ponekad i nacionalne resurse. Prilikom masovnog trovanja bojnim otrovima moraju biti određene posebne bolnice za prijam unesrećenih. Bolnice moraju biti locirane u nekontaminiranim područjima, u blizini incidenta. Bolnice moraju aktivirati program predviđen za slučaj otrovanja čim budu obaviještene o dolasku otrovanih. Kemijski napad može preplaviti dostupne medicinske resurse i predstavljati ozbiljne logističke i organizacijske probleme. **[8,3]**

Uspješno upravljanje žrtvama otrovnih kemikalija ovisi o planiranju, pripremi i obuci. Medicinska skrb o žrtvama ovisi o poznavanju agenta i pravovremene intervencije, a oni koji su odgovorni za takvu skrb moraju biti spremni. **[29]** Svaki odjel hitne, vez obzira na veličinu, treba imati odmah pri ruci odgovarajuće skupove osobne zaštitne opreme u veličinama tako da odgovaraju svojem osoblju i brojevima prikladnim za stanovništvo.**[30]**

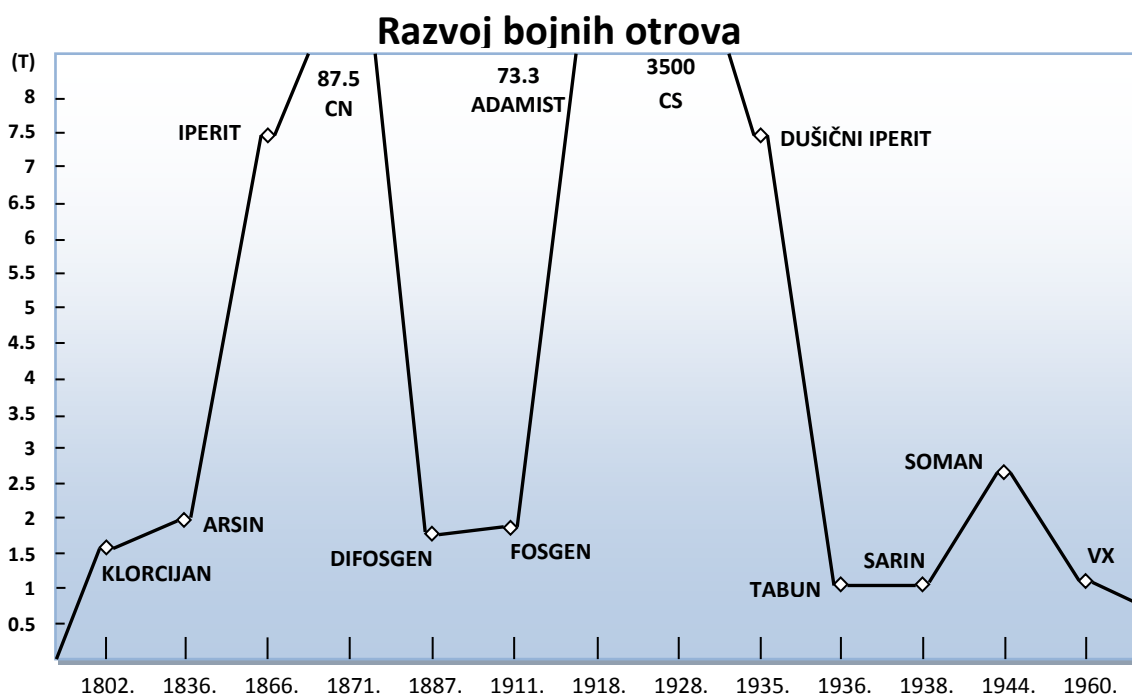
Individualna zaštitna oprema mora biti raspoloživa, te takva da omogućuje obavljanje širokog spektra aktivnosti u kontaminiranom području bez korisnika dovede u neposrednu opasnost. Planovi obuke i vježbe moraju biti usmjerene na liječnika i ostalo medicinsko osoblje. Takva će obuka biti kamen temeljac da spriječi tjeskobu i strah u pristupu zdravstvenih radnika. Provedene studije pokazuju nedovoljno poznavanje osobnih zaštitnih sredstava od strane medicinskog osoblja[31] [32], kao i nedovoljnu spremnost medicinskih ustanova da se nose s takvim događajem[33] [34] [35]. Kako bi se podigla spremnost zdravstvenog sustava, potrebno je razviti standardizirane smjernice u slučaju incidenata s masovnim žrtvama, instrumente pomoću kojih će se ocjenjivati pripremljenost bolnica, te provoditi standardiziranu obuku. [36] [37]

Kombinacija dobro organiziranog plana odgovora, obrazovanja osoblja, uspostavljanja skladišta antidota i razvoja sposobnosti za dekontaminaciju omogućit će učinkovit odgovor ako dođe do kemijskog napada.

Bez obzira na pripremljenost u slučaju kemijskog incidenta pojavit će se brojni problemi. Najbolji način da se oni izbjegnu jest predviđanje problema prije nego što nastanu. Rodbina, novinari, te posebne delegacije i dužnosnici mogu ometati skrb o ozlijeđenima. To je potrebo predvidjeti i osigurati im odgovarajuće podatke i pristup. Kako bi se izbjegli problemi, moraju postojati detaljni planovi postupanja koji moraju biti napisani. Planovi moraju biti poznati svim sudionicima zbrinjavanja i trebaju biti uvježbani. Ni najbolje smjernice ne znače ništa ako netko ne zna za njih. Ne planirati, znači planirati neuspjeh.[8,3]

## 10. BUDUĆNOST

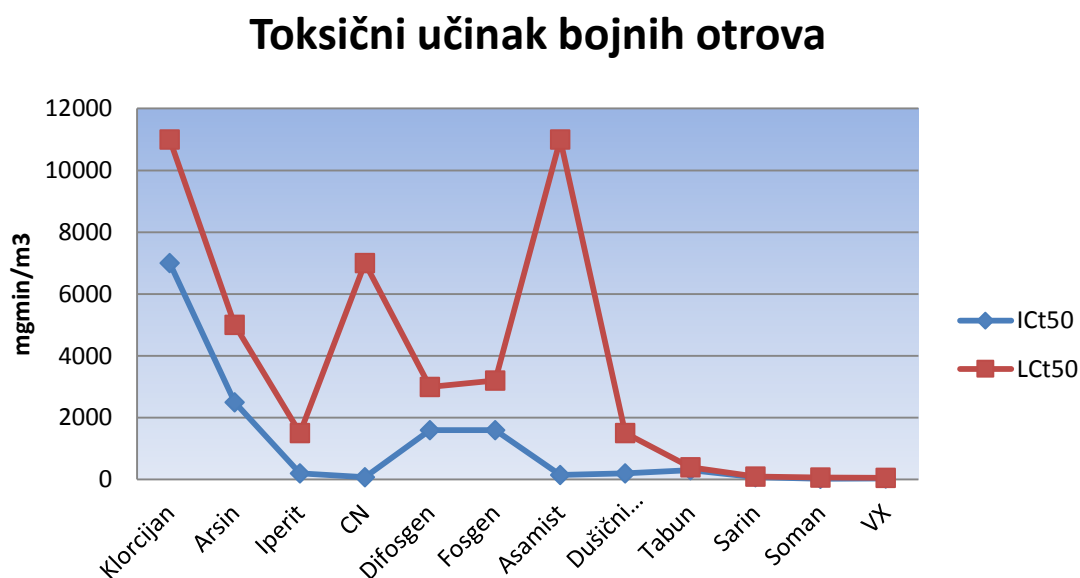
Čovjekova nehumanost prema drugom čovjeku, životinjama i prirodi izražava se mnoštvom modernih oblika ratovanja. Kemijski oblik ratovanja stvorio je opću odbojnost, te je tijekom povijesti bilo uloženo mnogo napora da se ono zabrani. Međutim, unatoč zabranama, njegovo korištenje nije prestalo. Povijesno gledano, korištenje kemijskog oružja pokazalo je zastrašujuću kvalitetu, zbog njegovih katastrofalnih posljedica.



**Slika 2:** Grafički prikaz razvoja bojnih otrova

Slika 2. prikazuje razvoj bojnih otrova tijekom povijesti. Kao parametar korišten je ukupni toksični (T) učinak koje pokazuje odnos između smrtonosne ( $LC_{t50}$ ) i onesposobljavajuće ( $IC_{t50}$ ) koncentracije bojnog otrova koja je potrebna da izazove toksični učinak na 50% izložene populacije. Vidljivo je, da su se bojni otrovi najviše razvijali tijekom Prvog i Drugog svjetskog rata. Razvojem

bojnih otrova povećavao se i njihov toksični učinak. Za vrijeme Drugog svjetskog rata razvijeni su izrazito toksični živčani bojni otrovi, tabun sarin, soman. Nedugo nakon završetka rata, nastavljen je daljnji razvoj te je 1960. godine razvijen najtoksičniji bojni otrov, VX. (Slika 3.)



**Slika 3:** Grafički prikaz toksičnog učinka bojnih otrova

Podaci iz Slike 2. pokazuju da je najveći razvoj bojnih otrova bio prije i za vrijeme velikih sukoba, stoga je moguće da će se u budućnosti takav trend nastaviti. Ako dođe do velikog oružanog sukoba, izvjesno je da će se koristiti sredstva koja su razvijena u prošlom stoljeću. Napretkom znanosti i tehnologije razvit će se nova i toksičnija sredstva koja će se koristiti u ratnim sukobima i terorizmu. Razvijat će se otrovi koji će usmrtiti ili onesposobiti čovjeka u što kraćem roku i bez ikakvih prethodnih znakova.

Razvoj novih bojnih otrova ovisit će o napretku znanosti i tehnologije. Postoji, međutim, veliki potencijal da se njihov daljnji razvoj temelji na najnovijim saznanjima iz različitih znanstvenih disciplina, posebice kemije i biologije. Rizik je još veći zbog činjenice što već danas postoji opće prihvaćanje razvoja nesmrtonosnog kemijskog oružja na tehnološki višoj razini. U budućnosti, kemijski arsenal će se temeljiti na prikupljanju važnih informacija iz



područja kemijskih i bioloških oružja. Banke podataka dobivene na ovaj način bit će teško dostupne, a rizik od njihove materijalizacije će ustrajati.[38]

Najvažniju ulogu u razvoju takvih oblika oružja imat će znanstvenici i liječnici. Oni koji će biti uključeni u znanstvena istraživanja koja vode razvoju novih tehnologija, morat će imati moralnu i etičku obavezu da uzmu u obzir moguće posljedice koje bi se mogle dogoditi eventualnom zloupotrebom njihovih otkrića.

Kemijsko oružje će u budućnosti i dalje biti zastupljeno na bojnopolju, međutim, njihova upotreba u terorističke svrhe će se povećati. Teroristi će koristiti bojne otrove za postizanje svojih ciljeva zbog toga što su njihove kratkotrajne i dugoročne posljedice veće nego kod korištenja konvencionalnog oružja.

Zaštiti od kemijskog napada morat će se pridodati veća pozornost. Provedene studije pokazale su da postoji nedovoljna pripremljenost javnih službi i bolnica ukoliko dođe do incidenta. Hitne službe nemaju dovoljno saznanja o prirodi kemijskog oružja, kao i o korištenju osobne zaštitne opreme. Stoga je vrlo važno da se što prije utvrde nedostaci i da se pripravnost dovede na najvišu moguću razinu.

U budućnosti se moraju ulagati ozbiljni naponi da se zaštitimo od eventualne uporabe postojećih bojnih otrova, te poboljšati saznanja o njihovim štetnim učincima. Iako se toksični učinci kemijskog oružja nisu promijenili, mora se promijeniti naša percepcija o njihovoj toksičnosti.

## 11. ZAKLJUČAK

Čovjekova nehumanost prema drugom čovjeku, kao i prema drugim živim bićima, stara je koliko i čovječanstvo. Povijest je prepuna primjera koji pokazuju čovjekovu „slabost“ odnosno želju za moći, vladanjem i dokazivanjem. Za postizanje ciljeva, upotrebljavali su se i upotrebljavaju se najokrutniji oblici ratovanja, pritom ne vodeći računa o mogućim posljedicama. Kemijsko ratovanje je oblik ratovanja koji je podigao najviše prašine u svijetu kada je prvi puta upotrijebljeno kao oružje. Unatoč brojnim naporima međunarodne zajednice da se zabrani njihovo korištenje i proizvodnja, kemijsko oružje i dalje se koristi u ratovima i terorističkim napadima.

Razvoj bojnih otrova najviše se događao prije i za vrijeme Prvog i Drugog svjetskog rata. U nastanku, razvoju, kao i upotrebi bojnih otrova izravno su sudjelovali vrhunski kemičari, pa čak i neki nobelovci toga vremena.

Kemijsko oružje, obzirom na svoja svojstva, idealno je oružje koje je specijalno napravljeno da nanese smrt, ozljede i patnju živom biću. Kemijsko oružje može ubiti, ali najveći utjecaj koje ono izaziva su masovne psihološke posljedice. Posljedice korištenja kemijskog oružja pogubne su, kao za pojedinca tako i za društvo. Mnogi simptomi koje uzrokuje kemijsko oružje nisu poznati. Akutni učinci djelovanja dobro su poznati, te se uglavnom izlijeće, ali ostaju dugotrajne psihološke posljedice. Dugoročni učinci u većini slučajeva nisu poznati, te su potreba daljnja istraživanja.

Kemijski napad u ratu ili kao teroristički napad, uvijek je diskretan događaj ograničen vremenom i prostorom. Odgovarajuća spremnost da se zaštitimo od napada kemijskim oružjem biti će od ključne važnosti kako bi posljedice bile što manje. Zaštita od kemijskog oružja mora se provoditi na svim razinama, od lokalne do najviše nacionalne razine. Edukacija je ključni čimbenik za uspješnu prevenciju kao i zaštitu od eventualnog napada kemijskim oružjem. Potrebno je educirati javnost o opasnostima i načinima suočavanja s opasnostima ako dođe do kemijskog napada. Važno je razviti učinkovite protokole po kojima će postupati javnost u slučaju napada. U tome, važnu ulogu moraju imati mediji koji moraju biti posrednik između javnosti i javnih službi.

Javno zdravstvo mora biti pripremljeno na eventualne napade tako da ima razrađene protokole po kojima će postupati u slučaju masovne kontaminacije, kao i dostatne zalihe antidota i što je najvažnije, osobnih zaštitnih sredstava.

U svijetu postoje nedostaci u zaštiti od napada kemijskim oružjem. Svijest o mogućim posljedicama i dalje nije na odgovarajućoj razini. Bolnice nisu pripremljene za takve događaje, a velik problem predstavlja nedostatak korištenja osobnih zaštitnih sredstava. Posljednjih nekoliko godina podiže se svijest o mogućoj upotrebi kemijskog oružja kao i njihovim posljedicama. Međutim, i dalje postoji nedovoljna pripravnost javnih službi i država za napade kemijskim oružjem koje je razvijeno u prošlom stoljeću i za koje znamo kako se zaštititi od njih kao i koje posljedice oni uzrokuju. Ako u budućnosti dođe do velikog sukoba, koristit će se novi bojni otrovi o kojima nećemo imati nikakva saznanja. Stoga je važno da radimo na sprečavanju razvoja novih otrova, te zabrani korištenja postojećih otrova. Kao najvažnije u svemu tome, trebamo intenzivno raditi na prevenciji i zaštiti od eventualne uporabe otrova koje dosad poznajemo.

Čovjek je jedini i odgovorni krivac za posljedice koje proizlaze uporabom kemijskog oružja. Odgovoran je kao istraživač i tvorac otrovnih tvari, koje su namijenjene djelovanju protiv čovjeka. Isto tako odgovoran je kao i korisnik odnosno napadač, koji koristi takva sredstva za postizanje svojim ciljeva. Na kraju, odgovoran je kao osoba koja ne poduzima adekvatne mjere da se spriječi razvoj i upotreba otrovnih tvari, kao i da se zaštititi od takva oružja.

*A ipak, bez obzira na sve, epidemije i rat uvijek zateknu ljude nespremnima.*

Albert Camus, „Kuga“

## 12. LITERATURA

- [1] **Vučemilović A.:** „*Toksikološke posljedice oružja za masovno uništavanje i noksa u suvremenom ratovanju i terorizmu*“, Arhiv za higijenu rada i toksikologiju, 63, 2010., 2, 247-255
- [2] **Bokan S., Čižmek A., Ilijaš B., Jukić I., Orehovec Z., Radalj Ž.:** „*Oružja za masovno uništavanje: nuklearno-kemijsko-biološko i toksinsko*“, Pučko otvoreno učilište, Zagreb, 2004., ISBN: 953-6054-91-4
- [3] **Shemer J., Shoenfeld Y.:** „Terorizam i medicina : medicinski aspekti biološkoga, kemijskoga i radiološkoga terorizma“, Medicinska naklada, Zagreb, 2007., ISBN: 978-953-176-298-4
- [4] **Seth Carus W.:** „Defining „Weapons of Mass Destruction“, CSWMD, Occasional Paper, 2012.,8
- [5] **Duraković, Z.:**“Klinička toksikologija/Zijad i suradnici; poglavlje Uzorak i analiza“, Grafos , Zagreb, 2000., ISBN: 953-97792-3-5
- [6] **Organisation for the prohibition of chemical weapons;**  
<https://www.opcw.org/>, pristupljeno 15. 3. 2016.
- [7] **Chemical Weapons Convention;**  
[https://www.opcw.org/fileadmin/OPCW/CWC/CWC\\_en.pdf](https://www.opcw.org/fileadmin/OPCW/CWC/CWC_en.pdf); pristupljeno 15.3.2016.
- [8] **Public health response to biological and chemical weapons: WHO guidance;** <http://www.who.int/csr/delibepidemics/biochemguide/en/>;pristupljeno 22.4.2016.
- [9] **Dworkin J.,Prescott M., Jamal, Rawan B., Hardawan, Soran A., Abdullah A., Galea S.:** „*The Long-Term Psychosocial Impact of a Surprise Chemical Weapons Attack on Civilians in Halabja, Iraqi Kurdistan*“, Journal of Nervous & Mental Disease, 196, 2008., 10, 722-775
- [10] **Rolland P, Bolzinger M. A., Cruz C., Josse D., Briançon S.:** „*Hairy skin exposure to VX in vitro: effectiveness of delayed decontamination*“, Toxicol In Vitro Journal, 27, 2013., 1, 358-66

- [11] **De Araujo Furtado M., Rossetti F., Chanda S., Yourick D.:** *„Exposure to nerve agents: from status epilepticus to neuroinflammation, brain damage, neurogenesis and epilepsy“*, Neurotoxicology, 33, 2012., 6, 1476-90
- [12] **Jeong Y. S., Choi J. M., Kyeong H. H., Choi J. Y., Kim E. J., Kim H.S.:** *„Rational design of organophosphorus hydrolase with high catalytic efficiency for detoxifying a V-type nerve agent“*, Biochemical and Biophysical Research Communications, 449, 2014., 4, 263-267
- [13] **Wright L. K., Lee R. B., Vincelli N. M., Whalley C. E., Lumley L. A.:** *„Comparison of the lethal effects of chemical warfare nerve agents across multiple ages“*, Toxicol Letters, 241, 2016., 167-174
- [14] **Yanai J., Pinkas A., Seidler F. J., Ryde I. T., Van der Zee E. A., Slotkin T. A.:** *„Neurobehavioral teratogenicity of sarin in an avian model“*, Neurotoxicology and Teratology Journal, 31, 2009., 6, 406-12
- [15] **Te J. A., Spradling-Reeves K. D., Dillman J. F., Wallqvist A.:** *„Neuroprotective mechanisms activated in non-seizing rats exposed to sarin“*, Brain Research, 1618, 2015., 136-148
- [16] **Phillips K. F., Deshpande L. S.:** *„Repeated low-dose organophosphate DFP exposure leads to the development of depression and cognitive impairment in a rat model of Gulf War Illness“*, Neurotoxicology, 52, 2016., 127-133
- [17] **Yanagisawa N.:** *„The nerve agent sarin: history, clinical manifestations, and treatment“*, Brain Nerve journal, 66, 2014., 561-569
- [18] **Ghaedi G., Ghasemi H., Mousavi B., Soroush M. R., Rahnema P., Jafari F., Afshin-Majd S., Sadeghi Naeni M., Naghizadeh M. M.:** *„Impact of psychological problems in chemical warfare survivors with severe ophthalmologic complication, a cross sectional study“*, Health Qual Life Outcomes Journal, , 2012., 10-36
- [19] **Rowell M., Kehe K., Balszuweit F., Thiermann H.:** *„The chronic effects of sulfur mustard exposure“*, Toxicology, 263, 2009., 1, 9-11

- [20] **Sedghipour M. R., Shenasi A., Rahbani Nobar M. B., Fouladi R. F., Amini R.:** „*The ocular complications of mustard gas poisoning and their association with the respiratory system involvement: an experience in 112 Iranian veterans*“, *Cutan Ocul Toxicology Journal*, 31, 2012., 1, 48-52
- [21] **Darchini-Maragheh E., Nemati-Karimooy H., Hasanabadi H., Balali-Mood M.:** „*Delayed neurological complications of sulphur mustard and tabun poisoning in 43 Iranian veterans*“, *Basic Clin Pharmacol Toxicology Journal*, 111, 2012., 6, 426-32
- [22] **Panahi Y., Ghanei M., Ghabili K., Ansarin K., Aslanabadi S., Poursaleh Z., Golzari S. E., Etemadi J., Khalili M., Shoja M. M.:** „*Acute and Chronic Pathological Effects of Sulfur Mustard on Genitourinary System and Male Fertility*“, *Urology journal*, 10, 2013.,2, 837-846
- [23] **Cai Y., Ma Q., Zhang L. M.:** „*Therapeutic effects of rhEPO, rhG-CSF on sulfur mustard induced toxicity in dogs*“, *Chung-Kuo Kung Kung Wei Sheng*, 20,2004., 6, 664-665
- [24] **Hassanzadeh - Nazarabadi M., Sanjarmoosavi N., Sanjarmoosavi N., Shekouhi S.:** „*Cleft Palate induced by Sulfur Mustard in mice fetus*“, *International Journal of Molecular and Cellular Medicine*, 1, 2012., 1, 39-43
- [25] **United Nations Office of Disarmament Affairs,**  
<https://www.un.org/disarmament/wmd/chemical/>, pristupljeno 20. 4. 2016.
- [26] **Ministarstvo vanjskih i europskih poslova,**  
[http://www.mvep.hr/hr/vanjska-politika/multilateralni-odnosi0/medunarodna-sigurnost/biolosko-i-kemijsko-oruzje-\(cwc-btwc\)](http://www.mvep.hr/hr/vanjska-politika/multilateralni-odnosi0/medunarodna-sigurnost/biolosko-i-kemijsko-oruzje-(cwc-btwc)), pristupljeno 28. 5. 2016.
- [27] **Okumura T., Seto Y., Fuse A.:** „*Countermeasures against chemical terrorism in Japan*“, *Forensic Science International Journal*, 227, 2013., 1-3, 2-6
- [28] **Borčić B.:** „*Bojni otrovi- opasnost upotrebe u Karlovcu u ovome ratu*“, *Svjetlo*, 1992. 1-2. 32-33
- [29] **Sidel F. R.:** „*What to do in case of an unthinkable chemical warfare attack or accident*“, *Postgraduate Medicine Journal*, 88, 1990., 7, 81-4
- [30] **Gough A.R., Markus K.:** „*Hazards materials protection in ED practice: laws and logistics*“, *Journal Emergency Nursing*, 15, 1989., 6, 477-80

- [31] **Brinker A., Prior K., Schumacher J.:** „*Personal Protection during Resuscitation of Casualties Contaminated with Chemical or Biological Warfare Agents – A survey of Medical First Responders*“, *Preshospital and Disaster Medicine*, 24, 2009., 6, 525-528
- [32] **Schumacher J., Bond A. R., Woodham V., Buckingham A., Garham F., Brinker A.:** „*Survey of UK Health Care First Responders Knowledge of Personal Protective Equipment Requirements*“, *Prehosp Disaster Medicine Journal*, 30, 2015., 3, 254-8
- [33] **Wetter D. C., Daniell W.E., Treser C.D.:** „*Hospital preparedness for victims of chemical or biological terrorism*“, *Am J Public Health*, 91, 2001, 5, 710-716
- [34] **Treat N. K., Williams M. J., Furbee M. W., Russell K. F., Stamper D. C.:** „*Hospital Preparedness for weapons of mass destruction incidents: An initial assessment*“, *Annals of Emergency Medicine*, 38, 2001., 5, 562-565
- [35] **Mortelmans L.J., Van Boxtael S., De Cauwer H.G., Sabbe M.B.:** „*Preparedness of Belgian civil hospitals for chemical, biological, radiation, and nuclear incidents: are we there yet?*“, *European Journal of Emergency Medicine*, 21, 2014., 4, 296-300
- [36] **Kotora J. G.:** „*An assessment of Chemical, Biological, Radiologic, Nuclear, and Explosive preparedness among emergency department healthcare providers in an inner city emergency department*“, *Journal Emergency Management*, 13, 2015., 5, 431-46
- [37] **Mitchell C. J., Kernohan W. G., Higginson R.:** „*Are emergency care nurses prepared for chemical, biological, radiological, nuclear or explosive incidents?*“, *International Emergency Nursing Journal*, 20, 2012., 3, 151-61
- [38] **Pitschmann V.:** „*Overall view of chemical and biochemical weapons*“, *Toxins*, 6, 2014., 6, 1761-84

## 13. PRILOZI

### 13.1. Popis slika

|   |    |
|---|----|
| Slika 1. Grafički prikaz postojanosti bojnih otrova u zimskim u ljetnim mjesecima ..... | 27 |
| Slika 2. Grafički prikaz razvoja bojnih otrova .....                                    | 54 |
| Slika 3. Grafički prikaz toksičnog učinka bojnih otrova .....                           | 55 |

### 13.2. Popis tablica

|  |    |
|--|----|
| Tablica 1. Brojčani prikaz otrovanih i smrtno stradalih od bojnih otrova u I. svjetskom ratu ..... | 10 |
| Tablica 2. Toksikološka podjela bojnih otrova .....  | 14 |