KRIMINALISTIČKO ISTRAŽIVANJE U NRKBe UVJETIMA

Črnko, Marina

Professional thesis / Završni specijalistički

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka / Sveučilište u Rijeci**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:231:817657

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of the University of Rijeka University Studies, Centers and Services - RICENT Repository

zir.nsk.hr

UNIRI DIGITALNA KNJIŽNICA

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE U RIJECI
Poslijediplomski specijalistički studij Kriminalističko istraživanje

Marina Črnko

KRIMINALISTIČKO ISTRAŽIVANJE U NRKBe UVJETIMA

(završni rad)

Rijeka, 2018.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
Poslijediplomski specijalistički studij Kriminalističko istraživanje

Marina Črnko

KRIMINALISTIČKO ISTRAŽIVANJE U NRKBe UVJETIMA

(završni rad)

Student: Marina Črnko
Mentor: dr. sc. Miran Čoklo, znanstveni savjetnik

Rijeka, 2018.

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. PREGLED NUKLEARNIH, KEMIJSKIH I BIOLOŠKIH TEHNOLOGIJA 3

2.1. NUKLEARNO ORUŽJE I NAPRAVE 3

2.1.1. Vrste ionizirajućih zračenja 5

2.1.2. Nuklearni materijal pogodan za korištenje u borbene ili terorističke svrhe 6

2.1.3. Ilegalna trgovina nuklearnim materijalom 7

2.2. KEMIJSKO ORUŽJE I NAPRAVE 10

2.2.1. Bojni otrovi 11

2.2.2. Podjela bojnih otrova 12

2.2.3. Raspršivanje i širenje bojnih otrova 13

2.2.4. Kemijski terorizam 14

2.3. BIOLOŠKO I TOKSINSKO ORUŽJE I NAPRAVE 16

2.3.1. Bioregulatori 19

2.3.2. Biološki i toksinski terorizam 20

3. KRIMINALISTIČKO ISTRAŽIVANJE U NRKBE UVJETIMA 23

3.1. Kriminalističko istraživanje pri eksploziji nuklearne bombe ili radiološkog oružja 25

3.1.1. Prikupljanje nuklearnog ili radiološkog dokaznog materijala 28

3.1.2. Uzimanje tradicionalnih dokaznih materijala u kontaminiranoj zoni 29

3.1.3. Transport dokaznog materijala 30

3.1.4. Laboratorijsko istraživanje materijala prikupljenog u kontaminiranoj zoni nuklearnim i radiološkim agensima 30

3.1.5. Uloga policije pri krađi, sabotaži, krijumčarenju i izvanrednom događaju s radioaktivnim materijalom 35

3.2. Kriminalističko istraživanje pri bojnim otrovima i otrovnim kemikalijama 37

3.2.1. Uzimanje uzoraka zraka, tla, vode i bilja za analizu prisutnosti kemijskog agensa 39

3.2.2. Laboratorijsko istraživanje materijala prikupljenog u kontaminiranoj zoni kemijskim agensima....42
3.3. Kriminalističko istraživanje pri biološkim i toksinskim agensima....43
3.3.1. Laboratorijsko istraživanje materijala prikupljenog u kontaminiranoj zoni biološkim i toksinskim agensima....47
4. POSTUPAK S OZLIJEĐENIM I MRTVIM OSOBAMA PRI NRKBe NAPADU....48
5. ZAKLJUČAK....52
POPIS SLIKA....55
POPIS TABLICA....55
LITERATURA....56

SAŽETAK

Nuklearno, kemijsko i biološko oružje su oružja za masovno uništenje koje se koriste u nekonvencionalnim oblicima ratovanja i koji su se upotrebljavali pretežito u vojne svrhe. Zamahom terorističkih aktivnosti ovi agensi više se koriste samo u vojne već i terorističke svrhe. Poimanje NRKB oružja više nije ograničeno isključivo na vojne agense i sredstva za njihovu dostavu već se proširio i na srodne materijale, opremu i tehnologiju za dizajn, razvoj, proizvodnju ili uporabu NRKB oružja. Kriminalističko istraživanje u NRKB uvjetima multidisciplinarno je područje koje zahtijeva educirane timove, pripremu, logistiku, posebne mjere sigurnosti i kooperativnost sa stručnjacima iz različitih područja kako bi se pravilno i sigurno izuzeo i analizirao dokazni materijal. Kriminalističko istraživanje u NRKB uvjetima može se podijeliti na tri pod-domene: istraživanje kontaminiranog mjesta zločina, prikupljanje i analiza tradicionalnog dokaznog materijala na kontaminiranom području, prikupljanje NRKB dokaznog materijala i njihova identifikacija i karakterizacija. Cilj ovog rada je prikazati specifičnosti kontaminiranog mjesta zločina i pregled metoda i tehnika u NRKB kriminalističkom istraživanju.

Ključne riječi: Nuklearno, radiološko, kemijsko, biološko, toksinsko, kontaminirana zona, kriminalističko istraživanje

SUMMARY

Nuclear, chemical and biological weapons are weapons of mass destruction used in non-conventional forms of warfare, and which were used mainly for military purposes. Due to an increase in terrorist activities, these agents are no longer used only for military purposes, but also for terrorist ones. The understanding of CBRN weapons is no longer limited solely to military agents and the means of their delivery, but has been expanded to include related materials, equipment and technology for the design, development, manufacturing or use of CBRN weapons. Criminal investigation in CBRN conditions is a multidisciplinary area requiring trained teams, preparation, logistics, special safety measures and cooperation with the experts from different specialty fields in order to properly and safely gather and analyze evidence. Criminal investigation in CBRN conditions can be divided into three sub-domains: contaminated crime scene investigation, gathering and analysis of traditional evidence in the

contaminated area and the gathering of CBRN evidence and its identification and characterization. The aim of this paper is to show specific properties of a contaminated crime scene, as well as to provide an overview of methods and techniques used in a CBRN crime investigation.

Key words: Nuclear, Radiological, Chemical, Biological, Toxin, Contaminated Zone, Criminal Investigation

1. UVOD

Nuklearno, kemijsko i biološko oružje su oružja za masovno uništenje koja se koriste u nekonvencionalnim oblicima ratovanja i koji su se kroz povijest upotrebljavali pretežito u vojne svrhe. Zamahom terorističkih aktivnosti ovi agensi više se ne koriste samo u vojne već i terorističke svrhe. Za razliku od nuklearnog, radiološko oružje spada samo u područje terorističkog djelovanja. Rezolucija Vijeća sigurnosti 1540 za neproliferaciju oružja za masovno uništenje i suzbijanje NRKB terorizma osim NRKB oružja i sredstava za njihovu dostavu uključuje i srodne materijale odnosno materijale, opremu i tehnologiju obuhvaćenu relevantnim multilateralnim ugovorima i sporazumima, ili uključene u nacionalne kontrolne liste, a koji mogu biti korištene za dizajn, razvoj, proizvodnju ili uporabu NRKB oružja i sredstava za njihovu dostavu. NRKB oružje danas nije isključivo oružje punjeno agensima već je njegov pojam proširen, a suradnja na području obuhvaća cijeli niz organizacija i znanstvenih polja i struka. Tehnološki napredak i znanost olakšali su proizvodnju i nabavljanje sredstava za počinjenje terorističkog čina. Godinama se povećao broj industrija koje koriste toksične tvari ili mikroorganizme u procesu proizvodnje što je dovelo do većeg broja potencijalnih meta terorista i vojnih akcija. Neke od potencijalnih metoda terorističkih napada su napad ili sabotaža industrijske infrastrukture i skladišta s toksičnim kemikalijama, zlouporaba NRKB agensa za terorističke napade, krijumčarenje NRKB agensa i tehnologija, proliferacija i širenje znanja, namjerno širenje endemskih bolesti ili samo psihološka dimenzija pri kojoj dolazi do masovne panike.
Svaki od ovih slučaja zahtijeva poseban pristup i metode u prikupljanju dokaza i pronalaženja počinitelja kaznenog djela.

Svaki NRKB agens ostavlja trag. Tako tvrdi Ed van Zalen, jedan od vodećih stručnjaka u Europi za NRKB istraživanje, voditelj NRKB odjela Nizozemskog forenzičkog instituta.

Kriminalističko istraživanje u NRKB uvjetima multidisciplinarno je područje koje zahtijeva educirane timove za siguran pronalazak i analizu dokaznog materijala. Kriminalističko istraživanje u NRKB uvjetima možemo podijeliti na tri pod-domene:

- istraživanje kontaminiranog mjesta zločina
- prikupljanje i analiza tradicionalnog dokaznog materijala na kontaminiranom području
- prikupljanje NRKB dokaznog materijala i njihova identifikacija i karakterizacija.

Na početku ovog istraživanja postavljeni su primarni ciljevi rada:

- prikazati specifičnost kontaminiranog mjesta zločina
- pregled metoda i tehnika u NRKB kriminalističkom istraživanju.

Osim navedenih ciljeva u radu je obrađeno predstavljanje nuklearnih, radioloških, bioloških i toksinskih agenasa i njihove karakteristike, mjere i radnje pri prikupljanju NRKB dokaznog materijala i tradicionalnog dokaznog materijala te laboratorijske tehnike za njihovu analizu i problematika prikupljanja dokaznog materijala u kontaminiranom području.

Iz ciljeva izvedeni su sljedeći istraživački problemi:

- specifičnost i zakonitosti prikupljanja i analiza tradicionalnog dokaznog materijala na kontaminiranom području
- specifičnost i zakonitosti prikupljanja NRKB dokaznog materijala i njihova identifikacija i karakterizacija.

Za potrebe izrade ovog rada koristile su se sljedeće znanstveno istraživačke metode:

- metoda indukcije kojom se analiziranjem dosadašnjih radova stručnjaka i autora došlo do zaključka o specifičnostima kriminalističkog istraživanja u kontaminiranom području
- metoda dedukcije kojom su izvedeni zaključci temeljeni na spoznajama o ovom području
- metoda analize i sinteze
- metoda konkretizacije kojom se stvorilo jedinstvo tradicionalnog i NRKB kriminalističkog istraživanja
- metoda deskripcije u početnoj fazi istraživanja
- metoda kompilacije kojom su se analizirala istraživanja raznih stručnjaka, znanstvenika i autora.

2. PREGLED NUKLEARNIH, KEMIJSKIH I BIOLOŠKIH TEHNOLOGIJA

Oružja za masovno uništenje koriste se već dugi niz godina i bez obzira na napore međunarodne zajednice primjećuje se njegovo širenje. Oružja za masovno uništenje više nisu samo vojna oružja već se koriste i u terorističkim akcijama. Razvoj tehnologija potpomaže i razvoju oružja, a veliki rizik predstavlja mogućnost nekontroliranog širenja osobito na „crnom tržištu".

2.1. NUKLEARNO ORUŽJE I NAPRAVE

Razvoj nuklearnog oružja započeo je tijekom dvadesetih i tridesetih godina 20. stoljeća kada su ostvarena otkrića u svezi strukture materije i nuklearnih reakcija što omogućava korištenje nuklearne energije u eksplozivnom obliku. Time je stvorena temeljna pretpostavka za konstrukciju oružja vrlo velike snage, veće od snage oružja poznatog do tada.

Konkretni projekti realiziranja ovakvog oružja počele su početkom drugog svjetskog rata. Začetak korištenja nuklearnog oružja započeo je SAD projektom Manhattan Project, a prva nuklearna proba pod nazivom Trinity izvedena je 16. srpnja 1945. Nedugo nakon, prva nuklearna bomba korištena je u ratne svrhe, 6. kolovoza 1945. nad Hirošimom i 9. kolovoza 1945. nad Nagasakijem u Japanu. Po stvarnoj ratnoj primjeni nuklearnog oružja i ostale svjetske sile trudile su se doći u posjed ovakvog oružja te započele svoje programe. Prve SSSR, koji je izveo prvu pokusnu nuklearnu eksploziju 1949., zatim Velika Britanija, Francuska i Kina, a u novije vrijeme Indija i Pakistan. Prema procjeni Međunarodnog instituta za mirovna istraživanja iz Stockholma pretpostavlja se kako danas u svijetu postoji preko 15 000 nuklearnih oružja u devet različitih zemalja, od čega najviše u SAD i Rusiji.

Nuklearno oružje razvijalo se dalje bez obzira na pritisak međunarodnim sporazumima koji su trebali ograničiti njegovo širenje i isprobavanje. U prvoj fazi razvijalo se nuklearno oružje što veće snage što je dovelo do razvoja termonuklearnog oružja. U kasnijim desetljećima prema strategijama i taktici uporabe razvijalo se nuklearno oružje male i vrlo male snage. Nuklearno oružje prilagođavalo se sve raznovrsnijim sredstvima za njegovu dostavu za što je bilo nužno smanjiti njegovu težinu i dimenzije. Danas razvoj nuklearnog oružja uključuje sva područja vojnih, prirodnih i primijenjenih znanosti. Razvojem nuklearnog oružja razvijala su se i sredstva za zaštitu i ublažavanje posljedica djelovanja.

Nuklearni eksplozivi koriste energiju oslobođenu iz atomskih jezgara iz dva procesa, fisija i fuzija. Fisija je proces cijepanja teških jezgara pri čemu se oslobađaju energija, neutronsko i gama zračenje. Za nuklearnu reakciju fisije koriste se u praksi dva elementa, ^{235}U i ^{239}Pu. Mali dio zemalja uspio je razviti tehnologiju za proizvodnju ^{235}U obzirom da se prirodni uran sastoji u cijelosti od ^{238}U, dok se ^{235}U nalazi svega 0,7 posto. Plutonija se u prirodi nalazi samo u tragovima te ga se mora proizvoditi što se čini u reaktorima gdje se uran ozračuje neutronima i nakon nekoliko reakcija kao produkt ostaje ^{239}Pu.

Fuzija je proces suprotan fisiji. Fisija je proces sjedinjavanja lakih jezgara uz oslobađanje energije. Za nuklearnu reakciju fisije koriste se jezgre lakih elementa kao što je vodik te njegovi izotopi – deuterij, tricij i litij (^{6}Li). Njihovim sjedinjavanjem nastaje jezgra helija (alfa čestica) koja je vrlo stabilna. Za pojačavanje učinka nuklearne bombe stvaralo se dvofazno (fisija-fuzija) i trofazno (fisija-fuzija-fisija) oružje, a u današnjim sustavima naoružanja moguće je pronaći sva tri tipa. Također stvorena je posebna vrsta oružja tzv. neutronska bomba odnosno oružje s pojačanom radijacijom. Od sredstava za dostavu razvili su se bombe, rakete različitih vrsta i namjena, granate, torpeda, mine i fugase.

Nuklearna eksplozija ima tri glavna oblika djelovanja: udarno djelovanje (zračni tlak ili udarni val), toplinsko djelovanje i radioaktivno djelovanje (djelovanje ionizirajućeg zračenja). U području medicinske kriminalistike radioaktivno djelovanje dovodi do radijacijske ozljede.[1]

Radiološko oružje ili naprava za disperziju radiološkog materijala (RDD[2]) je „bilo koja naprava, uključujući oružje ili opremu koja nije nuklearno oružje, ali sadrži radioaktivne tvari s namjerom da ih raspršuje kako bi izazivala uništenje, oštećenje ili ozljedu zračenjem proizvedenim raspadanjem takve tvari“.[3] Iz navedenog proizlazi da je razlika između nuklearne bombe i radiološkog oružja u djelovanju, odnosno zajedničko im je radijacijsko djelovanje dok je kod eksplozije nuklearne bombe djelovanje prošireno na ostale oblike djelovanja, udarno i toplinsko.

[1] Bokan, Slavko, Čižmek, Ankica, Ilijaš, Boris, Jukić, Ivan, Orehovec, Zvonko, Radalj, Željko, Oružja za masovno uništavanje: nuklearno-kemijsko-biološko i toksinko oružje, Zagreb, Pučko otvoreno učilište, 2004., str. 45.
[2] Eng. Radiological Dispersal Device
[3] Vrđuka, Alenko: Taktika policijskog postupanja na mjestu eksplozije radiološke bombe, Policija i sigurnost, Vol. 17 No. 1-2, lipanj 2008., str. 28.

Jedno od najpoznatijih i najvjerojatnijih oblika radiološkog oružja naziva se „prljava bomba“ kod koje se koristi klasični eksploziv za diseminaciju radioaktivnog materijala. Teroristička uporaba radiološkog oružja danas je događaj visoke vjerojatnosti u usporedbi s tradicionalnom uporabom nuklearnog oružja. Radioaktivni materijal za izradu prljave bombe može doći iz različitih izvora kao što je nuklearni otpad, iz institucija ili tvornica koje u svom radu koriste radioaktivni materijal, odbačenog ili izgubljenog izvora zračenja ili se može pribaviti kupnjom legalnim kanalima u slučaju da se kupac predstavlja kao legitiman korisnik.
U borbi protiv terorizma države same odlučuju hoće li njihove antiterorističke akcije biti usmjerene na obranu od napada klasičnim nuklearnim oružjem obzirom da bi takav događaj imao dalekosežne posljedice ili se koncentriraju na mogućnost događaja radiološkim oružjem zbog njegove velike vjerojatnosti.

2.1.1. Vrste ionizirajućih zračenja

Prema vremenu u kojem se odvija nakon eksplozije nuklearne bombe ionizirajuće zračenje[4] možemo podijeliti na primarno (početno) i odgođeno (sekundarno). Općenito, trajanje primarnog ionizirajućeg zračenja traje do približno jedne minute nakon eksplozije, a sekundarno započinje nakon primarnog i traje i do nekoliko stotina godina kao posljedica radioaktivne kontaminacije. Primarno ionizirajuće zračenje u glavnini se sastoji se od γ-zračenja i neutrona, dok se sekundarno sastoji od α, β i γ zračenja.

α (alfa) čestice su čestice helija-4 (He-4), sastoje se od dva protona i dva neutrona. Oslobađaju se iz jezgara radioaktivnih izotopa, a kod nuklearnih eksplozija javljaju se kao produkt radioaktivnog rasada nuklearnog fisijskog eksploziva i produkt nuklearnih reakcija fuzije. Imaju kratak put dometa (oko 10 cm u zraku) i zaustavlja ih zapreka veličine lista papira. Kao primarno zračenje mogu se zanemariti, međutim kao sekundarno zračenje vrlo su važne jer kontaminiraju okoliš, a posebice zbog opasnosti od unošenja u organizam. Smatraju se jednim od najopasnijih zračenja ukoliko su unesene u organizam jer prouzrokuju velika oštećenja tkiva unutrašnjih organa zbog svoje specifične ionizacije.

[4] Ionizirajuće zračenje je ono koje ima dovoljno energije da ionizira tvar. Ionizaciju može izazvati druga električki nabijena čestica (ion, elektron, pozitron, mezon, proton, alfa-čestica, deutron) koja se giba kroz plinovitu, kapljevitu ili čvrstu tvar, ako je kinetička energija čestice dovoljno velika da u sudaru s neutralnim atomima ili molekulama izbaci iz njih elektrone. Najmanja za to potrebna energija *energija* je *ionizacije (ionizacijski potencijal),* tj. energija koja je dovoljna da izolirani atom ili molekula u plinovitom stanju izgube jedan elektron, pri čemu nastaje ionski par: pozitivno nabijeni ion i izbačeni elektron.

β (beta) čestice su elektroni i/ili pozitroni. Nastaju kao produkt sudara neutrona s okolnim jezgrama materije, a dijelom kao produkt beta raspada radioaktivnih kontaminanta. Domet im je veći zbog manje mase i upola manjeg dometa od alfa čestica, čime se smanjuje i specifična ionizacija. Kao i alfa čestice, beta čestice imaju vrlo mali domet u zraku (nekoliko desetaka metara) i mogu se zanemariti kao primarno ionizirajuće zračenje ali su opasne u slučaju unutarnje kontaminacije.

γ (gama) zračenje je elektromagnetsko zračenje vrlo visoke frekvencije, velike energije nosioca zračenja (fotona) i vrlo male valne duljine. Gama zračenje ima veliku prodornu moć prolaska kroz materijale jer foton nema naboja ni mase mirovanja. Javlja se kao posljedica fisije, fuzije i stabilizacije pobuđenih jezgara u vatrenoj kugli i oko nje. Domet ovisi o intenzitetu i energiji zračenja te gustoći i vrsti materije kroz koju prolazi te se pri nuklearnim eksplozijama kreće oko dva do tri kilometra.

Neutroni su neutralne čestice bez naboja i sastavni su dio atomskih jezgri. Masa im je približno jednaka masi protona. Oslobađaju se nuklearnim reakcijama fisije i fuzije, nuklearnim reakcijama drugog tipa i neutronskim zahvatom tipa (n, 2, n) kad se javljaju kao neutronsko zračenje. U pravilu ne uzrokuju primarnu ionizaciju već najprije elastičnim i neelastičnim sudarima s jezgrama atoma okolne materije smanjuju svoju kinetičku energiju do tzv. termalnih brzina. Nakon toga se apsorbiraju u jezgrama atoma materije kroz koju prolaze i tvore nove, najčešće, radioaktivne izotope koji nastavljaju oslobađati apsorbiranu energiju putem beta ili gama zračenja. Doseg im je oko 800 do 1200 metara od centra eksplozije.[5]

2.1.2. Nuklearni materijal pogodan za korištenje u borbene ili terorističke svrhe

Nuklearni materijal može se podijeliti u pet kategorija[6]:

1. Neozračeni materijal za direktnu uporabu[7]
2. Ozračeni materijal za direktnu uporabu
3. Alternativni materijal[8]

[5] Bokan, Slavko… et al., op. cit., str. 65.-73.
[6] IAEA Nuclear Security Series No.2, Technical Guidance, Nuclear Forensic Support-Reference Manual, Beč, Austria, 2006., str. 4.
[7] Materijal za direktnu uporabu obuhvaća visoko obogaćeni uran ^{233}U, plutonij (Pu) koji sadrži manje od 80% ^{238}Pu i ozračeno nuklearno gorivo.
[8] Americij (^{241}Am) i neptunij (^{237}Np).

4. Indirektno korišteni materijal[9]
5. Komercijalni radioaktivni izvor[10]

Mali broj elemenata pogodan je za nuklearne eksplozive te je primarna komponenta nuklearnog oružja današnjice materijal za direktnu uporabu. Takvi materijali nazivaju se posebni fisibilni[11] materijal, a uključuje: uranij obogaćen izotopom 235 ili 233 (^{233}U, ^{235}U) ili plutonij (^{239}Pu), bilo koji materijal koji sadrži supstance obogaćenog ^{233}U ili ^{235}U ili sadrži bilo koji izotop $^{238-242}$Pu. Ostali materijali koji se mogu povezati s naoružanjem su: neptunij (^{237}Np), americij (^{241}Am), kalifornij (^{252}Cf), litij (^{6}Li), deuterij (D[^{2}H]), tricij (T[^{3}H]), kobalt (^{60}Co), cezij (^{137}Cs), iridij (^{192}Ir), radij (^{226}Ra), stroncij (^{90}Sr) i izvorni materijal kao što su: prirodni uran (U), torij (Th), uranij osiromašen u izotopu 235.[12] Neozračeni materijal za direktnu uporabu najidealniji je materijal za konstrukciju nuklearnog oružja. Taj je materijal najprivlačniji za zemlje i terorističke organizacije čija je namjera razvijanje nuklearnog oružja jer posjedovanje dovoljne količine takvog materijala može eliminirati potrebu za razvijanje visoko sofisticirane tehnologije potrebne za obogaćivanje urana ili separaciju plutonija. Gorivo iz nuklearnih postrojenja ne može se direktno koristiti za izradu nuklearnog oružja već su potrebne metode obogaćivanja urana ili separacije plutonija. Međutim nuklearno gorivo jest radioaktivno i može se koristiti za izradu radiološkog oružja ili prljave bombe.

Sve zemlje koje posjeduju neozračeni i ozračeni materijal za direktnu uporabu dužne su postaviti visoke standarde sigurnosti i zaštite kako bi se smanjio rizik od krađe i posljedično tome terorističke uporabe te su podložne inspekcijama od strane međunarodnih agencija.[13]

2.1.3. Ilegalna trgovina nuklearnim materijalom

Prvi identificirani slučaj ilegalne trgovine nuklearnog materijala na crnom tržištu zabilježen je 1966. Kroz godine zabilježeni su slični slučajevi prijevara, krijumčarenja ili pokušaja ilegalne

[9] Indirektno korišteni materijal obuhvaća osiromašeni uran, prirodni uran, nisko obogaćeni uran, plutonij koji sadrži 80% ili više ^{238}Pu i torij (^{232}Th).
[10] Komercijalno radioaktivni izvori obuhvaćaju uređaje iz medicinskih institucija ili industrije kao što su kao što su RTG, uređaji za industrijsku radiografiju i ostali, a koji sadrže materijale ^{238}Pu, ^{244}Cm, ^{90}Sr, ^{60}Co, ^{137}Cs, ^{241}Am, ^{131}I.
[11] Materijal kod kojeg se može izazvati fisija.
[12] Moody, Kenton J., Grant, Patrick M., Hutcheon, Ian D.: Nuclear Forensic Analysis, Second Edition, CRC Press, Taylor&Francis Group, Florida, SAD, 2015., str. 1-2.
[13] IAEA Nuclear Security Series No.2, Technical Guidance, Nuclear Forensic Support-Reference Manual, Beč, Austria, 2006., str. 4.

prodaje najčešće materijala iz industrijskih/medicinskih izvora kao što su ^{60}Co i ^{137}Cs te razni drugi materijali kao što su osiromašeni uran, visoko obogaćeni uran, nisko obogaćeni uran, ^{241}Am i ^{252}Cf.[14] Prema podacima Međunarodne agencije za atomsku energiju u 2016. godini 34 države članice, od 134 država članica ukupno, prijavile su 189 incidenata koji ukazuju da se neovlaštene aktivnosti i događaji, kao što su trgovina i zlonamjerno korištenje, a koji uključuju nuklearni ili drugi radioaktivni materijal, i dalje pojavljuju. Od 1993. do kraja 2016. godine zabilježeno je 3068 incidenata, od čega je 270 potvrđenih ili vjerojatnih slučajeva trgovine i zlonamjerne uporabe, 904 incidenta za koje nema dovoljno informacija i 1894 slučajeva koji nisu povezani s ilegalnim radnjama. Broj prijavljenih slučajeva iz kategorije I., u kojoj se bilježe incidenti trgovine, zlouporabe i prijevare u cilju sticanja takova materijala, tijekom godina su laganom opadanju. U periodu od 1993. – 2016. potvrđeni slučajevi uključivali su sljedeći radioaktivni materijal: visoko obogaćeni uran (12), plutonij (2) i plutonij-berilij izvor neutrona (4)[15].

Mali broj zabilježenih incidenata uključivao je zapljenu količine materijala u kilogramima koji bi se mogli koristiti za ilegalnu uporabu, dok je većina materijala bila težine u gramima. Neki od navedenih incidenata uključivali su pokušaj prodaje radioaktivnog materijala preko međunarodnih granica što ukazuje na potražnju takvih materijala. Iako se većina tih pokušaja može okarakterizirati kao „amaterska“ odnosno oportunistička gdje je glavni cilj financijska dobit, zabilježeno je i nekoliko slučajeva koji su u svojoj provedbi trgovine organizirani i uključuju počinitelje koji su već evidentirani.

Na primjer godine 1994. iz ruske nuklearne elektrane u blizini Moskve ukradeno je 3 kg 90% ^{235}U koji je kasnije pronađen u St. Peterburgu, dok je u Pragu krajem iste godine u parkiranom automobilu u dva cilindra pronađeno 2,7kg 88% ^{235}U gdje su u akciji uhićena dva ruska državljana i češki fizičar. Ranije te godine u zračnoj luci u Münchenu na letu iz Moskve zaplijenjen je metalni kovčeg koji je sadržavao 560g mješovitog oksida U i Pu (~400g (87% ^{239}Pu miješanog s nisko obogaćenim uranom) ruskog podrijetla. U toj akciji uhićena su dva državljana Španjolske i jedan Kolumbije koji su imali veze s neovlaštenim krijumčarenjem narkotika.[16]

[14] Moody, Kenton J… et al., op. cit., str. 14.
[15] IAEA Incident and Trafficking Database – Incidents od nuclear and other radioactive material out of regulatory control, 2017 Fact sheet, str. 2., dostupno na: https://www.iaea.org/sites/default/files/17/12/itdb-factsheet-2017.pdf
[16] Moody, Kenton J… et al., op. cit., str. 15.-16.

U kategoriji II, koja uključuje incidente kojima namjera nije određena odnosno ne postoji dovoljno informacija, od 1993.-2016. zabilježeni su radioaktivni materijali: visoko obogaćeni uran u tri slučaja, plutonij u jednom i plutonij izvori neutrona u četiri slučaja. Većina tog materijala ukradena je ili izgubljena, a izvori su medicinske ustanove, industrija koja koristi radioaktivni materijal za nerazorna ispitivanja, građevinska industrija i rudarstvo. Iz tih izvora najčešće dolaze radioaktivni izotopi kao što su iridij-192, cezij-137 i americij-241.[17]

Potreba visoko-sofisticirane opreme i financijskih resursa predstavlja prepreku proliferaciji nuklearnog oružja čak i razvijenim zemljama, ipak crno tržište i krijumčarenje materijalima postavlja visoke zahtjeve pred međunarodnu zajednicu. Problem su i nekoliko tisuća tona viška materijala iz nuklearnog oružja nakon procesa uništavanja. Naime radioaktivne čestice ne mogu biti uništene već samo zbrinute odnosno neškodljivo odložene za vrijeme njihova poluraspada. Radioaktivni materijal nalazi se i na fakultetima i institutima za istraživanje te njihova zaštita predstavlja veliku materijalnu stavku takvim ustanovama i najčešće je zaštita i osiguranje provedeno sukladno minimalnim zakonskim zahtjevima.

Komercijalni radioaktivni izvori smatraju se vrlo dostupnima. Takvi izvori predstavljaju opasnost različitih razina rizika uslijed svoje aktivnosti i tipa radijacije koji emitiraju (alfa, beta, gama). Izvori više razine radioaktivnosti kao što su uređaji u medicinskim institucijama ili institutima više su kontrolirani i manje dostupni. Izvori materijala niske razine radioaktivnosti su npr. detektori dima koji sadrže niske doze ^{241}Am ili Pu ali su oni široko rasprostranjeni.

Najčešće rute krijumčarenja su preko međunarodnih granica tzv. „balkanskom rutom“ od Afganistana preko Turske i Bugarske prema Europi, Kazahstana kroz Iran i jugo-zapadnu Aziju te jug Rusije kroz Gruziju. Republika Hrvatska nema niti razvija nuklearno naoružanje, kao ni ostale oblike oružja za masovno uništenje, ali se nalazi na području balkanske rute. Ministarstvo vanjskih i europskih poslova brine o neprolifericiji oružja za masovno uništenje te Republika Hrvatska aktivno sudjeluje u provedbi međunarodnih ugovora, neproliferacijskih multilateralnih režima i međunarodnih inicijativa.

[17] IAEA Incident and Trafficking Database – Incidents od nuclear and other radioactive material out of regulatory control, 2017 Fact sheet, str. 3., dostupno na: https://www.iaea.org/sites/default/files/17/12/itdb-factsheet-2017.pdf

2.2. KEMIJSKO ORUŽJE I NAPRAVE

Kemijsko oružje pripada skupini oružja za masovno uništenje kao i nuklearno i biološko oružje. Od klasičnog eksplozivnog oružja razlikuje se veličinom zahvaćenog prostora jer zahvaća velike površine i duljinom djelovanja (danima, mjesecima, a neki i godinama). Primjena kemijskih otrovnih tvari stara je koliko i čovječanstvo ali nije imala presudan utjecaj na ishod borbi do kraja 19. stoljeća. Zapisi zabilježeni kroz povijest notirali su korištenje papra za zasljepljivanje, „smrdljive lonce“ punjene sumporom i sl. Prvim „modernim“ kemijskim oružjem smatra se dim i vatra, a kasnije su se koristiti sumpor, salitra, ulja i dr. gorive tvari. Gotovo svi bojni otrovi razvijeni su do i za vrijeme I. svjetskog rata kad je došlo do njihove masovne i sustavne uporabe. Do I. svjetskog rata rabili su se uglavnom prirodni otrovi, a u I. svjetskom ratu i nakon došlo je do uporabe poznatih sintetiziranih kemikalija. Nakon I. svjetskog rata donesena je Ženevska konvencija 1925. godine kojom je zabranjeno korištenje kemijskog oružja u napadu, ali ne i u obrani. Proizvodnja kemijskog oružja nije bila zabranjena, a oružje se moglo koristi protiv zemalja koje nisu potpisale protokol. U vremenu između dva rata poboljšana je tehnologija proizvodnje bojnih otrova i tehnologija njihova prijenosa do cilja. U Njemačkoj 1930.tih godina tijekom rada na istraživanju insekticida otkriveni su novi bojni otrovi koji su nazvani živčani bojni otrovi i tada su pripravljeni danas najpoznatiji bojni otrovi, tabun, sarin i soman. Nova generacija tzv. otrova V. generacije razvijana je 1950.tih u SAD-u dok se pokušavao pronaći pesticid koji bi zamijenio DDT. Razvijen je živčani bojni otrov kodnog imena VX , tekućina bez boje i mirisa, postojan na terenu i slabo topljiv u vodi. Nakon II. svjetskog rata njemačko kemijsko oružje je zarobljeno, od čega je najveća količina uništena, a dio odložen na dnu mora. Britanci su također položili svoj bojni otrov u more. Kemijsko oružje nastavili su koristili Amerikanci tijekom korejskog rata i rata u Vijetnamu, a korišteno je tijekom sljedećih godina u Portugalskoj Gvineji, Palestini, Angoli, Rodeziji, za vrijeme iračko-iranskog rata, Iraku protiv Kurda, Siriji i drugdje. Godine 1993. donesena je Konvencija o zabrani kemijskog oružja kojom se zabranjuje razvoj, proizvodnja, ili na drugi način pribavljanje, gomilanje i zadržavanje kemijskog oružja. Međutim, pridržavanje odredbi Konvencije nije obvezno za države koje nisu potpisnice.

U najopćenitijem smislu kemijsko oružje definirano je kao bojni otrovi i sva sredstva koja služe za prijenos bojnih otrova na cilj i njihovo prevođenje u bojno stanje. Konvencija je definirala kemijsko oružje kao otrovne kemikalije i njihovi prekursori, osim onih koji zbog svoje svrhe nisu zabranjeni Konvencijom, i sve dok su vrste i količine u skladu s takvim svrhama; streljiva

i naprave konkretno namijenjene izazivanju smrti ili druge štete putem onih otrovnih svojstava otrovnih kemikalija iz stavke (A), koja bi se oslobodila kao rezultat primjene takvih sredstava; i svaka oprema posebno napravljena za izravnu uporabu u svezi s primjenom streljiva i naprava navedenih u stavku (B) Konvencije. Osim klasičnih bojnih otrova razvijeni su i binarni bojni otrovi, odnosno dva relativno neotrovna prekursora koji kad se pomiješaju u streljivu, brzo reagiraju i nastaje bojni otrov.

Kemijsko oružje smatramo prostornim oružjem jer može kontaminirati radni i životni prostor. Učinak može biti smrtonosan ili onesposobljavajući, ovisno o uporabljenom bojnom otrovu i konstrukciji oružja. Ovisno o tome isti bojni otrov može imati jedan ili drugi učinak. Kemijsko oružje također se smatra i vremenskim oružjem jer ne djeluju trenutno već se zadržavaju u prostoru kontaminirajući prostor kraće ili dulje nakon primjene što ovisi o njihovim fizikalno-kemijskim svojstvima, meteorološkim uvjetima i konfiguraciji terena. Sredstva za primjenu mogu biti zrakoplovna, topnička, raketna, kopnena prema tipu prijenosa. Prema načinu prevođenja u borbeno stanje mogu biti eksplozivna, pirotehnička i različiti raspršivači. Za primjenu u terorističke svrhe mogu se koristiti putem različitih improviziranih eksplozivnih sredstava ili raspršivača.[18]

2.2.1. Bojni otrovi

Bojni otrovi uglavnom su sintetske otrovne kemikalije[19], a 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“ dok definicija UN-a iz 1969. glasi da je bojno otrov „kemijska supstancija, plin ili tekućina ili čvrsta supstanca, koja može biti uporabljena za izazivanje toksičnih učinaka ili stalnih ozljeda ljudi, životinja i biljaka“. Ukratko možemo reći da su bojni otrovi otrovne kemikalije koje se koriste u ratne svrhe.

Suvremeni bojni otrovi imaju visok stupanj toksičnosti, nemaju boje ni mirisa, brzo se šire te se dugo zadržavaju u tlu i lako prodiru u objekte. Toksičnost bojnog otrova izražava se toksičnom dozom (D_t). Po stupnjevima razlikujemo minimalnu toksičnu dozu (prag doza) kod

[18] Bokan, Slavko… et al., op. cit., str. 201.-267.
[19] Otrovna kemikalija je svaka kemikalija koja svoji kemijskim djelovanjem na životne procese može prouzročiti smrt, privremenu nesposobnost ili trajna oštećenja na ljudima i životinjama. Poznato je na tisuće otrovnih kemikalija, a samo 70ak ih je uporabljeno ili uskladišteno kao bojni otrov.

koje se pojavljuju prvi znaci trovanja, nepodnošljivu ili onesposobljavajuću dozu (ID) pri kojoj dolazi do smanjenja radnih ili borbenih sposobnosti i smrtnu dozu (LD) koja izaziva smrt, a najčešće se prikazuje kao srednja smrtna doza (LD_{50}).

Brzina djelovanja bojnih otrova ovisi o koncentraciji, načinu ulaska u tijelo i trajanju ekspozicije. U organizam bojni otrov može ući preko kože (perkutano), inhalacijom ili na usta (peroralno). Pri inhalaciji ili ingestiji djelovanje je brže nego ulaskom preko kože. Također simptomi se mogu pojaviti unutar nekoliko minuta pri inhalaciji ili do čak nekoliko sati ili dana nakon izlaganja npr. u slučaju kožne ekspozicije. Neki bojni otrovi imaju kumulativni učinak te višestruka ekspozicija malim količinama može dovesti do smrtnog ishoda.

Svi bojni otrovi imaju fizikalne i kemijske značajke o kojima ovisi njihovo djelovanje. Fizikalne značajke[20] imaju utjecaj na mogućnost i način primjene, zadržavanje u atmosferi i na tlu, djelovanje u različitim vremenskim uvjetima, čuvanje, trajanje učinka, pružanje pomoći, detekciju, dekontaminaciju. Kemijske značajke[21] utječu na skladištenje, zadržavanje u atmosferi, identifikaciju, dekontaminaciju, mehanizam toksičnog djelovanja na organizam i moguću primjenu antidota.

U kemijsko oružje još se ubrajaju dimovi, lako gorive i zapaljive tvari kao što je npr. zapaljiva bomba (napalm).[22]

2.2.2. Podjela bojnih otrova

Obzirom na agregatno stanje bojni otrovi dijele se na:

- krute
- tekuće
- plinovite-parne.

Prema mehanizmu toksičnog djelovanja bojne otrove dijelimo na smrtonosne i nesmrtonosne.

[20] Agregatno stanje, boja i miris, topivost, tlak para i isparljivost, talište i vrelište, viskoznost, postojanost, relativna gustoća para, difuzija, latentna toplina isparavanja, sposobnost stvaranja aerosola, napetost površine.
[21] Reakcije s vodom (hidroliza), lužinama, kiselinama, oksidansima i reducensima, reaktivnost prema materijalima, termička postojanost, stabilnost pri eksploziji.
[22] Ibid, str. 273.-279.

Smrtonosni bojni otrovi i neki njihovi predstavnici:

- živčani – uzrokuju paralitičke promjene uslijed blokiranja učinka enzima kolinesteraze čime se blokira prijenos električnih impulsa između perifernih živaca i muskulature (tabun (GA[23]), sarin (GB), soman (GD), VX)).
- kožni – uzrokuju teške promjene na koži, stvaraju ekstremno bolne mjehure i sporo zarastajuće rane (iperit (HD), dušični iperit (HN), luizit (L)).
- zagušljivci – uzrokuju promjene na plućima kao što je plućni edem (fosgen (CG), difosgen (DP), klor).
- krvni – uzrokuju anoksiju odnosno sprečavaju prijenos kisika u stanicu (cijanovodična kiselina (AC), klorcijan (CK), arsin (SA)).

U nesmrtonosne bojne otrove ubrajamo:

- nadražljivci – dijele se na kihavce (arsenski dimovi, adamsit (DM)) i suzavce (CS, kloracetofenon (CN), dibenzoksazepin (CR)). Kihavci izazivaju karakteristične simptome kihanja i povraćanja, a suzavci se koriste za sprečavanje nereda, odnosno kraće onesposobljavanje uslijed nadražujućeg učinka na oči i gornju respiratornu sluznicu ili iritiraju kožu.
- psihokemijski – imaju halucinogeno djelovanje i uzrokuju dulje onesposobljavanje (BZ (BUZZ), LSD).

Prema postojanosti mogu se podijeliti na:

- dugotrajne (kapi, aerosoli)
- kratkotrajne (pare, otrovni dimovi).[24]

2.2.3. Raspršivanje i širenje bojnih otrova

Bojni otrovi raspršuju se i šire u nekoliko oblika: aerosola - sitnih i krupnih kapljica i čestica i u obliku para. Kad je raspršen u obliku sitnih čestica i kapljica ostaje u zraku kao suspendirani aerosol dok velike kapljice ili čestice padaju na tlo i vrše površinsku kontaminaciju. Pare i aerosolne sitne čestice nakon eksplozije stvaraju primarni oblak i šire se vjetrom. Kod površinske kontaminacije isparavanjem s tla nastaje sekundarni oblak koji nošen vjetrom kontaminira okolne površine. Dubina kontaminacije ovisi o vrsti bojnog otrova te njegovoj isparljivosti. Bojni otrovi koji više isparavaju stvaraju primarni toksični oblak, a oni postojaniji

[23] Naziv u zagradi označava NATO oznaku.
[24] Ibid, str. 321.-325.

s manjom isparljivošću uzrokuju površinsku kontaminaciju. Raspršivanje eksplozivnim sredstvima uzrokuje više stvaranje primarnog oblaka od raspršivanja pomoću raspršivača. Odnos koncentracije pare i aerosola u primarnom oblaku ovisi o atmosferskim uvjetima i dobu dana. Najveću koncentraciju uzrokuje inverzija, odnosno vedro vrijeme tijekom noći kad je tlo hladno i nastupa stabilno temperaturno stanje atmosfere bez vjetra. Inverzija i izotermija su najpovoljniji uvjeti za primjenu bojnog otrova preko organa za disanje i u takvim uvjetima stvaraju se niske početne koncentracije, a oblak se širi sporo i može se proširiti na dubinu od 15km i više. Na višoj temperaturi visoke koncentracije bojnih otrova stvaraju se brže. Neki bojni otrovi mogu se smrznuti na niskim temperaturama te tako dulje ostati postojani. Npr. vrijeme postojanosti VX u zimskim mjesecima na temperaturi od -10°C je do 8 dana dok je u ljetnim mjesecima na temperaturi iznad 15°C postojanost do 4 dana. Relativna vlažnost zraka utječe na razlaganje bojnog otrova na tlu i u zraku. U prisutnosti vlage pare i aerosoli hidroliziraju te stvaraju neotrovne ili manje otrovne produkte. Brzina vjetra utječe na koncentraciju te se pri povećanju brzine vjetra koncentracija smanjuje, a niža brzina vjetra pogoduje sporijem širenju i dužem trajanju kontaminacije. Brzina vjetra najmanji utjecaj ima na dugotrajne bojne otrove koji se šire u obliku velikih kapljica. Vjetar ima najveći utjecaj na širenje primarnog oblaka, a brzina vjetra je najutjecajniji faktor. Pri većoj brzini oblak bojnog otrova brzo će prijeći neko područje.[25]

2.2.4. Kemijski terorizam

Kemijski terorizam smatra se lakše izvedivim od nuklearnog terorizma zbog svoje ekonomičnosti, praktičnosti i dostupnosti. Kemijske supstance lake su za uporabu i proizvodnju ako se koriste kemijski spojevi koji se uobičajeno koriste u industriji. Za terorističke svrhe mogu se npr. upotrebljavati pesticidi ili klor.

Kemijski terorizam može se izvesti na tri načina ovisno o meti napada, napad na populacijska središta, vodu ili prostorije sa slabom ili bez ventilacije gdje je cilj uzrokovati što više ljudskih žrtava, napad na pojedinca koji je najčešće politički motiviran i napad na određeni proizvod kao što je npr. hrana u cilju izazivanje ekonomske štete, terorizirania, ucjena i sl.

[25] Ibid, str. 267.-272.

Za teroristička djelovanja moguće je koristiti živčane, krvne, kožne i psihokemijske bojne otrove, teške metale (arsen, olovo i njegovi spojevi), zagušljivce (fosgen, klor), hlapljiva otapala (benzen) i industrijske toksične kemikalije (vinil klorid, pesticidi, dioksini, poliklorirani bifenili, amonijev nitrat, zapaljive i toksične industrijske plinove, krutine i tekućine, korozivne industrijske kiseline i lužine, umjetna gnojiva).

Kod prikrivenog terorizma odnosno „tihog djelovanja" moguće je izazvati nesreću na postrojenju koja se kasnije definira kao kemijska nesreća usred ljudskog djelovanja (nemar, nestručnost i sl.).[26]

Najpoznatiji teroristički napad kemijskim oružjem dogodio se 1995. godine kada je japanska sekta „*Aum Shinrikyo*" upotrijebila sarin u tokijskoj podzemnoj željeznici. U napadu je otrovano oko 5000 osoba, dok je 12 umrlo. Sekta se u terorističku skupinu pretvorila 1989. godine nakon što utemeljitelj Shoko Asahara nije dobio potporu na općim izborima. Osim u Japanu sekta je imala podružnice u SAD-u, Njemačkoj, Šri Lanki, Rusiji i Australiji. Sekta je planirala pribaviti oružje za sve svoje članove kako bi ih obučili u korištenju vatrenog oružja. U Australiji je sekta kupila farmu na kojoj su se bavili proizvodnjom otrovnih kemikalija koje su testirali na ovcama, a *South Australian Forensic Science Laboratory* detektirao je produkte hidrolize sarina iz tla i ovčje vune o čemu su informirali Japansku policiju. Osim proizvodnje kemijskog oružja sekta je pokušala pribaviti i razmnožavati biološke agense. Istražitelji su pri ispitivanju osumnjičenih pripadnika kulta došli do informacija kako je kult u svojim terorističkim akcijama, osim sarina, koristio VX i vodikov cijanid u ubojstvima i pokušajima ubojstava što je kasnijim kriminalističkim istraživanjem potvrđeno. Sekta je sarin sintetizirala u studentom 1993. godine, a 1994. počeli su s masovnom proizvodnjom sarina. Zbog policijskih akcija kult je prestao s proizvodnjom kemikalija u 1995. te pokušao sakriti dokaze. Prvi teroristički napad izveli su 1994. u gradskoj četvrti Matsumoto u Naganu. U bolnici je liječeno 274 žrtve s istim simptomima, a 5 ih je pronađeno mrtvo u svojim stanovima dok su dvoje preminuli u bolnici. Sve žrtve otkrivene su u radijusu od 150m od centra stambene četvrti. Osim ljudskih žrtava u sljedeća dva dana došlo je do pomora riba i rakova u ribnjaku u blizini centra, a pronađena su i trupla pasa, vrabaca, golubica i velikog broja gusjenica ispod nekih stabala.[27]

[26] Ibid., str. 464.-467.
[27] Dr. Seto, Yasuo: The Sarin Gas Attack in Japan and the Related Forensic Investigation, OPCW, dostupno na: https://www.opcw.org/news/article/the-sarin-gas-attack-in-japan-and-the-related-forensic-investigation/

Teroristički napadi kemijskim oružjem događaju se i danas, ponajviše u Siriji i Iraku.

2.3. BIOLOŠKO I TOKSINSKO ORUŽJE I NAPRAVE

Biološko oružje razlikuje se od drugih tipova oružja po tome što sadrži žive patogene mikroorganizme: viruse, rikecije, bakterije, gljivice i protozoe. U svom djelovanju uključuje međudjelovanje dvaju organizama, mikroorganizma i domaćina ili tri organizma ukoliko je u prijenos uključen i vektor.[28] Također se može rabiti prikriveno, odnosno mogu se koristiti uzročnici endemskih bolesti za tzv. „tiho djelovanje".

Toksini su nerazmožavajući agensi živog podrijetla odnosno nežive tvari koje proizvode živi mikroorganizmi ili organizmi, a mogu biti i kemijski sintetizirani. Često se miješaju s biološkim agensima. Zbog toga se svrstavaju i u biološke i u kemijske ratne agense te se njihova proizvodnja i uporaba zabranjuje Konvencijom o zabrani kemijskog oružja (1993.) i Konvencijom o zabrani biološkog i toksinkog oružja (1972).

Prema NATO definiciji „biološki i ratni agensi su mikroorganizmi i toksini dobiveni od njih koji uzrokuju bolest u ljudi, životinja i biljaka ili koji uzrokuju razgradnju tvari". Konvencija o zabrani biološkog i toskinskog (BTCW) oružja definira biološko i toksinko oružje kao „mikrobijalne i druge tvari koje sadržavaju biološke agense ili toksine bez obzira na njihovo podrijetlo ili metodu proizvodnje, vrstu i količinu koje nemaju pravno opravdanje za profilaktičke, zaštitne i druge miroljubive svrhe". Biološki i toksinski ratni agensi uključuju sve prirodne, izmijenjene ili sintetizirane patogene mikroorganizme i njihove toskine ako su namijenjeni za nemiroljubive svrhe, odnosno ako im je namjena izazivanje epidemija (ljudi), epizootija (životinje) ili epifitocija (biljke). Kada su biološki i toksinki ratni agensi uključeni u sustave za pripremu i prenošenje u borbeno stanje nazivamo ih biološka i toksinska oružja.[29] „Do danas je ispitano oko 70 mikroorganizama (oko 20 virusa, 40 bakterija, 7 gljivica i 10 protozoa) koji su potencijalni biološki ratni agensi".[30]

Dokazi o uporabi biološkog ratovanja sežu još prije nove ere. U modernom dobu tijekom prvog svjetskog rata biološko oružje protiv neprijatelja koristili su Nijemci i to uzročnike antraksa,

[28] Bokan, Slavko… et al., op. cit., str. 651., 667.
[29] Ibid., str. 651.
[30] Ibid, str. 667.

maleusa, kolere i kuge. Tijekom 1930tih i 1940tih, napretkom znanosti u području biotehnologije, biologije, mikrobiologije i bioloških i toksinskih agensa, razvijali su se programi biološkog ratovanja, a do i tijekom drugog svjetskog rata svoje biološke programe razvijali su Francuska, Njemačka, Japan, Velika Britanija, SAD, Kanda i Ruska Federacija. Zanimljiva je činjenica da su tijekom Vijetnamskog rata od 1964.-1969. vojnici u najvećem postotku bolovali od infektivnih bolesti (85,2%), a samo ih je 3,4% ranjeno ili 11,4% ozlijeđeno na drugi način. Razvoj se nastavio i nakon drugog svjetskog rata i traje sve do danas u korak s razvojem biologije, biotehnologije, medicine i dr. Danas čak i benigni mikroorganizmi ako su izmijenjeni uz pomoć genetske tehnologije mogu postati prijetnja.

Razvoj, proizvodnja i uporaba cjepiva u današnjem dobu koristi se za prevenciju mnogih zaraznih bolesti i imunizaciju stanovništva, uključujući bolesti izazvane dvostruko prijetećim agensima odnosno mikroorganizmima koji su prirodno opasni, a mogu se koristiti namjerno kao biološko ili toksinsko oružje i najčešće su endemske bolesti. Imunizacije se pokazala kao najdjelotvornija zaštita, a farmaceutske tvrtke za potrebe razvoja i proizvodnje cjepiva i antibiotika proizvode velike količine virusa, bakterija i gljivica. [31]

Američki autor Mark Wheelis dao je teoriju o tri glavne doktrine mogućeg biološkog ratovanja prema prirodi agresora, količini oslobođenih agensa i cilju napada što je prikazano u tablici 1.

Tablica 1. Tipovi biološkog ratovanja

Količina oslobođenog agensa ili opseg napada	**Agresor/napadač**		
	Pojedinci	**Nacionalne skupine**	**Nacije/države**
Točkasti izvor oslobađanja (male količine agensa)	Kriminalni akt	Umorstva	Umorstva
Srednje količine agensa	Kriminalni akt	Teroristi	Vojna taktika
Velike količine agensa	Nije moguće	Nacionalne oslobodilačke vojske	Vojna strategija

Izvor: Bokan., S. et al.: Oružja za masovno uništavanje: nuklearno-kemijsko-biološko i toksinsko oružje, Zagreb, POU, 2004., str. 668.

[31] Ibid., str. 653.-676.

Napad biološkim oružjem nije moguće odmah otkriti jer nije vidljivo, nema boje ni mirisa, a pojava bolesti ovisi o vremenu inkubacije[32] agensa. Ukoliko se koriste endemski uzročnici ne može se sa sigurnošću utvrditi je li napad namjeran ili epidemija prirodna. Time je znatno otežano pronalaženje počinitelja i utvrđivanje odgovornosti za napad. Dodatni problem je što biološko oružje može izazvati epidemiju iako je korišteno za napad na jednu osobu ili manju skupinu. Također biološko oružje je selektivno te se uzročnici osim za napad na ljude mogu koristit za napad na životinje ili korisno bilje u cilju umanjenja borbene sposobnosti napadnutog. Od oko 200 infektivnih životinjskih bolesti 100 je prenosivo na ljude.[33] Te bolesti se nazivaju zoonoze i mogu širiti sa životnija na ljude u prirodnim uvjetima i kao ratni ili teroristički agensi. Biološki agensi protiv biljaka koriste se u cilju izazivanja gospodarske štete i ugrožavanja proizvodnje hrane, a osim mikroorganizama mogu se koristiti i nametnici/insekti koji se ne nalaze na potpisu BTCW.

Teroristička uporaba biološkog i toksinkog oružja u novijem dobu zabilježena je od 80tih godina. Za svoja djelovanja koriste ih terorističke organizacije i kultovi/sekte.

Biološko oružje danas je lakše proizvesti nego što je pronaći efikasan način dostavljanja do mete napada. Proizvodnja biološkog i toksinkog oružja u malim količinama jeftina je i jednostavna, dok velike količine agensa ipak zahtijevaju kompliciraniju opremu i tehnologije. Za kultivaciju manjih količina bakterija i gljivica potrebna je jednostavna laboratorijska oprema kao što su plastične ili staklene posude, hranidbene otopine, separatori, centrifuge, laminare za sterilizaciju, aparati za skupljanje proizvedenih mikroorganizama i aparatura za sušenje i zamrzavanje. Za razmnožavanje virusa i rikecija potrebna je živa stanica, a za živu stanicu može se koristiti i oplođeno kokošje jaje. Proizvodnja bakterija i gljivica do jedne litre je jednostavna, dok proizvodnja bakterija i gljivica u velikim količinama i proizvodnja rikecija i virusa zahtijeva posebnu opremu i kvalificirane djelatnike. Proizvedeni agensi mogu se u određenim uvjetima čuvati od nekoliko tjedana do nekoliko godina npr. bakterija antraksa u laboratorijskim uvjetima skladištenja može preživjeti i do 60 godina.

Raspršivanje bioloških i toksinskih agensa moguće je na više načina. Najefikasniji način raspršivanja je zrakom aerosolnom diseminacijom za što se mogu koristiti zrakoplovi,

[32] Inkubacija je vremensko razdoblje od ulaska mikroorganizma u organizam domaćina i pojave prvih simptoma bolesti.
[33] Ibid., str. 817.

helikopteri, biološke bombe, raketni projektili, brodovi, sprej-rezervoari i improvizirana sredstva kao što su manje sprej doze-dezodorans ili lak za kosu, penkale upaljači, generatori smješteni u automobile ili kamione, sprejevi u naprtnjačama, kontaminacija ventilacijskog sustava i dr. Ostali putevi širenja su živim prijenosnikom ili preko vektora[34], improviziranim sredstvima kao što su npr. pisma antraksa koja su 2001. godine odaslana poštom na adrese nekoliko medijskih kuća i dva senatora SAD-a uzrokujući 17 oboljelih i pet umrlih osoba. Agens u tijelo može ući inhalacijom, ingestijom (oralno) ili preko kože (perkutano). Najučinkovitiji način prijenosa je aerosolom za inhalacijsku ekspoziciju. Prijenos aerosolom ovisi o meteorološkim uvjetima i reljefu. Prenošenje bioloških i toksinskih agensa hranom pogodno je za sabotaže i diverzije. Najvjerojatnije bi se koristile bakterije koje proizvode toksine koji su otporni na toplinu, uzročnici crijevnih zaranih bolesti ili čisti toksini. Voda je pogodniji medij za razmnožavanje i širenje infektivnih mikroorganizama koje se prenose hranom i vodom. Pogodna je za diverzantske akcije ali kontaminacija vodovoda zahtijeva velike količine bioloških agensa i ispuštanje nakon regionalnih sustava za pročišćavanje i kloriranje vode jer klasične metode kloriranja i filtracije uništavaju viruse, bakterije i većinu protozoa. Kontaminacija kroz ventilacijske sustave ograničena je na prostor kojim sustav prolazi i broj ljudi koji se u tom prostoru nalaze. Biološko i toksinski agensi mogu se prenijeti i putem kontaminiranih predmeta. Neke od najpoznatijih transmisivnih bolesti kao što su kuga, pjegavac, malarija, Q-groznica prenose se vektorima.[35]

2.3.1. Bioregulatori

Bioregulatori ili modulatori (molekularni agensi) su biokemijske tvari poput peptida koji se normalno nalaze u organizmu ljudi i životinja, a značajka im je djelovanje u malim dozama i nagli i brz učinak. Biološko poluvrijeme u organizmu mjeri im se u minutama. Peptidni bioregulatori najinteresantniji su uporabu kao agensi, a razvijeni su u nekim ofenzivnim biološkim programima. Proizvedeni bioregulatori vrlo su slični onima u tijelu i mogu uzrokovati bol (algogene tvari), djelovati anestetski ili sniziti krvni tlak. Njihov potencijal aktivnosti obuhvaća glavne životne funkcije i mentalne procese, a kao značajke za vojnu uporabu izdvajaju se nova mjesta toksičnog djelovanja, brz i specifičan učinak, prolaz kroz filtar zaštitne maske i zaštitnu opremu, nedostupan učinkovit medicinski tretman i terapija, nemogućnost brze detekcije u realnom vremenu, djelotvorno fizičko onesposobljavanje.

[34] Vektori mogu biti artropodi (živi hematofagni insekti) npr. uši, buhe, komarci, krpelji i crvi, ili mali glodavci.
[35] Ibid., str. 967.-982.

Potencijalno bi se mogli koristiti kao oružje za ubijanje bez tragova. Uporaba veće količine može narušiti prirodno funkcioniranje mehanizama organizma i izazvati bolest ili smrt. Osim zasebno, za postizanje većeg učinka mogli bi se koristiti zajedno s nekim visokotoksičnim kemijskim tvarima ili putem bakterijskih ili virusnih prijenosnika.[36]

2.3.2. Biološki i toksinski terorizam

Za uporabu u terorističkom napadu mogu se koristiti i drugi mikroorganizmi i toksini koje BTWC ne klasificira kao biološko i toksinsko oružje. Stručnjaci smatraju da postoji nebrojeno kombinacija načina prijenosa i korištenja bioloških i toksinskih agensa ili njihovih prijenosnika kao terorističkog oružja. Obzirom da efekt ovog tipa oružja postaje vidljiv tek nakon par sati ili dana pronalaženje počinitelja ili mete je uvelike otežano jer je žrtva već napustila mjesto napada. Teroristički agensi mogu se proizvesti u bolje opremljenim laboratorijima bez specijalizirane opreme, a terorističke organizacije s osiguranom financijskom potporom mogu privući znanstvenike.[37] „Kritični biološki agensi koji bi se uporabili u biološkom terorizmu s gledišta nacionalne sigurnosti, javnozdravstvenog sustava i davatelja žurnog odgovora uključuju patogene i toksine koji se prema potencijalnom riziku svrstavaju u tri kategorije prema određenim mjerilima:

I. kategorija terorističkih bioloških agensa i toksina zadovoljava sljedeća mjerila:

- agensi koji predstavljaju najviši stupanj rizika nacionalnoj sigurnosti
- mogućnost lake diseminacije ili prijenos s čovjeka na čovjeka
- uzrokuju visok stupanj pobola i smrtnosti te snažan učinak na nepripremljeno javno zdravstvo
- mogućnost izazivanja masovne panike i društvenog razdora
- zahtijeva posebnu pripremljenost javno zdravstvenih ustanova

I. kategorija uključuje sljedeće biološke agense i toksine:

- *Virus velikih boginja* (Velike boginje)
- *Bacillus anthracis* (Antraks, bedrenica, crni prišt)
- *Yersinia pestis* (Kuga)
- *Botulin toksin* (Botulizam)
- *Francisella tularensis* (Tularemija)
- *Ebola virus* (Ebola groznica)

[36] Ibid., str. 946.-949.
[37] Ibid., str. 987.-988.

- *Marburg virus* (Marburška groznica)
- *Lassa virus* (Lasinska groznica)
- *Junin virus* (Argentinska hemoragijska groznica)

II. kategorija terorističkih bioloških agensa i toksina zadovoljava sljedeća mjerila

- osrednja mogućnost diseminacije
- uzrokuje osrednji pobol i niži stupanj smrtnosti
- zahtijeva specifičnu pripremljenost dijagnostičkih kapaciteta i zdravstvenog zbrinjavanja i pojačan nadzor

II. kategorija uključuje sljedeće biološke agense i toksine:

- *Coxiella burnetti* (Q groznica)
- *Brucella sp*. (Bruceloza)
- *Burkholderia mallei* (Maleus)
- *Virus Venecuelskog konjskog encefalitisa* (Venezuelanski konjski encefalomijelitis)
- *Virus istočnog i zapadnog konjskog encefalitisa* (Istočni i Zapadni konjski encefalitis)
- Ricin toksin iz *Ricinus communis*
- Epsilon toksin od *Clostridium perfringens*
- *Stafilokokni enterotoksin B*

Ova kategorija uključuje i patogene koji se prenose hranom i vodom:

- *Sallmonella sp*. (Trbušni tifus)
- *Shigella dysenteriae* (Dizenterija)
- *Escherichia coli* O157:H7 (Enterokolitis)
- *Vibrio cholerae* (Kolera)

III. kategorija terorističkih bioloških agensa uključuje nove i već pojavljujuće patogene koji se mogu pripremiti za masovnu diseminaciju u budućnosti, a koji zadovoljavaju sljedeća mjerila:

- lako su dostupni
- lako se mogu proizvesti i diseminirati
- imaju snažan učinak na nepripremljeno javno zdrasvtvo

III. kategorija uključuje sljedeće biološke agense:

- *Nipah virus* (Nipah encefalitis)

- *Hantavirusi* (Hemoragijska groznica s bubrežnim sindromom)
- *Virusi krpeljnih hemoragijskih groznica* (Krim-Kongo hemoragijska groznica, Kjasanurska šumska bolest, Omska hemoragijska groznica)
- *Virus krpeljnog meningoencefalitisa* (Krpeljni meningoencefalitis)
- *Virus žute groznice* (Žuta groznica)
- Na lijekove rezistentni uzročnici tuberkuloze.“[38]

[38] Ibid., str. 989.-992.

3. KRIMINALISTIČKO ISTRAŽIVANJE U NRKBE UVJETIMA

Sukladno zakonu o policijskim poslovima i ovlastima (NN 76/09, 92/14) čl. 2., st. 2., točka 7. „kriminalističko istraživanje je ukupnost onih policijskih ovlasti, mjera i radnji koje se prema ovom ili drugim zakonima poduzimaju kada postoji osnova sumnje da se priprema ili je počinjeno kazneno djelo za koje se progoni po službenoj dužnosti ili prekršaj ili postoji sumnja da određena pojava ugrožava ili bi mogla ugroziti živote ljudi, njihova prava, slobodu, sigurnost, nepovredivost ili imovinu te radi otkrivanja kaznenog djela za koje se progoni po službenoj dužnosti ili prekršaja, pronalaženje počinitelja, sprječavanja da se počinitelj sakrije ili pobjegne, da se otkriju ili osiguraju tragovi i predmeti koji mogu poslužiti pri utvrđivanju činjenica i da se prikupe obavijesti koje mogu biti od koristi za uspješno vođenje kaznenog ili prekršajnog postupka“.[39]

Također isti zakon čl. 2., st. 2., točka 16. definira protuterorističku zaštitu kao kemijsku, biološku, radiološku, nuklearnu, protueksplozijsku, protudiverzijsku i protuprislušnu zaštitu.

U slučajevima napada NRKB agensima nadležnost policije je kao i kod svih ostalih kaznenih djela, provođenje zakona, osiguravanje mjesta događaja, kriminalističko istraživanje, održavanje javnog reda i mira i sprečavanje daljnjih napada. Snage prvog odgovora osim fokusa na zaštitu i spašavanje trebale bi osigurati mjesto zločina s posvećenom pažnjom prema potencijalnim dokaznim materijalima.[40]

Kod kriminalističkog istraživanja u NRKB uvjetima djelatnici osim usmjerenja na pronalaženje i izuzimanje tragova moraju biti svjesni kontaminirane okoline koja ga okružuje. Djelatnici moraju biti opremljeni zaštitnim sredstvima odnosno obvezna je uporaba zaštitne maske, odijela, rukavica i čizama i aparata za disanje prema potrebi. Za uporabu takve opreme u stvarnim uvjetima djelatnici bi obvezno morali biti educirani i obučeni kroz simuliranje uvjeta kontaminirane okoline u vježbama. Uporaba zaštitne opreme ima utjecaj na psihofizičke performanse osobe koja ju koristi uslijed svoje hermetičnosti. Takva mikro-okolina dovodi do bržeg iscrpljivanja osobe, smanjuje mogućnost hvata, ograničava periferni pogled itd. što dovodi do mogućnosti kraćeg zadržavanja pojedine individue u kontaminiranom prostoru.

[39] Zakon o policijskim poslovima i ovlastima, Narodne novine, br. 76/09, 92/14, (pročišćeni tekst)
[40] NATO: NATO AND TERRORISM Catastrophic Terrorism and First Responders – Threats and Mitigation, Proceedings, Springer, Nizozemska, 2005., str. XV

Osobe koje osiguravaju mjesto događaja također bi trebale koristiti zaštitnu odjeću i opremu. Ovisno o prirodi događaja potrebno je znati koliko dugo se osobe koje vrše kriminalističko istraživanje na mjestu događaja mogu zadržati npr. ovisno o dozi radioaktivnog zračenja. Osobe koje rade u takvim uvjetima moraju biti upoznate s rizikom i vremenom mogućeg zadržavanja.

U slučaju događaja s NRKB agensima dodatni problem predstavljaju promjene na mjesta događaja uslijed ulaska snaga za prvi odgovor jer je prvenstvena zadaća zaštita ljudskih života te potreba dekontaminacije osoba ili prostora prije provedbi istražnih radnji jer postupak dekontaminacije može promijeniti fizikalna ili kemijska svojstva materije. Studija koju su izvršili autori Zuidberg, M.C. et al. na pet različitih fizikalnih i kemijskih materijala za dekontaminaciju pokazala je kako dekontaminacija značajno utječe na kvalitetu latentnih otisaka prstiju. Na najmanje 61% otisaka smanjena je količina grebena otiska, a razvoj sa cijanoakrilatom nije bio uspješan. Veću razina uspješnosti zabilježena je kod plinovitih dekontaminanata.[41] To su potvrdili i drugi autori u svojim istraživanjima na otiscima prstiju i stopala.

Kontaminirani prostor možemo podijeliti na tzv. „vruću zonu“ i „ekstremno vruću zonu“.
Vruća zona je prostor, definiran prema NATO, kao zona visokog rizika u koju je ulazak moguć samo uz uporabu zaštitne odjeće i opreme. Ekstremno vruća zona je vruća zona u kojoj čovjek ne može preživjeti pa prema tome niti intervenirati u cilju saniranja katastrofe niti pronalaska materijalnih dokaza. Za tu svrhu danas se razvijaju robotski sustavi.

Neki sustavi prepoznaju i „toplu zonu“ koja je potencijalno opasna i zahtijeva daljnje nošenje zaštitne odjeće i opreme. Prostor se može podijeliti u još dvije zone, „hladnu“ u kojoj nije potrebno nošenje zaštitne odjeće i opreme ali ulazak je slobodan samo snagama prvog odgovora i „zelena“ zona koja služi kao zona za osiguravanje prostora za krizni stožer, opremu, medije i sl.[42]

[41] Zuidberg, Matthijs C., van Woerkom, Tiest, de Bruin, Karla G., Stoel, Reinoud D., De Puit, Marcel: Effects of CBRN Decontaminants in Common use by First Responders on the Recovery of Latent Fingerprints-Assessment of the Loss of Ridge Detail on Glass, Journal of Forensic Science 59(1):61-69, 2014.
[42] NATO: NATO AND TERRORISM Catastrophic Terrorism and First Responders – Threats and Mitigation, Proceedings, Springer, Nizozemska, 2005., str. 79

Kriminalističko istraživanje u NRKB uvjetima osim tradicionalnog dokaznog materijala uključuje i specifične radnje kao što su na primjer šrapneli i ostaci improvizirane eksplozivne naprave, uzorci vegetacije, zemlje ili prašine za radiokemijsku analizu ili karakterizaciju izotopa eksplozivne naprave, uzimanje uzoraka zraka iz prostorije u kojoj je izvršen napad kemijskim agensom ili uzimanje uzoraka tjelesnih tekućina i uzoraka iz okoliša kontaminiranih biološkim agensom. U NKBR događaju sakupljaju se i tradicionalni i specifični dokazni materijal.

Za ovakav tip istraživanja u kojem se osim tradicionalnih prikupljaju i specifični dokazni materijali potrebna je edukacija i obuka. U Republici Hrvatskoj treninzi se organiziraju u suradnji s NBKO bojnom HKoV koja posjeduje znanja i iskustva iz oblasti NKB zaštite, motrenja, izviđanja i dekontaminacije. Ista posjeduje analitičke laboratorije i opremu koja se može koristiti na terenu za vrijeme kriminalističkog istraživanja događaja. Osim navedenih suradnja se može ostvariti s nizom međunarodnih i tuzemnih organizacija.

3.1. Kriminalističko istraživanje pri eksploziji nuklearne bombe ili radiološkog oružja

Radnje i mjere koje se poduzimaju pri kriminalističkom istraživanju ovise o pravnim regulativama svake pojedine zemlje. Međunarodna agencija za atomsku energiju, ITWG[43] i neki autori dali su smjernice za provedbu aktivnosti kriminalističke obrade: prikupljanja dokaza, mjera koje se poduzimaju u tradicionalnim i nuklearnim forenzičkim laboratorijima, zaštite osoba koje prikupljaju i obrađuju kontaminirani materijal. Ovisno o zakonskim aktima zemlje na mjesto događaja u nekim slučajevima se mora pozvati i stručnjak iz područja nuklearne sigurnosti. U Republici Hrvatskoj za to je nadležan Državni zakon za nuklearnu i radiološku sigurnost koji u suradnji s ministarstvom nadležnim za unutarnje poslove donosi niz zakona i propisa iz oblasti nuklearne sigurnosti. Dokazni materijal pronađen na mjestu događaja dijeli se u dvije skupine: nuklearni ili radiološki dokaz i tradicionalni dokaz koji je kontaminiran radioaktivnim materijalom. Preporuka je da osoba koja rukovodi bude stručnjak iz područja nuklearne i radiološke sigurnosti koji će dati točne upute o uporabi zaštitne odjeće i opreme i maksimalnom vremenu zadržavanja u kontaminiranoj odnosno vrućoj zoni, maksimalnim dopuštenim dozama zračenja ovisno o regulativnim propisima i preporukama za udaljenost od izvora zračenja. Svaka ovlaštena osoba koja ulazi u vruću zonu trebala bi imati

[43] Nuclear Forensic International Technical Working Group

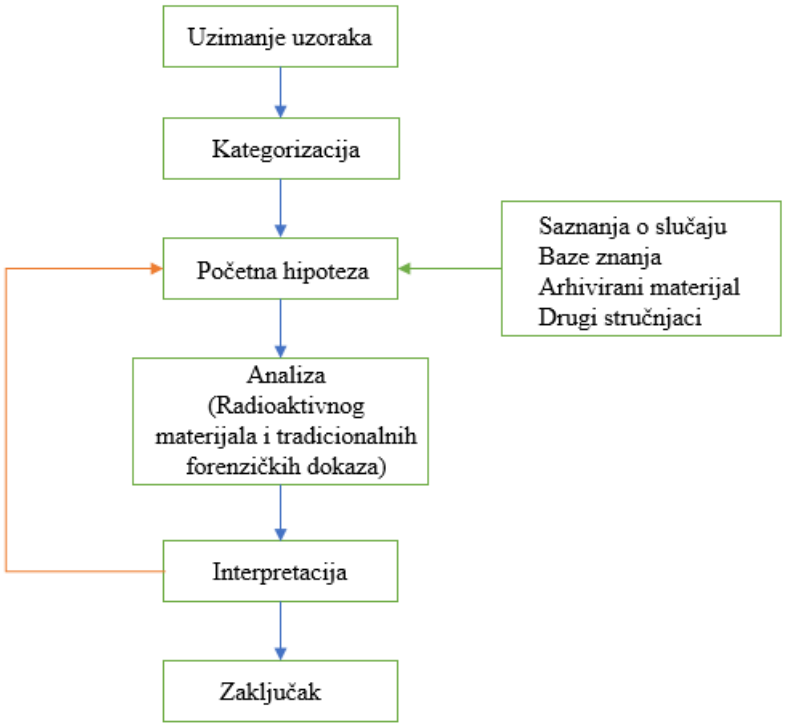
osobni dozimetar koji je podešen prema parametrima maksimalnih dopuštenih doza. Ukoliko nije moguće izmjeriti zračenje na mjestu događaja, zračenje je potrebno izmjeriti na ulazu u vruću zonu. Preporuča se mjerenje zračenje na mjestu događaja prije ulaska kako bi se odredila tzv. „vruće točke“.[44]

Ovo područje počelo se razvijati 1990tih godina i za sada je najrazvijenije područje u smislu prikupljanja i obrade nuklearnog, radiološkog, kemijskog i biološkog dokaznog materijala.

Mjere i radnje koje se poduzimaju u kriminalističkom istraživanje pri eksploziji nuklearne bombe ili radiološkog oružja razlikuju se prema tipu naprave koja je korištena te je li eksplozija uspješno izvršena, a shema mjera i radnji je prikazana na slici 1.

Također, kriminalističko istraživanje možemo podijeliti na prikupljanje dokaznih materijala na mjestu događaja ili pronalaska i laboratorijska ispitivanja materijala. Kao što je već navedeno pri prikupljanju dokaznih materijala na mjestu događaja ili pronalaska imperativ je zaštita ljudskog zdravlja i života. Naravno, potrebno je ispravno prikupiti dokazne materijale u posebne kontejnere, ispravno transportirati i skladištiti dokazni materijal.

[44] ITWG Guideline on evidence collection in a radiological or nuclear contaminated crime scene, 2016., str. 2., dostupno na: http://www.nf-itwg.org/pdfs/ITWG-INFL-EVID.pdf



Slika 1. Shema kriminalističkog istraživanja pri eksploziji nuklearne bombe ili radiološkog oružja (*Izvor: IAEA Nuclear Security Series No.2, Technical Guidance, Nuclear Forensic Support-Reference Manual, Beč, Austria, 2006.)*

Kako bi se osigurala sigurnost mjesta incidenta potrebno je isključiti mogućnost dodatnih eksplozivnih naprava što je moguće skeniranjem portabilnim rendgenskim uređajem. Moguće je izvršiti on-site analizu u cilju kategorizacije suspektnog radioaktivnog materijala gama-spektrometrijom ili detekcijom neutrona. Takve nerazorne metode ispitivanja sačuvat će dokazni materijal. Pri označavanju mjesta događaja preporuča se korištenje sustava kvadratne mreže kako bi se u svakom kvadratu označila očitovanja mjernih uređaja te crtanje dijagrama cijele zahvaćene površine kako bi se označili ostaci dijelova eksplodiranog uređaja, lokaciju radioaktivnog materijala ili drugog dokaznog materijala i odredile granice zone ograničenog pristupa odnosno zona ugroze ili kontaminirana zona. Ulazak u kontaminiranu zonu omogućen je isključivo ovlaštenim osobama.

Kod izvanrednog događaja prvi korak je osiguranje mjesta incidenta na kojem je potrebno minimalizirati radiološku opasnost, postaviti pod kontrolu nuklearni ili radiološki materijal i sačuvati nuklearne i tradicionalne dokaze. Ukoliko je moguće dokazni materijal se prikuplja

prije dekontaminacije. Prikupljanje tradicionalnog dokaznog materijala treba biti provođeno na način da se sačuva integritet nuklearnih dokaznih materijala, i obrnuto. Sav dokazni materijal obvezno je fotografirati prije izuzimanja s mjesta događaja. Za takav način prikupljanja dokaznog materijal bilo bi potrebno oformiti tim u kojem se nalazi stručnjak za nuklearnu forenziku ili specijalist forenzike.

3.1.1. Prikupljanje nuklearnog ili radiološkog dokaznog materijala

Prikupljeni nuklearni ili radiološki dokazni materijal potrebno je spremiti u odgovarajuće kontejnere npr. prašine nisko obogaćenog urana stavljaju se u olovni spremnik. Ukoliko uzorak emitira alfa ili beta zrake moguće ga je spremiti u plastične spremnike, a ukoliko emitira gama ili X zrake potrebno je koristiti olovni spremnik. Spremnik je potrebno izuzeti s mjesta događaja, ali ga je prije izlaska iz zone ugroze potrebno dekontaminirati pazeći pritom da se dokazi sačuvaju. Ukoliko je dokazni materijal raspršen potrebno je što opsežnije prikupiti dokazni materijal, a ukoliko je pomiješan s okolnim materijalom npr. zemljom, travom ili dr. potrebno ga je izdvojiti ukoliko je to moguće. Ako istražitelj nije siguran što je dokazni materijal, a što kontaminacija, treba ipak prikupiti što više dokaznog materijala odnosno što opsežnije.

Za uzimanje uzoraka mogu se koristiti pamučni štapići, aplikatori od celuloze ili ljepljiva traka. Ovisno o mjestu uzimanja uzorka, aplikator ili štapić se spremaju u dvostruku vrećicu ili aluminijski spremnik zaštićenu olovom. Vrećicu ili spremnik je potrebno označiti identifikacijskom oznakom. Neki od alata za uzimanje uzorka su već označeni identifikacijskim oznakama. Uzimanje uzoraka trebale bi raditi najmanje dvije: osoba koja uzima uzorak i asistent koji preuzima dokaz i propisno ga pakira i označava. Oboje bi trebali imati dva sloja rukavica, a osoba koja uzima uzorak trebala bi često mijenjati rukavice kako bi se izbjegla unakrsna kontaminacija prikupljenog uzorka. Uzorak se može izuzimati s jednog mjesta u više uzoraka ili zbirni (kompozitni) uzorak tj. više uzoraka sa različitih područja kontaminirane zone. Preporučljivo je uzimati zbirni uzorak.[45] Osim navedenog, uzorci se mogu prikupiti u plastične vrećice služeći se lopaticom. Ukoliko se uzimaju zbirni uzorci za svaki uzorak potrebno je koristiti novu lopaticu ili očistiti postojeću kako bi se izbjegla unakrsna kontaminacija uzoraka.

[45] IAEA, Sample Collecting Procedure for Swipe Samples, Safeguard Manual, From WP EM1 Rev. 3, IAEA, Beč, Austrija, 2002.

Tekući radioaktivni uzroci mogu se prikupiti u čiste plastične bočice koristeći se pipetom ili špricom za uzimanje uzorka. Također je potrebno paziti da ne dođe do unakrsne kontaminacije uzoraka. Vrlo velike količine vode mogu se prikupljati samo koristeći industrijski usisavač vode koji je potrebno dekontaminirati nakon izvlačenja i spremanja tekućine. Sve bočice moraju biti označene identifikacijskom naljepnicom. Nakon uzimanja uzoraka lopatice, šprice i ostala pomagala kojim su uzorci uzimani potrebno je dekontaminirati ili ukloniti kao radioaktivni otpad.

Ljepljiva traka služi za uzimanje uzorka s površina većih objekta. Za svaki objekt potrebno je uzeti novi aplikator ili traku. Sakupljanje radiološkog ili nuklearnog dokaznog materijala može uništiti tradicionalni dokazni materijal te je odluka osobe koja rukovodi koji dokazi će imati prednost.

3.1.2. Uzimanje tradicionalnih dokaznih materijala u kontaminiranoj zoni

U kontaminiranoj zoni tradicionalni dokazi najčešće su kontaminirani ili su miješani s radioaktivnim materijalom. Obzirom na rad u kontaminiranoj zoni preporuka je da se prvo pregleda kvadratna mreža načinjena pri prikupljanju nuklearnog ili radiološkog dokaznog materijala ukoliko se dokazni materijal skuplja odvojeno u različito vrijeme. Također tim koji radi mora biti na oprezu ukoliko je neki od dokaza premješten ili mu je na neki drugi način smanjena vjerodostojnost. Svi dokazi i radnje moraju se uvesti u zapisnik kao i kod prikupljanja nuklearnog ili radioaktivnog materijala, biti osigurani i zaštićeni do prijevoza.[46]

Dosadašnja istraživanja su pokazala da mnoge vrste tradicionalnih dokaza ostaju prihvatljive za analizu nakon izlaganja visokim dozama zračenja (do 1000Gy[47]). U mnogim slučajevima na takvim dokazima moguće je provesti dekontaminaciju bez narušavanja integriteta dokaznog materijala, međutim treba biti oprezan s izborom dekontaminacijskih metoda. Prikupljanje dokaznog materijala koji nije kontaminiran treba prvo provjeriti na prisustvo radioaktivnosti, a rezultate zapisati u dnevnik rada koji se šalje sa dokaznim materijalom u laboratorij.

[46] IAEA, Sample Collecting Procedure for Swipe Samples, Safeguard Manual, From WP EM1 Rev. 3, IAEA, Beč, Austrija, 2002.
[47] Gy mjerna jedinica apsorbirane doze ionizirajućeg zračenja, izvedena jedini SI; definirana je omjerom džula i kilograma (Gy=J/kg)

Kod uzimanja otisaka prstiju korištenjem praha i četke oba alata moraju biti redovito testirana na prisustvo radioaktivnosti odnosno nakon svakog zaprašivanja potencijalno kontaminirane površine. Ukoliko se očita prisustvo radioaktivnosti na spremniku praha i četki oboje se ne bi trebalo koristi u daljnjem radu već odložiti kao radioaktivni otpad i uzeti novi alat za daljnju obradu. Svaki otisak prsta potrebno je fotografirati. Ukoliko je fotografija otiska dobre kvalitete, a zemlja nema kapacitete za ispitivanje kontaminiranih uzoraka preporuka je da se odignuti otisak ne uzima kao dokazni materijal već samo fotografija.[48]

Prije prepuštanja mjesta incidenta službama koje će izvršiti dekontaminaciju i sanaciju prostora potrebno je još jednom provjeriti jesu li pregledana sva mjesta, provjeriti dokumentaciju, a mjesto događaja trebalo bi fotografirati. Potrebno je prikupiti svu korištenu opremu, po potrebi je dekontaminirati prije izlaska iz zone kontaminacije ili odložiti kao radioaktivni otpad.

3.1.3. Transport dokaznog materijala

Kod transporta dokaznog materijala potrebno je pridati pažnju sigurnosti, zaštiti i očuvanju dokaznog materijala, a odgovorna osoba treba se konzultirati sa stručnjakom za radiološku sigurnost. Većina radioaktivnog dokaznog materijala može se čuvati u spremnicima u koje je sakupljena, međutim primarni spremnici moraju biti pakirani u posebne posude certificirane za prijevoz radioaktivnog materijala koji zadovoljavaju zakonske i sigurnosne uvjete za transport. Potrebno je poduzeti sve mjere opreza kako bi se spriječila unakrsna kontaminacija pri transportu. Spremnike je potrebno označiti posebnom oznakom ovisno o tipu materijala koji se prevozi.

Ovakav materijal prevozi se sukladno procedurama za prijevoz opasnih tvari.

3.1.4. Laboratorijsko istraživanje materijala prikupljenog u kontaminiranoj zoni nuklearnim i radiološkim agensima

Laboratorijsko istraživanje sastoji se od nuklearnih i konvencionalnih metoda. Pri konvencionalnim metodama treba biti oprezan zbog radioaktivnih dokaznih materijala koji se

[48] ITWG Guideline on evidence collection in a radiological or nuclear contaminated crime scene, 2016., dostupno na: http://www.nf-itwg.org/pdfs/ITWG-INFL-EVID.pdf

moraju ispitivati i analizirati na način da se što je više moguće sačuvaju dokazni materijali koji se moguće nalaze na njima kao što su dlake, DNA, ostaci eksploziva i dr.

Ispitivanje radioaktivnog materijala potrebno je vršiti u posebno opremljenim laboratorijima koji imaju dozvole za rad s radioaktivnim materijalom ovisno o njegovom vrsti. Čvrste dokaze treba još jednom snimiti RTG uređajem da bi se razumjela narav dokaznog materijala i uklonila sumnja u postojanje skrivenih eksplozivnih naprava ili druge prijetnje. Kako bi se izvršila ili potvrdila kategorizacija materijala, ukoliko je učinjena na mjestu događaja, koriste se napredne spektrometrijske metode kao što je gama spektrometrija s detektorom visoke rezolucije. Iako je dokaze moguće razdvojiti za analize u različite laboratorije, tradicionalni forenzički laboratorij i laboratorij za nuklearna ispitivanja, preporuča se sve dokaze slati u laboratorij za nuklearna ispitivanja zbog njihove spremnosti za rad s kontaminiranim materijalom.[49]

Preliminarne analize vrše se vizualnom inspekcijom uzorka. Uzorak treba biti fotografiran, međutim ne treba se otvarati dok nisu izvršene nerazorne metode ispitivanja materijala. Uz vizualnu inspekciju moguće je izvršiti geometrijska mjerenja dokaznog materijala kao što su metalna ili keramička kućišta. Za praškaste dokaze provodi se pregled optičkim mikroskopom za grubo povećanje pojedinačnog zrna i određivanje njihove strukture.

Nerazorne metode analize dokaznog materijala potrebno je izvršiti prije razornih (destruktivnih) metoda osobito pri malim količinama ispitivanog uzorka. Nerazorne metode ispitivanja dio su fizikalnih metoda kao što je prikazano u tablici 2. Razorna ispitivanja dijele se u dvije skupine, masena spektrometrija i radiometrijske metode analiza odnosno dio su analiza izotopa i elementarnih/kemijskih analiza.[50]

[49] IAEA Nuclear Security Series No.2, Technical Guidance, Nuclear Forensic Support-Reference Manual, Beč, Austria, 2006., str. 21.-26.
[50] Wallenius, M., Mayer, K., Varga. Z.: Procedures and techniques for nuclear forensics investigation, IAEA Application of nuclear forensics in combating illicit trafficking of nuclear and other radioactive material, Beč, 2014., str. 20.-24.

Tablica 2. Generalno prihvaćen slijed analiza koje se izvode u prvih 24 sata odnosno prve analize, jednog tjedna i dva mjeseca nakon prihvata dokaznog materijala u laboratorij odnosno detaljne analize

Tehnike/metode	24 sata	1 tjedan	2 mjeseca
Radiološke	Procjena ukupne aktivnosti Doza (α, β, γ, n) Površinska kontaminacija		
Fizikalne	Vizualni pregled Radiografske metode Fotografiranje Težina Dimenzije Pregled optičkim mikroskopom Gustoća	Skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM/EDS) Rendgenska difrakcija (XRD)	Transmisijski elektronski mikroskop (TEM)
Tradicionalne forenzičke metode	Otisci, dlake, vlakna, tkivo, DNK, pelud, spore, dokumenti, ostaci eksplozivne naprave, boja, ostali objekti i dr.		
Analiza izotopa	γ spektroskopija α spektroskopija	Masena spektometrija (SIMS, TIMS, ICP-MS)	Radiokemijska separacija
Elementarne/kemijske		Masena spektometrija (ICP-MS) Rendgenska fluorescentna analiza (XRF) Analitičke metode (titracija, IDMS)	Plinska kromatografija-masena spektometrija (GC-MS)

Izvor: IAEA Nuclear Security Series No.2, Technical Guidance, Nuclear Forensic Support-Reference Manual, Beč, Austria, 2006., str. 27.

Pri eksploziji nuklearne bombe radnje i aktivnosti usmjeren su na metodologiju i mjerenja koja se koriste prilikom testiranja nuklearnih bombi i fokusirana su na radiokemijske postupke i ostalu dijagnostiku. Analize bi se provodile na rezidualnim aktinidima[51], fisijskim produktima

[51] Aktinidi – ili aktinoidi su kemijska skupina 14 radioaktivnih elemenata koji se u periodnom sustavu nalaze iza aktinija tj. elementi s atomskim brojem od 90 do 103.

i vrstama aktivacije. Procjena materijala od kojih je bomba izrađena i kako je projektirana, vrsta, mjesta udara i ostale karakteristike moguće su s odgovarajućim anorganskim i radiokemijskim analizama nakon njihova obavljanja. Zbog jačine eksplozije i djelovanja nuklearne bombe teško je očekivati da bi se osim navedenog pronašli i ostali dokazi, osobito oni koji pripadaju počinitelju.[52]

Pri eksploziji radiološke naprave koristile bi se tradicionalne metode radiokemije u kombinaciji s konvencionalnim radnjama kriminalističkog istraživanja. U tom slučaju testirali bi se ostaci visoko eksplozivne naprave koja je korištena te ostali potencijalni dokazni materijali kao što su boja, vlakna, drugi korišteni materijali . itd. Također u tom slučaju prikupljali bi se i testirali dokazni materijali koji pripadaju potencijalnom počinitelju kao što su latentni otisci, dlake, DNA i drugo.

Kosa je generalno otporna na degradaciju pri izloženosti alfa zračenju s izuzetkom bojane kose koja pokazuje znakove degradacije pri dozama većim od 50kGy. Kemijske strukture ispitivanih vlakana širokog raspona tipova i boja pokazale su otpornost na degradaciju kod alfa zračenja. Određeni nivo degradacije zabilježen je kod nekih boja te se preporuča pažnja kod interpretacije rezultata svojstava boje.

Dekontaminaciju tradicionalnog dokaznog materijala trebalo bi izvršiti prije njihove analize u tradicionalnim forenzičnim laboratorijima ali odluka o dekontaminaciji zahtijeva procjenu rizika. Ovi rezultati prikazani su samo za materijale koji su izloženi alfa zračenju te je potrebno provesti dodatne eksperimente.[53]

Kriminalističko istraživanje neeksplodirane naprave dati će više informacija. Pri neeksplodiranim napravama obje vrste vršila bi se ispitivanja radioaktivnih materijala slično kao i kod eksplodiranih naprava. Provodile bi se analize na rezidualnim aktinidima i njihovim izotopima kako bi se procijenila potencijalna prijetnja. U nekim slučajevima aktivacijom neutronima, ukoliko materijal sadrži Pu, može se doći do podataka o proteku vremena od

[52] IAEA Nuclear Security Series No.2, Technical Guidance, Nuclear Forensic Support-Reference Manual, Beč, Austria, 2006.
[53] Evans, T., Colella, M.: Exploiting critical evidence contaminated with alpha emitting radionuclides, IAEA Application of nuclear forensics in combating illicit trafficking of nuclear and other radioactive material, Beč, 2014., str. 15.-19.

sastavljanja oružja. Fisijski materijali mogu biti indikatori za metode separacije koje su korištene pri dobivanju materijala.

Ukoliko je istraživanje provedeno prije detonacije nuklearne bombe vjerojatnost je pronalaska dokaznih materijala protiv počinitelja. U tom slučaju za istraživanje nuklearne bombe također bi se koristile radiokemijske metode za istraživanje dizajna, materijala od kojih je bomba izrađena, nečistoće materijala, gustoća materijala, elemenata legure, upaljač bombe, moguće komponente pojačivača eksplozije i dr. Pri prikupljanju tih podataka moguće je izvršiti računalnu simulaciju eksplozije i njezina utjecaja.

Pri ispitivanu radioaktivnog materijala istražitelji moraju odgovoriti na nekoliko pitanja: Što je materijal? Odakle je (podrijetlo)? Ima li na mjestu podrijetla još istoga materijala? Koji mu je put dolaska? Tko je sve uključen?

Pri ispitivanju nuklearnog materijala za direktnu uporabu moguće je doći do informacija o izvoru materijala, vrsti metoda sinteze koje su vršene na materijalu i mogućim specifičnim procedurama. Kada se u ispitivanje uključe i ostali tragovi moguće je doći do odgovora o ruti odnosno na koji način je materijal pribavljen. Ispitivani materijal daje odgovor o svom identitetu, kvaliteti, podrijetlu, dolazi li iz legitimnog izvora, utvrđivanje vremena kada je materijal izgubljen/ukraden iz legalnog izvora i potencijal za pribavljanje materijala iz istog izvora. Prirodne varijacije izotopnih kompozicija elementa mogu dati tragove geografskog podrijetla materijala. Podaci o geografskoj lokaciji mogu se prikupiti putem vode koja služi kao otapalo urana tijekom procesa. Iz vode se određuje izotop kisika čije prisustvo ovisi o prosječnoj godišnjoj temperaturi, prosječnoj udaljenosti od oceana i geografskoj visini. Metode masene spektrometrije pokazuju različite rezultate između ispitivanog oksida urana UO_2 procesiranog na različitim lokacijama. Kemijske nečistoće u prirodnom uranu mogu pokazati geografsko podrijetlo rude.[54]

Daljnja istraživanja ruta i geolokacije materijala domena su kriminalističkog istraživanja policijskih službenika. Pri ispitivanju rute i geolokacije dolazi se do podataka o putevima krijumčarenja nakon gubitka materijala iz legitimnog izvora, crnom tržištu, učestalosti

[54] Mayer. Klaus, Wallenius, Maria, Ray, Ian: Nuclear forensic-a method providing clues on the origin of illicitly trafficked nuclear materials, The Analyst, 2005., 130(4):433-41.

isporuka, identitetima osoba koje se bave ilegalnom trgovinom, mogućnosti ilegalne trgovine velikih količina materijala i podaci o krajnjim korisnicima.[55]

Svaki nuklearni ili radioaktivni materijal posjeduje određene karakteristike koje mu daju tzv. „potpis". Specifične karakteristike materijala olakšavaju identifikaciju procesa kroz koje je radioaktivni materijal prošao i potencijalne lokacije. Specifične karakteristike uključuju fizikalne, kemijske elementarne i izotopne karakteristike. Fizikalne karakteristike materijala uključuju sastav, veličinu i oblik čvrstog objekta ili veličinu čestica radioaktivne prašine. Tako veličina prašine uranijeva oksida pokazuje tijek procesa pretvaranja urana. Kemijska svojstva materijala uključuju točnu kemijsku strukturu ili jedinstveno povezivanje molekularnih komponenti. Na primjer uranij tvori mnoge okside UO_2, U_3O_8, UO_3 koji se pojavljuju u raznim vremenskim dijelovima gorivog procesa. Elementarne karakteristike određuju elemente koji se nalaze u materijalu (glavni, dodatni i elementi u tragovima). Dodatni elementi mogu pomoći pri definiranju funkcije materijala (galij služi kao stabilizator plutonija), a elementi u tragovima mogu biti indikatori procesa (Ca, Mg ili Cl kao ostaci vodenog hlađenja). Međutim u nekim slučajevima interpretacija rezultata je na osobi koja analizira dokazni materijal npr. u slučaju kada mora odlučiti je li detektirani Fe ili Cr karakteristika materijala ili kontaminacija materijala lopaticom kojom se dokazni materijal prikupljao na mjestu događaja. Izotopne karakteristike detektiraju je li materijal prošao reakciju fisije što je indikator da je materijal bio u nuklearnom reaktoru, a služi i kao identifikator tipa reaktora i operativnih procesa kroz koji je materijal prolazio tijekom svog životnog vijeka.[56]

3.1.5. Uloga policije pri krađi, sabotaži, krijumčarenju i izvanrednom događaju s radioaktivnim materijalom

Sukladno čl. 40. pravilnika o nuklearnom osiguranju u slučaju krađe, gubitka, oštećenja, neovlaštenog pristupa ili neovlaštenog prijevoza radioaktivnih izvora, radioaktivnog otpada ili nuklearnog materijala, ili bilo koje druge nepredviđene radnje, nositelj odobrenja obavezan je odmah o tome obavijestiti policiju, Državni zavod za radiološku i nuklearnu sigurnost i operativno-komunikacijski centar središnjeg tijela državne uprave nadležnog za poslove civilne zaštite. Obavijest mora sadržavati sve bitne informacije o okolnostima povrede mjera

[55] Moody, Kenton J… et al., op. cit., str. 19.
[56] IAEA Nuclear Security Series No.2, Technical Guidance, Nuclear Forensic Support-Reference Manual, Beč, Austria, 2006., str. 29.-30.

nuklearnog osiguranja, kao i podatke o poduzetim ili predloženim koracima s ciljem ponovne uspostave mjera nuklearnog osiguranja. Ako je radioaktivni izvor, radioaktivni otpad ili nuklearni materijal ukraden ili izgubljen, obavijest mora sadržavati i sve druge podatke koji bi mogli pomoći pri pronalaženju radioaktivnog izvora, radioaktivnog otpada ili nuklearnog materijala. Prema čl. 42. ukoliko nositelj odobrenja ili prijevoznik sumnja u ponašanje izloženog radnika ili neke druge osobe, a sumnja da bi oni mogli ugroziti nuklearno osiguranje radioaktivnih izvora ili neposrednog okoliša, odgovorna osoba dužna je odmah o tome izvijestiti policiju te nakon toga podnijeti izvješće o događaju i poduzetim mjerama policiji i Zavod. Za sprečavanje sabotaže nuklearnih objekata potrebno je izraditi Plan nuklearnog osiguranja koji odobrava ministarstvo nadležno za unutarnje poslove. Tijela državne uprave nadležna za unutarnje poslove, poslove obrane i nacionalne sigurnosti temeljem propisa koji uređuju policijske poslove i sigurnosno-obavještajni sustav u Republici Hrvatskoj izrađuju dokument Procjena prijetnje koji između ostalog sadrži:

1. izjavu o općoj sigurnosnoj situaciji na lokalnoj, regionalnoj, nacionalnoj i međunarodnoj razini
2. informacije o nezakonitim aktivnostima u vezi s radioaktivnim izvorima, nuklearnim materijalom i radioaktivnim otpadom tijekom razdoblja koje se smatra značajnim
3. informacije o terorističkim aktivnostima na lokalnoj, regionalnoj i međunarodnoj razini tijekom razdoblja koje se smatra značajnim
4. informacije o aktivnostima drugih počinitelja koje bi mogle utjecati na nuklearno osiguranje i informacije o mogućim prijetnjama temeljem suradnje unutarnjeg počinitelja
5. informacije o potencijalnim vrstama napada. [57]

Sukladno čl. 22. zakona o radiološkoj i nuklearnoj sigurnosti nadzor prilikom uvoza ili izvoza materijala za koji postoji opravdana sumnja da je onečišćen radionuklidima ili sadrži radioaktivne izvore obavlja granična policija i Carinska uprava Ministarstva financija u suradnji sa Zavodom.[58]

Sukladno pravilniku o načinu i postupku nadzora prilikom uvoza ili izvoza materijala za koji postoji opravdana sumnja da je onečišćen radionuklidima ili sadrži radioaktivne izvore carinski službenik, službenik granične policije ili granični sanitarni inspektor u slučaju opravdane sumnje obvezan je prije poduzimanja drugih radnji, izdvojiti prijevozno sredstvo, osobu,

[57] Pravilnik o nuklearnom osiguranju, Narodne novine, br. 38/18
[58] Zakon o radiološkoj i nuklearnoj sigurnosti, Narodne novine, br. 141/13, 39/15, 130/17

odnosno pošiljku i neovlaštenim osobama spriječiti pristup na udaljenosti na kojoj razina zračenja ne prelazi 10Sv/h. Ako granični prijelaz nije opremljen mjernom opremom, a opravdana sumnja je utvrđena na drugi način, službenik na granici obvezan je prijevozno sredstvo, odnosno osobu izdvojiti i neovlaštenim osobama spriječiti pristup na udaljenost od najmanje 10 metara, odnosno pošiljku smjestiti u prostor namijenjen čuvanju opasnih tvari. Bez odlaganja putem službe 112 obvezan je obavijestiti Državni zavod za zaštitu od zračenja o utvrđenoj sumnji i poduzetim mjerama.[59]

U slučaju izvanrednog događaja sukladno uredbi o mjerama zaštite od ionizirajućeg zračenja te postupanjima u slučaju izvanrednog događaja, a na prijedlog Zavoda, tijela državne uprave nadležnog za unutarnje poslove i tijela državne uprave nadležnog za financije s nadležnim inspekcijskim službama primjenjuju rane mjere zaštite odnosno pojačani nadzor prekograničnog prometa ljudi i roba.[60]

3.2. Kriminalističko istraživanje pri bojnim otrovima i otrovnim kemikalijama

Kriminalističko istraživanje bojnih otrova, toksičnih kemikalija i njihovih prekursora ovisi o mjestu događaja te fizikalno-kemijskim svojstvima korištenog agensa. Prvenstveno, kao i kod napada nuklearnim i radiološkim oružjem, imperativ je zaštititi i spasiti ljudske živote. Kako suvremeni bojni otrovi nemaju mirisa ni boje u početku se napad može prepoznati samo po simptomima osoba koje su otrovane. Međutim, ukoliko su koncentracije manje, kao što je bio slučaj kod trovanja bivšeg pukovnika ruske vojne obavještajne službe Sergeja Skripalja i njegove kćeri Julije u ožujku 2018., napad nije moguće otkriti odmah. Posljedično osobe koje se prve nađu na mjestu događaja, mogu također biti kontaminirane. Sergej i Julija Skripalj pronađeni su u besvjesnom stanju na klupi u britanskom gradiću Salisbury. Policajac Nick Bailey koji je prvi došao na mjesto događaja i pozvao Hitnu pomoć kasnije je s istim simptomima zaprimljen u bolnicu. U travnju 2018. godine Organizacija za zabranu kemijskog oružja (OPCW) potvrdila je britanske navode kako je u napadu korišten živčani bojni otrov novičok. Kasnije je utvrđeno da je policajac Bailey došao u dodir s bojnim otrovom pri posjetu kuće Sergeja Skripalja kada je primio za kvaku kućnih vrata na kojoj je bila najveća koncentracija agensa. Iako je nosio rukavice iste ga nisu zaštitile.

[59] Pravilnik o načinu i postupku nadzora prilikom uvoza ili izvoza materijala za koji postoji opravdana sumnja da je onečišćen radionuklidima ili sadrži radioaktivne izvore, Narodne novine, br. 114/07
[60] Uredba o mjerama zaštite od ionizirajućeg zračenja te postupanjima u slučaju izvanrednog događaja, Narodne novine, br. 24/18

Za napad u Matsumotu članovi sekte Aum Shinrikyo izradili su uređaj sa sprej dozom koja je širila bojni otrov u obliku aerosola. Uređaj je izrađen od dijelova iz kamiona hladnjače, a sadržavao je posudu za grijanje i ventilator. U napadu u željeznici sarin je umetnut u staklene boce koje su počinitelji unijeli u vagone u plastičnim vrećicama te su ih u određenom trenutku razbili metalnim vrhom kišobrana kako bi se sarin proširio.[61] Nakon napada sarinom u japanskoj podzemnoj željeznici japanske vlasti mobilizirale su preko 2000 policijskih službenika u cilju istrage napada sarinom i sekte Aum Shinrikyo. Dana 22. ožujka 1995., dva dana nakon napada, izvršena je racija na komunu sekte, urede, komplekse i dr. gdje je pronađeno oružje i kemikalije spremne za veponizaciju, a do kraja travnja imali su dovoljno dokaza za uhićenje članova. Racija je izvršena sa zaštitnom opremom i sredstvima.[62]

Kao i kod nuklearne i radiološke kontaminacije obvezno je nošenje zaštitne odjeće i opreme te osiguranje kontaminirane zone. Osobe koje su zadužene za osiguranje kontaminirane zone također moraju nositi zaštitno odijelo i opremu. Prije ulaska u zonu ugroze obvezno je izvršiti detekciju dostupnim detektorima. Za sada ne postoje in-situ detektori koji u zraku mogu otkriti male količine otrovne kemikalije. Problem s vojnim detektorima je što nisu prilagođeni toksičnim industrijskim kemikalijama već detektiraju samo kemikalije koje se koriste u vojne svrhe. Neki detektori mogu otkriti klasu kemikalije npr. otkriti da se radi o organofosfatima, ali to ne daje informaciju o koncentraciji ispuštene kemikalije.

Pri kriminalističkom istraživanju prikupljaju se dokazi i uzorci kemijskog agensa kao i tradicionalni kriminalistički dokazi.

Kada se radi o trovanju jedne osobe potrebno je izvršiti kriminalističko istraživanje u cilju određivanja kretanja otrovane osobe. Kada se utvrdi kretanje potrebno je osigurati sve lokacije te prikupiti dokazni materijal.

Pri otkrivanju veće koncentracije kemijskog agensa prikupljanje kemijskog dokaznog materijala vrši se na mjestu ili u neposrednoj blizini mjesta za koje sumnja da je mjesto počinjenja napada. Ukoliko se radi o eksplozivnoj napravi tada je to mjesto eksplozije.

[61] Dr. Seto, op. cit.
[62] Pangi, Robyn: Consequence Management in the 1995 Sarin Attacks on the Japanese Subway System, BCSIA Discussion Paper 2002-4, ESDP Discussion Paper ESDP-2002-01, John F. Kennedy School of Government, Harvard University, 2002., str. 32-33.

3.2.1. Uzimanje uzoraka zraka, tla, vode i bilja za analizu prisutnosti kemijskog agensa

Za uzorkovanje mogu se koristiti vojne metode uzimanja uzorka s mjesta događaja. Protokoli za uzimanje uzoraka dani su u Konvenciji o zabrani kemijskog oružja (CWC) i mogu zadovoljiti zahtjeve kriminalističkog istraživanja. Osobe koje uzimanju uzorak trebale bi biti odgovarajuće educirane, obučene i opremljene za uzimanje uzorka. Treninge za kriminalističko istraživanje redovito održava OPCW za zainteresirane zemlje članice. Bez obzira je li dokazana prisutnost in-situ detektorima, papirićima ili indikatorskim cjevčicama obvezno je uzimanje uzorka za laboratorijsku analizu. Uzorci se trebaju uzeti što prije jer protekom vremena može doći do nestanka originalnih ili razgradnih produkata. Također uzorci bi se trebali uzimati prije dekontaminacije jer dekontaminacija može promijeniti kemijska svojstva kemijskih agensa. Pri uzimanju uzorka trebalo bi obratiti pažnju da se uzme što više samog uzorka, a što manje okolne materije. Kako bi se uzorak uzeo u što kraćem roku potrebno je pripremiti plan rada, opremu, način uzimanja uzoraka te proučiti mjesto događaja da bi se smanjilo vrijeme zadržavanja u kontaminiranoj zoni. Uzorci u okolišu sumnjivi na prisutnost kemijskog agensa uzimaju se sa zidova, vrata, stjenki vozila i drugih predmeta i umotavaju se u papir ili pamučnu tkaninu te polažu u odgovarajuće posude. Uzorci se moraju prikupljati u odgovarajuće posude. Uzorci vegetacije uzimaju se sa površine ukoliko je prošlo kratko vrijeme od događaja ili iz dubljih dijelova tla ukoliko je prošlo neko vrijeme. Male životinje mogu se uzeti u cijelosti dok se kod velikih životinja mogu uzeti organi koji metaboliziraju otrove ili u kojima se otrovi zadržavaju kao što su jetra, mozak, stomak ili krv.

Uzorke vode treba uzimati što bliže izvoru, a uzorci iz rijeka i jezera moraju biti u količini od najmanje jedne litre. Uzorci kišnice spremaju se u staklene boce, a potrebno je najmanje četiri litre. Ukoliko je moguće, uzorak se treba podesiti na slabo kiselo stanje u cilju sprečavanja hidrolize.

Uzorak zraka uzima se radi određivanja spojeva aerosola, plina ili pare koji se u njemu mogu nalaziti. Uzorak aerosola uzimaju se pomoću membranskih ili vlaknastih filtera kroz koji se propuhuje zrak. Izravno uzorkovanje, uzorkovanje s impingerom, pothlađivanjem, adsorpcijom na aktivnom ugljenu ili drugim adsorbensima vrši se za uzorkovanje plinova i para iz zraka.

Uzorci iz tla moraju se uzimati u dobro hermetički zatvorene boce. Iz zemlje je potrebno uzeti minimalno 50g zbirnog uzorka odnosno uzorka sa nekoliko mjesta, a boca treba biti volumena 100ml, s grlom i navojem. Uzorci zemlje i pijeska uzimaju se s dubine 1-2cm, a ukoliko su atmosferske prilike snijeg ili kiša te je došlo do prodora u niže slojeve tla uzorak se uzima s dubine 5-15cm. Svaki uzeti uzorak potrebno je odgovarajuće označiti. Po zatvaranju bocu istu je potrebno dobro oprati alkalnom otopinom i brtviti ljepljivom trakom. Boca se zatim sprema u plastičnu torbu koja se umeće u spremnik koji hladi. Uzorke je potrebno što prije analizirati u laboratoriju ili skladištiti u frižiderima. Obvezno se uzima tzv. slijepa proba te uzorci s materijala koji se koriste za uzorkovanje prije unosa u kontaminiranu zonu. Ti uzorci trebaju biti označeni kao primjerci, pravilno zapakirani i ne smiju se unositi u kontaminiranu zonu.

Uzorci hrane uzimaju se na mjestu za koje se sumnja da je najviše kontaminirano što se utvrđuje detektorom (ručnim sa cjevčicama ili automatskim). Iz zrnate hrane ili brašna uzorak se uzima u sloju debljine do 10cm. Kod povrća, kruha i tjestenine uzimaju se sa strane koja je sumnjiva na kontaminaciju. Sir, meso i prerađevine uzimaju se u sloju od 1-2cm. Tekuće namirnice potrebno je promiješati, a uzorak se uzima s površine. S uzorcima se uzimaju i dijelovi ambalaže. Uzorci se pakiraju u plastičnu ambalažu (posude, boce i vrećice) koja se brtvi ljepljivom trakom.[63]

Oprema za uzimanje uzoraka mora obvezno biti sterilna što treba biti potvrđeno certifikatom. Nakon uzimanja uzoraka svu opremu kojom su uzorci uzimani obvezno je dekontaminirati, a onu koja to nije moguća, kao npr. kistovi, pravilno odložiti i uzeti novo. Kistovi trebaju biti izrađeni od inertnog materijala. Tijekom uzimanja uzoraka svu opremu koja se koristi nekoliko puta potrebno je dekontaminirati prije svakog novog uzimanja, a svaki proces dekontaminacije notirati. Nakon dekontaminacije preko opreme polijeva se destilirana voda koja se uzima kao slijepi uzorak kako bi se dokazalo da oprema nije bila kontaminirana tijekom uzimanja uzorka. Potrebno je obratiti pozornost na materijale za uzimanje uzoraka jer npr. sintetički jastučići gaze kojim se uzimaju uzorci s površina mogu biti proizvedeni u tvornici koja primjenjuje industrijske kemikalije.[64]

[63] Bokan, Slavko… et al., op. cit., str. 553.-557.
[64] Drielak, Steven C.: Hot zone forensics: chemical, biological, and radiological evidence collection, Charles C Thomas Publisher Ltd., SAD, 2004., str 38., 69., 102.

Ovisno o vrsti uzorci se pakiraju u ambalažu koja može biti plastične posude, vrećice, epruvete i boce. Ambalaža također mora biti sterilna i pripremljena unaprijed. Potrebno je spriječiti razvoj mikroorganizama na ambalaži jer neki mikroorganizmi proizvode svoje toksine. To je osobito važno ukoliko se radi o prikupljenom materijalu u kojem se analiziraju kemikalije u tragovima.[65] Materijal u koji se uzorak pakira ne smije reagirati s uzorkom ili propuštati pa tako npr. plastični materijal nije dobar za živčane bojne otrove dok neki druge kemikalije mogu reagirati s esterima ftalata ili drugim ugljikovodicima iz plastike ili plastika može ispuštati svoje sastojke unutar kontaminiranog uzorka čime se dovodi do unakrsne kontaminacije. Obvezno je na uzorku napisati dan, sat i mjesto uzimanja, a preporučljivo je dokument s podacima o uzorku i uzorak spremiti zajedno u zasebnu plastičnu vrećicu. Ambalažu, u koju se spremaju pakirani uzorci, potrebno je prije prijevoza i tijekom prijevoza podvrći detekciji na prisustvo kontaminacije. Za prijevoz uzoraka u bocama najbolja je drvena ambalaža u koju se oko boca nasipa drveni ugljen ili infuzorijska zemlja. Drvene sanduke potrebno je čuvati pri niskim temperaturama (suhi led) i na tamnom mjestu te minimizirati doticaj sa zrakom. Na svakom uzorku treba upisati što više podataka o uzorku, mjestu prikupljanja, vremenskim prilikama, sredstvima za uzorkovanje koja trebaju biti unaprijed označena, a ako se radi o biljkama ili životinjama, vrsti, te o metodi prikupljanja, rezultatima provedenih testiranja na mjestu skupljanja i osobi koja je uzorak prikupila.[66] Kao i kod uzimanja uzoraka u nuklearnim i radiološkim događajima, uzorke trebaju uzimati najmanje dvije osobe. Pri sakupljanju uzoraka potrebno je nositi rukavice koje se nose iznad zaštitnih rukavica i mijenjaju se nakon uzimanja uzoraka sa svake točke. Rukavice moraju biti bez pudera, jer puder sadrži kukuruzni škrob, i proizvedene bez korištenja lubrikanta, jer kemijski elementi u tragovima i ostaci materijala od procesa proizvodnje mogu utjecati na kvalitetu laboratorijske analize.[67] Osobe koje uzimaju uzorak ne bi smjele koristiti kolonjsku vodu, repelente, parfeme, jake sapune, medicinske kreme i sl. jer miomirisi tih proizvoda isparavaju i mogu se adsorbirati na filterima. Osobe ne bi smjele pušiti niti se uzorak uzimati u blizini ispuha vozila jer dimovi interferiraju s uzorcima uzetim iz zraka.[68]

Tradicionalni kriminalistički dokazi uzimaju se uz iste mjere i radnje kao i kod nuklearnih i radioloških dokaza, s dodatnim oprezom jer kemikalije mogu interferirati s dokaznim materijalom.

[65] Ibid, str 69.
[66] Bokan, Slavko… et al., op. cit., str. 557-558.
[67] Drielak, S.C., Op.cit., str. 73.
[68] Bokan, Slavko… et al., op. cit., str. 552.

3.2.2. Laboratorijsko istraživanje materijala prikupljenog u kontaminiranoj zoni kemijskim agensima

Primjerci uzoraka moraju biti odmah poslani na analizu u laboratorij kako bi se dokazalo odsustvo druge kemikalije.

Tijekom otvaranja ambalaže potreban je oprez zbog para koje se mogu formirati zbog isparavanja uzetog uzorka. Prije otvaranja i pripreme uzorka za analizu rade se preliminarni testovi što se čini od slučaja do slučaja. Prvenstveno se može obaviti HRGC-MS[69] da bi se utvrdilo prisustvo isparenog spoja. Uzorke vode preliminarno se može analizirati izravnom enzimatskom ili tekućinskom kromatografskom tehnikom.

Uzorci se moraju pripremiti za instrumentalne analize u laboratorijima. Filtriranje uzorka vode treba obaviti unutar osam sati nakon uzimanja uzorka.

Laboratorijsko ispitivanje uzoraka vrši se na dijelu uzorka dok se ostatak mora skladištiti na niskoj temperaturi ispod 30°C. Uzorak prolazi kroz četiri pretretmana: homogenizaciju, ekstrakciju, prečišćavanje i koncentriranje. Otapala koja se koriste pri uzorcima iz tla moraju imati veliku ekstrakcijsku moć prema fidrofilnim i liofilnim spojevima i biti selektivna. Za tu namjenu mogu se koristiti aceton, diklormetan i etiacetat. Kod ekstrakcije otrova iz vode koristi se smola odnosno voda se filtrira kroz smolu vakuum pumpom.

U centralom laboratoriju za ispitivanje uzoraka moguće je koristiti više metoda. Od fizikalnih metoda prema potrebi koriste se elektronska mikroskopija i toksikološka analiza. Plinska kromatografija pogodna je za isparljive spojeve i koristi se za detekciju spojeva koji sadrže specifične atome (fosfor, dušik, sumpor i halogeni). Odvojeni spojevi detektiraju se pomoću raznih detektora (FID, ATD ili ECD). Masena spektometrija služi za identifikaciju poznatih spojeva i utvrđivanje strukture nepoznatih spojeva, dok se ultraljubičastom spektometrijom analiziraju poznati spojevi. NMR tehnika kao i masena spektometrija služi za identifikaciju poznatih spojeva i utvrđivanje strukture nepoznatih spojeva prisutnih u čistoj formi ili jednostavnoj smjesi. IR spektometrija koristi se za identifikaciju nepoznatih spojeva kad su u čistoj smjesi ili kao binarne ili ternarne smjese. Enzimatska analiza upotrebljava se za provjeru,

[69] Visoko rezolucijska plinska kromatografija-masena spektometrija

preliminarnu identifikaciju i predfrakcioniranje potencijalnih inhibitora. Temeljena je na fiziološkoj aktivnosti spojeva te daje i informacije o toksičnosti uzorka.

Preliminarne analize i pretretman mogu se vršiti u pokretnom laboratoriju na terenu kao što je slučaj u vojnoj strukturi.[70]

Postoji mogućnost da su tradicionalni kriminalistički dokazi degradirali ili uništeni uslijed djelovanja kemikalija te je teško ili nemoguće provesti laboratorijske analize. Ukoliko se vrši dekontaminacija dokaznog materijala prije analize postoji mogućnost daljnje degradacije ili uništenja. Ukoliko se dokazni materijal ne dekontaminira potrebno je paziti na kemijska svojstva korištenog agensa odnosno mogućnost njegove reakcije s kemikalijama koje se koriste u laboratorijskom istraživanju.

3.3. Kriminalističko istraživanje pri biološkim i toksinskim agensima

Kriminalističko istraživanje bioloških i toksinskih agensa razlikuje se od ostalih zbog vremenskog protoka od napada i pojave prvih simptoma. Kod bioloških agensa do pojave prvih simptoma dolazi za 24 sata i dulje, dok je kod toksinskih agensa nešto kraće i mjeri se u satima. Iz tog razloga, ukoliko nije korištena eksplozivna naprava, mjesto događaja je teže odrediti. U slučaju kada je prošlo nekoliko dana od napada, jer su tek tada primijećeni potencijalni znakovi napada, bit će potrebno ispitati svjedoke, koji su u ovom slučaju zaražene osobe ili njihove obitelji, kako bi se utvrdilo vremensko i prostorno kretanje i potencijalno mjesto napada. Tek tada se pristupa osiguranju mjesta događaja i prikupljanju dokaznog materijala.

Primarni ciljevi kriminalističkog istraživanja biološke prijetnje su zaštita zdravlja i sigurnosti stanovništva, prevencija potencijalnog napada, prikupljanje dokaznog materijala, uzimanje izjava svjedoka, identifikacija, uhićenje i krivični postupak te zaštita osoblja. Pri biološkoj prijetnji potrebna je suradnja policije i zdravstvenog sustava.

Obzirom da korišteni agens nije poznat prije detekcije pri osiguranju i pristupanju mjestu događaja obvezno je nošenje zaštitne odjeće i opreme jer neki mikroorganizmi mogu preživjeti dulje vrijeme bez domaćina kao što su npr. spore antraksa ili bakterije koje se recimo nalaze u

[70] Ibid., str. 552.-562.

ventilacijskom uređaju u prisustvu vlage koja pogoduje njihovu razmnožavanju. Međutim drugi, kao što su toksini, mogu biti inaktivirani u roku od 12 sati ili manje ukoliko su izloženi sunčevoj svjetlosti, UV zračenju i toplini te u tom slučaju neće biti moguće prikupljanje toksinskog dokaznog materijala.

Otkrivanje (detekcija) i prepoznavanje (identifikacija) biološkog napada u kratkom vremenu zahtjevan je posao jer se osim korištenog mikroorganizma u kontaminiranom prostoru nalaze i mikroorganizmi različitih vrsta, nepatogene i organske tvari koji prirodno obitavaju u toj okolini. Detekciju biološkog agensa sačinjava nespecifično otkrivanje porasta sadržaja mikroorganizama, a može je otežati ukoliko je mikroorganizam laboratorijski izmijenjen ili su korištena dva ili više različitih agensa. Danas postoje detektori koji u kratkom roku mogu otkriti biološke i toksinske agense, a manjkavost im je što su rađeni za vojne svrhe i ograničeni samo na najopasnije agense kao to su uzročnici antraksa, kuge ili vojnih toksina. Također detektori su senzibilizirani na koncentraciju biološkog aerosola u zraku. U zraku postoji najmanja moguća koncentracija koja može biti detektirana ali i manja koncentracija agensa u zraku može predstavljati prijetnju od zaraze.[71]

Detektiranje toksinskih agensa još je veći izazov jer se najčešće koriste u obliku aerosola koji lebdi u zraku, a kasnije se taloži na tlo. Za uspješnu detekciju u zraku bi se trebali detektirati u nekoliko minuta, a detektori bi morali imati mogućnost specifične imunološke analize za otkrivanje svakoj pojedinog toksina i mogućnost razlikovanja toksina od ostalih organskih lebdećih tvari. Detektor bi u tom slučaju morao biti na mjestu gdje se očekuje širenje toksinskog oblaka što je nemoguće u slučaju terorističkog napada.[72]

Biološki i toksinski dokazni materijal prikuplja se iz zraka, tla, vode, hrane ili kože izloženih osoba. Postoje preklapanja između epidemiološkog i kriminalističkog istraživanja. Tijekom istraživanja u Sverdlovsku, Rusija, gdje je iz tvornice gdje se proizvodilo biološko oružje, slučajno ispušten antraks epidemiolozi su vršili mapiranje zaraženih osoba u pojasu od 4 km. Uz navedeno u obzir su uzeti podaci o smjeru vjetra i strujanja zraka te je utvrđena zona kontaminacije.[73]

[71]Ibid., str. 994.-995.
[72] Ibid., str. 963.
[73] Drielak, S.C., Op.cit., str. 176-180.

Oprema koja se koristi za prikupljanje biološkog i toksinskog dokaznog materijala mora biti potpuno sterilna. Osobe koje prikupljaju dokazni materijal moraju obvezno preko zaštitnih rukavica nositi rukavice koje, kao i kod prikupljanja kemijskog dokaznog materijala, trebaju biti bez pudera.[74] Dokazni materijal mora se prikupljati prije dekontaminacije jer dekontaminanti mogu uvelike utjecati na kvalitetu dokaznog materijala.

Biološki i toksinki dokazni materijal prikuplja se na mjestu događaja i u prostorima u kojima je proizveden[75]. O tome ovise metode prikupljanja kao i mediji sa kojih se dokazni materijal prikuplja. npr. u prostorima gdje se proizvode mikroorganizmi najčešće će biti u tekućinama ili smjesama za raspršivanje.

Iz vode uzorci se uzimaju u bočice, a najčešće uzima se najmanje 100 ml tekućine, osim u slučajevima kada ta količina nije dostupna te se može uzeti 40 ml. Preporuka je puniti 90% bočice. Kao i kod kemijskih uzoraka treba uzeti najmanje dva uzorka kada je to moguće. Iz vode uzorci se uzimaju na različitim dubinama. Iz rijeka ili jezera vodu je moguće uzeti ručno pri čemu osoba koja unosi bočicu u vodu mora imati zaštitnu rukavicu ili korištenjem različitih pumpi. Koriste se bočice kompozitnog stakla npr. laboratorijske bočice od borosilikatnog stakla sa širokim otvorom, a kod uzimanja foto-senzitivnih dokaznog materijala zatamnjeni spremnik. Kod uzorkovanja raspršenog materijala, npr. raspršenih iz uređaja za disperziju, opremu za prikupljanje diktira mjesto i viskozitet. Uzorci vodenog medija mogu se uzimati pipetom pri čemu je potrebno paziti da ne dođe do unakrsne kontaminacije. U tom slučaju mogu se rabiti pipete s vakuum pumpom, vakuumske epruvete, upijajuće gaze[76] i sl. koje uvlače vodeni materijal u spremnik. U procesu treba paziti da je spremnik pravilno zatvoren kako se prikupljeni materijal ne bi prosipao ili razlio. Neki alati za uzimanje uzoraka teško se dekontaminiraju i potrebno je svaki put uzeti novi. Bočica se prije spremanja u plastičnu vrećicu mora zabrtviti, zapečatiti i obrisati dekontaminacijskim sredstvom. Preporuka je vrećicu s podacima o prikupljenom materijalu spremiti u novu vrećicu.[77]

[74] Ibid., str. 180-184.
[75] Mikroorganizmi i toksini mogu se naći u tekućim kulturama, tekućinama ili smjesama sadržanim u uređajima za raspršivanje, kapima na tlu ili drugim površinama, vodama stajaćicama i tekućicama, izlučevinama, odvodni jarcima, sustavima za grijanje i ventilaciju, klima uređajima te kontaminiranoj vodi, posudama za uzorkovanje i fermentaciju, tekućim mediji rasta, otpadnim tokovima, tankovima, pumpama, sudoperima, crijevima i dr.
[76] Gaze za prikupljanje biološkog materijala moraju biti sintetičke.
[77] Ibid., str. 180.-202.

Bioaerosol zbog već spomenute prisutnosti drugih tvari u zraku, kao npr. mikroorganizmi od usjeva, farmi, spalionica, odlagališta i dr., možda neće biti najbolji dokazni materijal te će se istražitelji morati više fokusirati na površine, vodu, tlo i/ili kliničke uzorke. U zraku se bioaerosol zadržava ovisno o brzini vjetra, dobu dana i veličini agensa. Jedan od načina uzimanja uzorka bioaerosola je instrument koji usisava zrak i u sebi ima pločicu na koju se skupljaju tvari iz zraka. Neki uređaji imaju podesivu brzinu te mogu skupiti dostatnu količinu uzorka u vremenu od 15 minuta do jednog sata nakon čega se pločica sprema u vrećicu. Ovakav stroj koristio je CDC za provjeru kontaminacije stroja za razvrstavanje pošte tijekom istrage pisama kontaminiranih antraksom. Prilikom uzimanja uzorka određuje se mjesto na koje će se instrument postaviti, a pravilno postavljanje ovisi o smjeru strujanja vjetra.[78]

Krute tvari odnosno patogene čestice uzimaju se sa čvrstih objekata kao što su sagovi, filteri klima uređaja, odjeća, obuća, krovne grede, zemlje, smrznutih sredstava i opreme ukoliko se radi o postrojenju ili mjestu gdje se agens proizvodio, sredstava za raspršivanje, zidova, ulica, automobila, elektroničkih uređaja i sl. Alati koji se koriste su žličice od nehrđajućeg čelika, lopatice, svrdla, škare i sl. ovisno uzima li se uzorak dijela predmeta ili sa predmeta. Uzorci iz okoliša uključuju životinje, biljke i ostalo. Brisovi se uzimaju s površina sterilnim sintetičkim štapićima ili gazom. U nekim slučajevima potrebno je vlaženje površine za što se koristi sterilna fiziološka otopina. Mogu se koristiti kontaktne ploče s medijem za rast mikroorganizama ukoliko je mikroorganizam identificiran. Pri uzimanju uzorka sa zavjesa, tepiha, namještaja, grijanje i ventilacija, travnate površine i sl. može se primijeniti metoda usisavanja.[79]

Sa kože osoba pogođenih napadom uzorak se uzima ukoliko je to moguće jer je prioritet zaštita života i pravodobna dekontaminacija. Međutim ukoliko je koža neoštećena ona predstavlja svojevrsnu barijeru za ulazak mikroorganizama i većine toksina u organizam te se uzorak može uzeti. Ukoliko se uzorci uzimaju moraju se pravilno označiti kako bi se mogli povezati s konkretnom osobom, osobnim podacima i opisom i fotografijom koji bi se trebali uzimati za vrijeme uzimanja brisa. Ovi uzorci mogu se usporediti s izjavama svjedoka i ostalim dokaznim materijalom kako bi se dobila potpuna slika događaja. Ukoliko osoba ima veću koncentraciju agensa, a nalazila se dalje od mjesta događaja indicija je za dodatno ispitivanje. Uzorci kože

[78] Ibid., str. 202.-219.

[79] Ibid., str. 229.-236.

uzimaju se brisom ili ispiranjem. Uzorak se stavlja u posudu za uzorke i pravilno označava. Ukoliko se uzorak uzima ispiranjem, žrtva ruku mora protresti ili držati određeno vrijeme u fiziološkoj otopini u vrećici, a prsti bi trebali biti raširen. Ruka se briše papirnatim ručnikom koji se odbacuje kao opasni otpad. Otopina iz vrećice presipa se u određeni spremi. Podatak o metodi uzimanja uzorka potrebno je zabilježiti.[80]

I u ovom slučaju uzima se „slijepi uzorak" kada je to moguće. Sav alat koji je korišten za uzimanje uzoraka ne smije se višestruko koristiti zbog zahtjeva za sterilnošću. Kad alat nije moguće dekontaminirati odlaže se kao opasni otpad. Biološki uzorak obvezno je zaštitit od UV zračenja, pakira se u nepropusne kontejnere na temperaturi od 5°C i u laboratorij ih treba dostaviti u roku od 24 sata zbog životnog ciklusa mikroorganizma.

Tradicionalni forenzički dokazi uzimaju se kao i kod kemijskih agenasa prije dekontaminacije sličnim metodama. I u ovom slučaju potrebno je paziti dokazni materijal bude propisno pakiran zbog kontaminacije. Alat za uzimanje ne mora biti sterilan, ali u tom slučaju tradicionalni dokazni materijal morao bi se prikupljati nakon uzimanja biološkog dokaznog materijala. Dekontaminacije se vrši u laboratorijima.

3.3.1. Laboratorijsko istraživanje materijala prikupljenog u kontaminiranoj zoni biološkim i toksinskim agensima

Laboratorijske tehnike i analize odnosno mikrobiološka forenzika svoj razvitak je doživjela nakon napada pismima koja su sadržavala spore antraksa u 2001. godine. Analize uzoraka vrše se u laboratorijima koji zadovoljavaju klase biološke sigurnosti. Laboratorij klase biološke sigurnosti 1 koristi se za mikroorganizme niskog rizika, a biološke sigurnosti 4 za agense s vrlo visokim rizikom i nepoznatim mikroorganizmima uključujući i rekombinirane mikroorganizme. Takvi laboratoriji opremljeni su sigurnosnim kabinetima, zadovoljavaju visoke građevinske, ventilacijske i sterilne zahtjeve, tlak je negativan, a klimatski sustav zatvoren, ulaz i izlaz djelatnika je kontroliran te je obvezno nošenje zaštitne odjeće i opreme i dekontaminacija pri izlasku. U laboratorij djelatnici ne smiju ulaziti u vlastitoj odjeći, a prije oblačenja vlastite odjeće obvezno je tuširanje.

Najvažnija metoda za analizu je genetska tehnologija.

[80] Ibid., str. 241.-252.

4. POSTUPAK S OZLIJEĐENIM I MRTVIM OSOBAMA PRI NRKBe NAPADU

Ozljeda je svako nasilno oštećenje zdravlja. U sudsko-medicinskom smislu, postoji više vrsta ozljeda, i to: mehaničke ozljede, asfiktične ozljede, fizikalne ozljede, psihičke ozljede, nutritivne ozljede i otrovanja (kemijske ozljede). Osim ove podjele, ozljede možemo klasificirati prema drugim kriterijima:

- Duljina trajanja ozljeđivanja: akutne, perakutne i kronične
- Broj i vrsta štetnih agenasa: jednostavne i složene
- Prema težini, odnosno kazneno-pravnoj klasifikaciji: iz kaznenog zakona RH (NN 125/11, 144/12, 56/15, 61/15, 101/17): tjelesna ozljeda, teška tjelesna ozljeda, osobito teška tjelesna ozljeda i teška tjelesna ozljeda sa smrtnom posljedicom.
- Prema načinu nastanka: namjerna, iz nehaja, samoozljeđivanje.[81]

Ozljede u nuklearnom ili radiološkom događaju ovise prvenstveno o tipu događaja odnosno o korištenom sredstvu prijenosa i širenja radioaktivnog materijala. Neeksplozivnim sredstvima za izlaganje radioaktivnom materijalu smatraju se ona pri kojima je osoba došla u kontakt s izvorom zračenja (npr. putem hrane, pića ili fizičkog kontakta). Do unutarnje kontaminacije može doći i kod eksplozije nuklearne bombe ukoliko se konzumira hrana s kontaminiranog područja ili resorpcijom kroz rane i opekline. Ozljede ovise o vrsti izvora, vrsti i energiji zračenja. Mogu izazvati akutni radijacijski sindrom (ARS)[82] ili ozljede na koži i unutarnjim organima. Radiološka naprava za širenje radiološkog materijala može i ne mora biti eksplozivna naprava npr. može širiti radioaktivni materijal u tekućem stanju. U slučaju improvizirane eksplozivne naprave govorimo o prljavoj bombi gdje se uslijed detonacije šire veći i manji dijelovi kontaminirane naprave u okoliš. Ovisno o napravi pojavljuju se ARS ili radijacijske ozljede ali može doći i do fizičke traume i/ili opeklina. Radijacijske ozljede i bolest pojavljuju se od zanemarivih koje ne zahtijevaju medicinski tretman do teških koje zahvaćaju stanice, tkiva i organe, a mogu rezultirati amputacijama, poremećajima ili gubitkom tjelesnih

[81] Ramljak, Alija A.: Medicinska kriminalistika, Univerzitet u Sarajevu, Fakultet kriminalističkih nauka, Sarajevo, 1999., str 125.-126.

[82] Akutni radijacijski sindrom ili akutna radijacijska bolest nastaje nakon jednokratnog ili akutnog ozračenja pri čemu organizam jednokratnu dozu primi od početnog zračenja kroz 60 sekundi ili kroz kraće vrijeme do najviše nekoliko tjedana. Akutna radijacijska bolest nastaje od višekratnog ili kroničnog ozračenja koje organizam primi od više navrata ili neprekidno više od četiri dana. Akutna radijacijska bolest razvija se kod čovjeka u rasponu od 1-10 Sv (Sivert). Kod doze manje od 1 Sv neće doći do manifesne bolesti, a kod doza 6-7 Sv razvija se prava radijacijska bolest.

funkcija ili smrću.[83] Pri eksplodiranju nuklearne bombe dolazi do najtežih posljedica uslijed fizikalnih oblika djelovanja nuklearne eksplozije. Toplinsko djelovanje dovodi do opeklina svih stupnjeva i hipertermijskog poremećaja, privremenog ili trajnog sljepila i opekotina očiju. Karakteristična pojava su tzv. profilne opekotine koje se pojavljuju samo na onoj strani koja je bila okrenuta prema središtu eksplozije. Svjetlija koža i mjesta pokrivena svjetlijom robom manje su sklona opekotinama. Udarni val nuklearne eksplozije prouzrokuje mehaničke ozljede (traume) odnosno *blast* ozljede, a mogu biti teške, srednje i lake. Pojavljuju se i kraš ozljede uslijed dugotrajne kompresije ekstremiteta. Radijacijsko djelovanje nuklearne eksplozije podrazumijeva djelovanje ionizirajućeg zračenja na organizam i ima teške dugoročne posljedice na organizam jer energija oslobođena ionizacijom dovodi do kemijskih promjena koje uzrokuju nepovratna oštećenja na molekulama stanica. To dovodi do fizioloških ili morfoloških oštećenja i/ili mutacija odnosno smrti ili zloćudnih promjena stanica. Mutacije na spolnim stanicama mogu se očitovati i na potomcima. Udružene radijacijske ozljede nastaju kao kombinacija mehaničkih ozljeda i opeklina i ozljeda pri ozračenju.[84]

Ozljede pri kontaminaciji kemijskim agensom ovise o vrsti agensa tj. je li korišten bojni otrov ili toksična kemikalija, primljenoj dozi i putu ulaska u organizam. Toksični mehanizmi djelovanja razlikuju se od vrste korištenog agensa te svaki ima specifično djelovanje. Posljedica kemijskih napada je velik broj ozlijeđenih osoba u kratkom vremenu. Ovisno o koncentraciji i trajanju ekspozicije simptomi trovanja mogu biti trenutačni ili odgođeni. Udružene kemijske ozljede nastaju kao mehaničke ozljede i opekotine nastale od konvencionalnog oružja ili eksplodiranih naprava i djelovanja kemijskog agensa na organizam.[85] Ovisno o vrsti bojnog otrova učinak može biti smrt ili onesposobljavanje (psihički poremećaji) koje može biti praćeno daljnjim napadom.

Pri kontaminaciji biološkim agensima učinak također ovisi o agensu koji je korišten, načinu disperzije i infektivnoj dozi. Za terorističke napade najvjerojatnije bi se koristili agensi koji su vrlo postojani odnosno stabilni u atmosferskim uvjetima kao što je to antraks. Antraks je već korišten za biološke napade, a smatra se idealnim sredstvom uslijed svoje dostupnosti, lake kultivacije, dugog preživljavanja u sporogenom obliku i lake i jednostavne diseminacije.

[83] Dainiak, Nicholas, Goans, Ronald E., Iddins, Carol J., Case Jr., Cullen: Radiological and Nuclear Terrorism: The Oncologic Emergency Response, Oncologic Emergency Medicine: Principles and Practice, K.H. Todd, C.R. Thomas, Jr. (editors), Springer International Publishing, Švicarska, 2016. str. 128.-129.
[84] Bokan, Slavko… et al., op. cit., str 81.-132.
[85] Ibid., str 381., 479.

Klinički znaci i simptomi bolesti pojavljuju se nakon vremena inkubacije koji može biti od 24 sata do nekoliko tjedana. Ovisno o stupnju kontagioznosti odnosno stupnju širenja infektivnog agensa s bolesne osobe na zdravu, u slučaju kad se agens prenosi između ljudi, moguća je pojava epidemije. Kao i kod nuklearnih, radioloških i kemijskih napada moguće su udružene ozljede koje omogućavaju lakši prodor mikroorganizama u tijelo. Toksinski agensi ponašaju se i djeluju slično kao i kemijski agensi.

Nakon napada, a tijekom dekontaminacije, odjeća i ostali osobni predmeti mogu se smatrati dokaznim materijalom. Prilikom trijaže i medicinskog tretmana mogući medicinski dokazi uključuju: uzorke krvi, dlaka (kosa i brada), urina, ispovraćanog sadržaja, suza, sline i nosnog sekreta, kontaminiranu odjeću, briseve kože, izjave medicinskih djelatnika ili svjedoka o znakovima i simptomima ozlijeđenih, informacije o vitalnim znakovima ozlijeđenog koje uključuju puls, temperaturu, krvni tlak, zasićenje kisikom, laboratorijski nalazi, primijenjeni tretman. Izjave svjedoka trebalo bi uzeti sa što više uključenih detalja. Pomoću lokacije žrtava moguće je izgraditi mapu prostora i događaja i dati odgovore na mjesto izvora događaja, na kojima će biti fokus prikupljanja fizičkih dokaza. Visinsko određivanje lokacije žrtava može pomoći odgovoriti na pitanje o gustoći korištenog kemijskog agensa, odnosno je li lakši ili teži od zraka. Potrebno je žrtvu ili svjedoke upitati jesu li osjetili kakav karakterističnи miris koji također može pomoći pri određivanju kemijskog agensa, dok su radiološki i biološki agensi bez mirisa. Informacije o zvukovima mogu dati odgovor radi li se o eksploziji ili je nije bilo. Razne vrste diseminacijskih naprava mogu imati svoje karakteristične zvukove. Potrebno je žrtvu ili svjedoka upitati o simptomima, njihovu trajanju i jesu li se simptomi pojavili odmah ili s odgođenim učinkom.[86] Odjeću i osobne predmete moguće je izuzimati tijekom dekontaminacije, osobito ako se radi o eksplozivnoj napravi, a potrebno ju je propisno spremiti i označiti.

U slučaju smrti, tijekom trijaže, tijela je potrebno što manje pomicati. Tijelo je potrebno fotografirati i izuzeti dokazni materijal.

Kada uzrok smrti mora biti određen potrebno je tijelo odvesti na obdukciju. Ovisno o vrsti agensa, tijelo mora biti spremljeno u posebne vreće/ljesove kako bi se spriječila mogućnost

[86] Kaszeta Dan: CBRN Warfare and the Collection of Useful Evidence, dostupno na: https://www.bellingcat.com/resources/articles/2014/08/12/cbrn-warfare-and-the-collection-of-useful-evidence/, 2014.

kontaminacije prostora ili osoba. U slučaju napada NRKB agensima moguća alternativa je CT skeniranje čime se smanjuje rizik od kontaminacije. Ukoliko je potrebno tijelo izložiti zbog prepoznavanja ili istrage moguće je u mrtvačnici imati zaštitnu opremu i odijela[87]. Pri agensima niskog rizika dostatna su odijela i zaštitne maske s filterima klase P2 i P3, dva para rukavica od kojih donji ima postavu otpornu na rezanje, zaštitne naočale, dok su kod agensa visokog rizika potreban potpuna zaštitna odijela sa zaštitnom maskom i dekontaminacija po izlasku.[88] Na primjer kod patogenih mikroorganizama koji se šire zrakom kirurška zaštitna maska nije dovoljna zaštita. U slučaju obdukcije visokog rizika pod zaštitnim odijelima jedna osoba nije u mogućnosti odraditi sav posao već se preporuča najmanje tri osobe, liječnik-obducent, asistent i fotograf.

Masovni događaji mogu premostiti kapacitete državnih i lokalnih bolnica. Ne postoji formula o opsegu obdukcija na velikom broju ljudi pri masovnim događajima ali preporuča se pristup isti kao i kod kaznenih djela. Na primjer kod biološkog agensa preporuka jest da se izvrši što je više obdukcija moguće u odnosu na broj slučajeva i stupanj biološkog rizika. Ciljevi potpune obdukcije trebali bi biti utvrđivanje procesa bolesti i etiologije agensa, utvrđivanje da je agens ili bolest uzrok smrti i isključiti mogućnost da je uzrok smrti nepovezan s agensom ili bolesti. U slučaju limitirane obdukcije osoblje bi trebalo identificirati pokojnika, dokumentirati izgled tijela, utvrditi da su klinički znakovi i simptomi u skladu s navodnim korištenim agensom, potvrditi prisutnost agensa u tijelu i utvrditi s razumnom vjerojatnošću da je navedeni agens glavni uzrok smrti.[89]

[87] Zaštitna odijela i maske koje upotrebljavaju vatrogasci i ostalo interventno osoblje u Republici Hrvatskoj trebaju biti certificirani prema normama HRN EN 943-1 i HRN EN 943-2.
[88] Bongers Jaap: The last link in a CBRN event chain, CBRNe Convergence Europe, Westminster, London, VB, 17.-18.5.2017., str. 58.
[89] Nolte Kurt B., Hanzlick Randy L., Payne Daniel C., Kroger Andrew T., Oliver William R., Baker Andrew M., McGowan Dennis E., DeJong Joyce L., Bell Michael R., Guarner Jeannette, Shieh Wun-Ju, Zaki Sherif R..: Medical Examiners, Coroners, and Biological Terrorism – A Guidebook for Surveillance and Case Management, CDC, 2004., dostupno na: https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/rr5308a1.htm

5. ZAKLJUČAK

Zbog svojih specifičnosti događaji s nuklearnim, radiološkim, kemijskim, biološkim i toksinskim agensima predstavljaju veći izazov od događaja počinjenim konvencionalnim metodama. Osim već spomenutog kako osoba koja prikuplja dokaze u NRKB okruženju mora biti svjesna kontaminirane okoline, a istodobno biti fokusirana na prikupljanje dokaza, problem stvaraju i meteorološke i geografske prilike.

Kemijski agens ispušten u urbanom središtu neće biti ograničen na mjesto događaja već se može širiti ili zadržavati u sustavu za odvodnju oborinskih voda ili olukama. Ukoliko je ispušten među visokim zgradama u obzir se mora uzeti specifična mikroklima odnosno efekt „kanjona“. U takvom okruženju temperature i cirkulacija zraka specifične su za to područje u odnosu na vanjsko okruženje.[90]

Kriminalističko istraživanje u kontaminiranom području prožeto je raznim izazovima što je djelomično naveo i profesor dr.sc. Randall Murch sa sveučilišta Virginia Tech na skupu Forensics: Science Policies to Increase Confidence 2012. godine. Pri napadu nuklearnom bombom neki od izazova predstavljaju klasificiranje tipa oružja, znanje i edukacija o ovom području i limitirani pristup osjetljivim i klasificiranim bazama podataka potrebnim za djelotvornu komparaciju. Pri radiološkim eksplozivnim napravama dodatni izazovi su već poznata ograničenja analiza tradicionalnog dokaznog materijala (npr. otisaka) na raspršenoj napravi i ograničenja pri određivanju izvora radioaktivnog materijala. Pri kemijskim napadima izazov predstavljaju ograničenja pri određivanju svojstva materije, visoka toksičnost i kontaminacija tradicionalnog dokaznog materijala. Pri uporabi bioloških agensa i širenja epidemije postoje ograničenja pri razlikovanju prirodne i namjerno proširene epidemije ako su korišteni endemski uzročnici pa se prema tome ne mogu utvrditi elementi kaznenog djela. Biološki agensi su nepredvidivi i teško je ograničiti njihovo djelovanje odnosno odrediti sigurnosni perimetar. Dodatni problem stvaraju prirodne i namjerne rekombinacije i mutacije mikroorganizama koji osim opasnosti za širenje epidemije zahtijevaju dulje ispitivanje u laboratorijima. Obzirom na kompleksnost bioloških agensa teško je odrediti koje informacije su vrijedne za potrebe kriminalističkog istraživanja. Također pravni aspekt sadrži mnogo

[90] NATO: NATO and Terrorism on Scene – New Challenges for First Responders and Civil Protection, Springer, Nizozemska, 2006., str. 66

nacionalnih i međunarodnih propisa koji se moraju poštovati kako bi se mogla utvrditi nečija krivnja, a dokazi mogli koristiti u bilo kojoj državi.

Sveukupne radnje u kriminalističkom istraživanju, prikupljanje dokaznih materijala, nuklearna i tradicionalna forenzička ispitivanja, mogu dati odgovore na pitanja o kriminalističkim aktivnostima prvenstveno vezanim uz krijumčarenje nuklearnog i radioaktivnog materijala. Također odgovori i baze podataka poboljšavaju sveopću nuklearnu sigurnost i propise iz iste domene. Krijumčarenje nuklearnog i radioaktivnog materijala najčešće se odvija putem međunarodnih granica, odnosno određenim krijumčarskim rutama, i za sprečavanje istog potrebna je uska suradnja zemalja i koordinirani odgovor na prijetnju. Međunarodne organizacije kao što je ITWG i Međunarodna agencija za atomsku energiju bave se prikupljanjem podataka, izradom baza podataka i razvijanjem nuklearne forenzike u cilju sprečavanja ilegalnih operacija i razvojem procedura i preporuka u cilju podizanja sveopće nuklearne sigurnosti. Međunarodna agencija za atomsku energiju također pomaže zemljama koje nemaju razvijene kapacitete za ispitivanja nuklearnih materijala.

Prikupljanje dokaznog materijala u kontaminiranoj zoni postupak je koji zahtijeva pomno planiranje, logistiku i promišljanje o svakom koraku kako bi se dokazni materijal mogao koristiti u sudskom procesu. Obzirom na kompleksnost radnji prikupljanja dokaznog materijala koje su opisane u ovom radu potrebno je stvaranje specijalističkih policijskih timova.

U budućnosti osim kontinuiranog razvoja možemo očekivati uvođenje robotskih sistema s kamerama koji će prikupljati dokazni materijal. To je osobito bitno za ulazak u vruću i ekstremno vruću zonu gdje bi se dokazni materijal u tom slučaju prikupljao bez rizika po ljudsko zdravlje. Svakako potrebna je dodatna edukacija policijskih službenika u realnim uvjetima odnosno sa potpunom zaštitnom odjećom i opremom. Prije provođenja vježbi policijski službenici moraju biti teorijski obučeni o opasnostima, zakonitostima i specifičnostima KBRN mjesta događaja te prikupljanju tradicionalnih i specifičnih vrsta dokaza. Osim njih potreba je edukacija ostalih službi za prvi odgovor kako svojim djelovanjem ne bi uništili i kompromitirali dokazni materijal.

Za potrebe kriminalističkog istraživanja u ovom području napravljeni su veliki koraci unaprijed zahvaljujući suradnji stručnjaka iz različitih zemlja svijeta i struka i prepoznavanja NRKB

prijetnje od strane država. Obzirom na multidisciplinarnost polja svakako je potrebna daljnja kontinuirana suradnja stručnjaka iz prirodnih znanosti, kriminalistike, prava, i dr.

POPIS SLIKA

1. *Slika 1. Shema kriminalističkog istraživanja pri eksploziji nuklearne bombe ili radiološkog oružja*

POPIS TABLICA

1. Tablica 1. Tipovi biološkog ratovanja
2. Tablica 2. Generalno prihvaćen slijed analiza koje se izvode u prvih 24 sata odnosno prve analize, jednog tjedna i dva mjeseca nakon prihvata dokaznog materijala u laboratorij odnosno detaljne analize

LITERATURA

Knjige

1. Bokan, Slavko,…[et al.]Oružja za masovno uništavanje: nuklearno-kemijsko-biološko i toksinko oružje, Zagreb, Pučko otvoreno učilište, 2004.
2. Dainiak, Nicholas,…[et al.]: Radiological and Nuclear Terrorism: The Oncologic Emergency Response, Oncologic Emergency Medicine: Principles and Practice, K.H. Todd, C.R. Thomas, Jr. (editors), Springer International Publishing, Švicarska, 2016.
3. Drielak, Steven C.: Hot zone forensics: chemical, biological, and radiological evidence collection, Charles C Thomas Publisher Ltd., SAD, 2004.
4. Moody, Kenton J., Grant, Patrick M., Hutcheon, Ian D.: Nuclear Forensic Analysis, Second Edition, CRC Press, Taylor&Francis Group, Florida, SAD, 2015.
5. NATO: NATO AND TERRORISM Catastrophic Terrorism and First Responders – Threats and Mitigation, Proceedings, Springer, Nizozemska, 2005.
6. NATO: NATO and Terrorism on Scene – New Challenges for First Responders and Civil Protection, Springer, Nizozemska, 2006.
7. Ramljak, Alija A.: Medicinska kriminalistika, Univerzitet u Sarajevu, Fakultet kriminalističkih nauka, Sarajevo, 1999.

Članak

1. Bongers Jaap: The last link in a CBRN event chain, CBRNe Convergence Europe, Westminster, London, VB, 17.-18.5.2017.
2. Evans, T., Colella, M.: Exploiting critical evidence contaminated with alpha emitting radionuclides, IAEA Application of nuclear forensics in combating illicit trafficking of nuclear and other radioactive material, Beč, 2014.
3. Mayer. Klaus, Wallenius, Maria, Ray, Ian: Nuclear forensic-a method providing clues on the origin of illicitly trafficked nuclear materials, The Analyst, 2005., 130(4):433-41.
4. Pangi, Robyn: Consequence Management in the 1995 Sarin Attacks on the Japanese Subway System, BCSIA Discussion Paper 2002-4, ESDP Discussion Paper ESDP-2002-01, John F. Kennedy School of Government, Harvard University, 2002.
5. Vrđuka, Alenko: Taktika policijskog postupanja na mjestu eksplozije radiološke bombe, Policija i sigurnost, Vol. 17 No. 1-2, lipanj 2008.

6. Wallenius, M., Mayer, K., Varga. Z.: Procedures and techniques for nuclear forensics investigation, IAEA Application of nuclear forensics in combating illicit trafficking of nuclear and other radioactive material, Beč, 2014.
7. Zuidberg, Matthijs C. …[et al.]: Effects of CBRN Decontaminants in Common use by First Responders on the Recovery of Latent Fingerprints-Assessment of the Loss of Ridge Detail on Glass, Journal of Forensic Science 59(1):61-69, 2014.

Članak s interneta

1. Dr. Seto, Yasuo: The Sarin Gas Attack in Japan and the Related Forensic Investigation, OPCW, dostupno na: https://www.opcw.org/news/article/the-sarin-gas-attack-in-japan-and-the-related-forensic-investigation/
2. IAEA Incident and Trafficking Database – Incidents od nuclear and other radioactive material out of regulatory control, 2017 Fact sheet, dostupno na: https://www.iaea.org/sites/default/files/17/12/itdb-factsheet-2017.pdf
3. Nolte Kurt B. …[et al.].: Medical Examiners, Coroners, and Biological Terrorism – A Guidebook for Surveillance and Case Management, CDC, 2004., dostupno na: https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/rr5308a1.htm

Zakonski propisi

1. Pravilnik o načinu i postupku nadzora prilikom uvoza ili izvoza materijala za koji postoji opravdana sumnja da je onečišćen radionuklidima ili sadrži radioaktivne izvore, Narodne novine, br. 114/07
2. Pravilnik o nuklearnom osiguranju, Narodne novine, br. 38/18
3. Uredba o mjerama zaštite od ionizirajućeg zračenja te postupanjima u slučaju izvanrednog događaja, Narodne novine, br. 24/18
4. Zakon o policijskim poslovima i ovlastima, Narodne novine, br. 76/09, 92/14, (pročišćeni tekst)
5. Zakon o radiološkoj i nuklearnoj sigurnosti, Narodne novine, br. 141/13, 39/15, 130/17

Ostalo

1. IAEA Nuclear Security Series No.2, Technical Guidance, Nuclear Forensic Support-Reference Manual, Beč, Austria, 2006.
2. IAEA, Sample Collecting Procedure for Swipe Samples, Safeguard Manual, From WP EM1 Rev. 3, IAEA, Beč, Austrija, 2002.

3. ITWG Guideline on evidence collection in a radiological or nuclear contaminated crime scene, 2016., dostupno na: http://www.nf-itwg.org/pdfs/ITWG-INFL-EVID.pdf
4. Kaszeta Dan: CBRN Warfare and the Collection of Useful Evidence, dostupno na: https://www.bellingcat.com/resources/articles/2014/08/12/cbrn-warfare-and-the-collection-of-useful-evidence/, 2014.