

Заштита животне средине у случају нуклеарних удеса и тероризма

УДК: 504.05 : 623.454.8 : 327.88

Доц. др Раде Биочанин, пуковник*

У чланку је указано на опасност по савремени свет од нуклеарног оружја у миру и рату. Аутор упозорава на могућност изненадних нуклеарних удеса изазваних неисправностима и застарелошћу нуклеарних реактора који се користе у мирнодопске сврхе.

Разматрана је и нова опасност по човечанство – нуклеарни тероризам. Аутор указује на могућност да у posed нуклеарних средстава дођу терористичке организације, групе и појединци и упозорава на неопходност одговарајуће заштите.

Кључне речи: нуклеарна енергија, нуклеарно оружје, нуклеарни удеси, нуклеарни тероризам, заштита од нуклеарних удеса и тероризам.

Увод

Почетак примене нуклеарне енергије био је најмрачнији и најтужнији догађај у људској историји. Наиме, 1945. године на јапанске градове Хирошиму и Нагасаки амерички бомбардери су бацили атомске бомбе од којих је на месту страдало више стотина хиљада цивила, а од њихових последица људи су умирали деценијама након тог догађаја. Последице радиоактивне контаминације још увек постоје, пре свега, у виду дегенеративних промена на људима. На жалост, у свету постоји застрашујућа количина нуклеарног оружја различите снаге и моћи које се и даље гомила и усавршава уз стално повећање броја земаља које га поседују.

Потенцијално најопаснији извор зрачења у миру јесу нуклеарни реактори (више од 500 електрана, око 320 истраживачких реактора, бројне нуклеарне подморнице, сателити бродови), од којих су многи застареле технологије и у квару (у окружењу наше земље налази се 16 блокова нуклеарних електрана) – (само на Дунаву постоји 10 електрана).

Под нуклеарним удесом (акциденти) подразумева се изненадно и неконтролисано ослобађање и дејство изотопа јонизујућег зрачења, уз остале пропратне појаве. Најчешћи узрок таквих удеса је људски чинилац (незнање, нехат, техничко-технолошки пропусти, непридржавање мера заштите на раду, застарела и прљава технологија, диверзија, саботажа, терористички акт итд.). У миру, нуклеарним уде-

* Аутор је на служби у Управи ГШ ВСЦГ за шкољство и обуку.

сом сматрају се и оштећења (хаварије) на нуклеарним реакторима (нуклеарне електране, институти, бродови и подморнице) и другим објектима (вештачки сателити и контејнери с нуклеарним горивом и радиоактивним материјалом) услед којих долази до истицања радиоактивног материјала (чврст, течни или гасовити) у спољну средину, чиме се угрожава живот људи, животиња и биљака. У одређеним условима, у ту врсту удеса могу се убројити и оштећења нуклеарних пројектила у складиштима, на вежбама, полигонима, и слично. Међутим, у скоро свим тим случајевима тешко се може доказати (не)намера с обзиром на смишљену припрему и тајност.

Јаки извори јонизујућег зрачења користе се у науци и индустрији уз ригорозне мере безбедности и заштите којима се смањује на минимум могућност озрачења људи. Упркос томе, у кратком периоду коришћења нуклеарне технологије догодили су се бројни ванредни догађаји у којима је дошло (или је могло доћи) до озрачења људи и дуготрајне контаминације великих површина земљишта и објеката.

У већини нуклеарних удеса ситуација је била идентична – сигнал опасности и упозорења није дошао на време, а заштита и уклањање последица нису били квалитетни и ефикасни. Последице су биле бројне људске жртве, мноштво повређених и контаминираних лица, паника, страх, велика материјална разарања и неразјашњене околности у којима је дошло до удеса. Само су узроци били различити, као и обим последица.

Терористичке активности и саботаже у миру, непосредној ратној опасности и рату на постојећим објектима и средствима нуклеарне индустрије и наоружања и војне опреме (НВО), на сопственој територији и у окружењу, такође могу да изазову радиолошку контаминацију широких размера и озбиљно угрозе снаге одбране и становништво, тј. радну и животну средину с неизбежним губицима у људству, масовним повредама људи и ненадокнадивим материјалним штетама и последицама.

Карактеристике нуклеарних удеса

Нуклеарна енергија се користи у великом обиму, и то у различите сврхе, а пре свега у војне, у бројним земљама света, не само у виду атомских бомби, пројектила или погонског средства већ и много шире – у различитим облицима. У цивилном сектору нуклеарна енергија се користи уз велики ризик. Наиме, превелике дозе радиоактивности могу да се изазову намерно или ненамерно у човековој животној и радној средини и тако изазову нуклеарни удес. Нуклеарни удеси се могу сврстати у следеће четири групе:

– реакторски удеси (дешавају се у нуклеарним електранама – на реактору или у постројењу);

– отпадни удеси (изненадно цурење ускладиштеног нуклеарног отпада у случају саобраћајне незгоде приликом транспорта радиоактивног материјала или извоза атомског смећа у неразвијене земље);

– војни удеси (грешка при извођењу нуклеарне пробе или случајно активирање пројектила с нуклеарним пуњењем);

– разарање нуклеарних постројења (у непосредној ратној опасности и у време рата) и смишљена употреба муниције са осиромашеним ураном.

Према најприхватљивијој међународној скали нуклеарни удеси се деле на:

– акциденте (виши, озбиљни, са спољашњим ризиком, без значајног ризика);

– инциденте (озбиљни инцидент и инцидент);

– девијације (аномалија, без значајних последица).

Контаминација живих бића радиоактивним материјама постала је озбиљан и актуелан проблем у ери све масовније примене нуклеарне енергије у мирнодопске и војне сврхе. Контаминација радио-нуклидима настаје након удеса на нуклеарним реакторима или другим инсталацијама с нуклеарним сировинама и радио-изотопима који се користе у истраживачке или друге сврхе. До сада је било више десетина хаварија, с бројним људским жртвама и огромном материјалном штетом. Међутим, контаминација ширег обима настаје после нуклеарних експлозија и већих нуклеарних удеса. Наиме, и поред бројних договора и потписаних уговора велике силе и даље обављају тестирања, што повећава степен контаминације човекове радне и животне средине.

Становништво је непрекидно изложено јонизујућем зрачењу из природних и вештачких извора. На природне изворе отпада 80 одсто озрачивања, а становништво годишње прими високу дозу и из вештачких извора јонизујућег зрачења. Природно нуклеарно зрачење (фон) може да буде спољашње и унутрашње зрачење. Спољашње је космичко зрачење, зрачење из земљишта и зрачења из материјала зграда. Унутрашње зрачење настаје при уношењу радио-нуклида у организам преко ваздуха, хране и воде. Велике последице могу настати приликом удеса у нуклеарним електранама, у случају удеса при руковању нуклеарним оружјем, или у случају његове примене, а до контаминације може доћи и при употреби муниције на бази осиромашеног урана, и то у миру и рату. На пример, на источној шпанској обали, 1966. године, дошло је до судара стратешког бомбардера *B-52G* који је превозио нуклеарно оружје.¹

Приликом удеса на нуклеарном оружју у којем није дошло до нуклеарне експлозије постоје три извора радиоактивности – плутонијум, уранијум и трицијум. У случају плутонијума, јављају се његови

¹ С. Јакшић, *Стање и тенденције развоја нуклеарног оружја*, Билтен ШЦ АБХО, 1995.

изотопи: ^{239}Pt , са периодом полураспада од 24.100 година, ^{240}Pt , са временом полураспада 376.000 година, и ^{241}Am , са временом полураспада од 432 године. Ти радио-изотопи су алфа емитери и веома су опасни ако се унесу у организам преко органа за дисање, хране или воде, док је мала опасност од спољашњег зрачења. Од изотопа урана у удесу нуклеарног оружја опасност представљају ^{238}U , који чини 99 одсто урана, с временом полураспада $4,5 \times 10^9$ година, као и остали радио-изотопи – ^{233}U , ^{234}U и ^{235}U , који су алфа емитери. Трицијум је радио-изотоп водоника и извор је слабог бета зрачења. Ако је при удесу дошло до ланчане реакције фисије, јављају се фисиони продукти који су извор бета и гама зрачења.

У случају нуклеарног удеса, поред непосредних штетних последица, постоје и трајне последице, које годинама деградирају животну средину и штетно утичу на здравље људи. Термин *акцидент* значи догађај који је у потпуности идентичан ванредном догађају у којем је дошло до нарушавања здравља људи, повређивања радника, страдања становништва и оштећења материјалних добара. Теоријски, на 10^4 одређених догађаја долази један ванредни догађај, али је у пракси тај однос много мањи. Анализом ванредних догађаја долази се до података о вероватноћи да се догоди акцидент као и о његовој врсти и интензитету. Геометријски облик извора контаминације дефинише се зависно од начина ослобађања штетних материја.

За живот и здравље становника једне земље потенцијално најопаснији извор зрачења јесте нуклеарно оружје. Иако је мало вероватна, његова примена се не може у потпуности искључити, посебно у локалном или регионалном рату. У таквим ситуацијама може се очекивати и радиоактивна контаминација простора, објеката и становништва изван подручја ратних дејстава.

Производња, транспорт и постављање нуклеарног оружја чине опасност за све земље, без обзира на њихов географски положај и политичке ставове према том оружју. Наиме, чињеница је да је пет земаља које су јавно потврдиле да поседују нуклеарно оружје до сада извело више од 1.600 пробних експлозија. Процењује се да је више од 400 изведено у атмосфери, па се радиоактивне падавине још увек таложу на нашој планети. На реактору *BORAX-I* у САД изведен је 21. јула 1954. експеримент у којем је, у току једног скоковитог пораста снаге реактора, дошло до бурног ослобађања енергије која је разорила језгро реактора. У тренутку краткотрајне експлозије, праћене слабиим ударним таласом, формирао се радиоактивни стуб дима и прашице висине 25 m. Тај акцидент је био запремински извор контаминације. Такође, у Голсборау (С. Каролина) 1961. године, срушио се бомбардер *B-52* којим је превожен нуклеарни пројектил јачине 24 Mt. Од шест осигурача приликом пада само се један није активирао и тако је избегнута катастрофа невиђених размера. У јануару 1996. у Шпанији

је дошло до судара авиона за снабдевање горивом и бомбардера носача нуклеарних бомби, при чему су четири бомбе пале близу Палемареса. Изнад Гренланда, близу Туле, у јануару 1968, амерички бомбардер са четири нуклеарне бомбе пао је на лед. Бомбе су гореле – нису експлодирале, али је радиоактивним плутонијумом контаминирана велика површина. Узрок свих тих нуклеарних удеса или несретних случајева био је људски или технички чинилац и то су најчешће били „случајно“ изазвани удеси.

Приликом удеса изазваних нуклеарним оружјем може да се активира процес нуклеарне експлозије. Уколико до тога не дође, обично долази до локалне контаминације територије. У случају нуклеарних електрана потенцијална опасност су и остали делови нуклеарног горивог циклуса, почев од рудника урана, радиоактивног отпада и прераде истрошеног горива и одлагања, на крају циклуса. Свемирски летови такође могу да утичу на ширење депоније нуклеарног отпада. Сматра се да се у Земљиној атмосфери налази око 10 t различитих отпадака (олупине, крхотине и оштећени делови сателита, космичких бродова и ракета који садрже изотопе јонизујућег зрачења). Распадање летећих објеката и средстава у свемиру стална је реална опасност по човекову животну средину услед радиоактивне и хемијске контаминације, будући да још нема одговарајуће заштите од неконтролисаног падања свемирских отпадака, а за велико свемирско спремање и чишћење потребно је много времена и знатна финансијска средства.

Почетни импулс експлозије приликом нуклеарног удеса карактерише одређено зрачење, што веома много утиче на животну средину. Наиме, при експлозији нуклеарног пројектила емитује се велики број радио-нуклида са полувременом распада од милисекунде до неколико хиљада година. Најзначајнији су, са гледишта радио-токсикологије, јод, цезијум, стронцијум итд. Нуклеарни пројектили избацују у ваздушни простор продукте фисије, па се они годинама враћају на Земљу у облику радиоактивних падавина. Ако продукти нуклеарне експлозије доспеју у стратосферу, ваздушне струје их разносе око Земље у обе хемисфере, где се могу задржати од пет до десет година и стално загађивати површину Земље радиоактивним падавинама, које на животну средину делују јонизујућим зрачењем.

Употреба већег броја пројектила у нуклеарном рату изазвала би климатске промене. Због бројних пожара чађ би задржавала сунчеве зраке, односно на површину Земље би доспевало много мање светлости. У таквим условима Земља би била обавијена тамом, а чађ би остала у атмосфери око годину дана, што би чинило да се Земља непрекидно хлади. Већа тама, тзв. нуклеарна зима или нуклеарна ноћ, трајала би неколико месеци. Током прве недеље после нуклеарног рата температура на северној хемисфери пала би око 30 Целзијусових степени. Будући да океани имају огромне топлотне ка-

пацитете, према математичким прорачунима, температура ваздуха изнад њих износила би око 10 Целзијусових степени. Велика разлика између температуре копна и температуре мора била би узрок настанка разорних олуја и урагана. После таложења честица чађи почело би загревање Земље, али би се прво загревали планински врхови, па ледени масиви Антарктика, што би изазвало велике поплаве. Последнице таквог рата биле би катастрофалне јер би због температуре испод нуле страдали сви усеви, питка вода би била залеђена, а радиоактивност би била велика. У таквим условима преживео би мали број људи у одређеним склоништима и на острвима око екватора. Међутим, они би брзо страдали због ултраљубичастог зрачења (услед уништења озонског омотача). Тропске шуме и њихови становници такође би страдали, док би делимично преживела жива бића у шумама северне хемисфере ако би до нуклеарног рата дошло у зимским условима.

Када радио-нуклиди доспеју на површину копна, улазе у земљиште, ресорбују се у биљке и улазе у ланац исхране. Део доспева у воде, па се може делимично растворити или пасти на дно. Тако *J-131*, када доспе у земљиште, улази у ланац исхране: *земљиште – трава – млеко – човек*. Пошто се јод кумулише у штитној жлезди, може да изазове рак. С временом полураспада од 28 година, радиоактивни Sr-90 је бета и гама емитер. Уласком у ланац исхране кумулује се у костима, и то више у скелету деце будући да је у развоју. Из скелета људи тај радио-нуклид се споро елиминише, па остаје у организму целог живота. Радиоактивни *J-131* који је доспео у организам преко хране или удисањем брзо се апсорбује у крвоток – апсорпција се заврши за један сат. Трећина радиојода остаје у штитној жлезди, а две трећине се излуче.

Разни фисиони продукти с радиоактивним падавинама доспевају на површину Земље, а биљке их више ресорбују из земљишта које је сиромашно елементима који су им потребни. После одређених нуклеарних проба уочена је разлика између копнених и водених ланаца исхране. Животиње и биљке у мору добро акумулирају радио-нуклиде који стварају комплексе са органским материјалима, док копнене биљке и животиње боље акумулирају радио-нуклиде растворене у води.

Упркос ригорозним мерама обезбеђења, било је много удеса везаних за нуклеарне реакторе. Иако не може да експлодира као нуклеарна борба, нуклеарни реактор може да испусти велику количину радио-нуклида који су настали у току његовог рада. У таквим удесима људи гину или су теже повређени, и настају огромне материјалне штете и велике радиоактивне контаминације без обзира на државне границе, а њихове дугорочне последице се годинама изучавају. Чињенице које указују на могућност нуклеарних удеса и последице по нашу земљу и земље у окружењу су следеће:

– нуклеарне електране сада обезбеђују око 17 одсто електричне енергије, тј. пет одсто укупне енергије у свету;

– постојање 500 нуклеарних електрана у свету и 40 реактора у „активној“ изградњи и два пута више електрана искључених из употребе, са просеком коришћења око две деценије;

– неке од нуклеарних електрана у нашем окружењу су често у квару, што у сваком тренутку може да прерасте у већу хаварију или удес;

– у окружењу наше земље изграђено је 16 блокова нуклеарних електрана (шест у Бугарској, четири у Мађарској, четири у Словачкој, један у Словенији, и један у Румунији);

– на растојањима мањим од 100 km од наше државне границе на Дунаву је лоцирано 10 блокова НЕ (четири у Мађарској и шест у Бугарској);

– постојећи стокови нуклеарног оружја у свету релативно лако су доступни терористичким организацијама, нарочито на Истоку, а ваздушни транспорт нуклеарних глава често се обавља у близини или преко наше земље;

– све је израженији проблем стокирања, обезбеђења, одржавања и рециклаже нуклеарног материјала и отпада;

– два истраживачка реактора у нашој земљи већ дуже су делимично или потпуно изван „активног“ погона;

– у време учесталих терористичких активности у свету, као и учена и претњи, могућа је (зло)употреба нуклеарног материјала итд.

Нуклеарне електране могу да буду нуклеарне „бомбе“ на сопственој територији или на територији суседних земаља. Сада нуклеарни реактори током нормалног рада испуштају у облику племенитих радиоактивних гасова од 1,5 до 1015 Bq/god, док би у случају нуклеарних удеса та емисија била већа неколико стотина пута. На основу метеоролошких карактеристика подручја изложених деловању НЕ, око 30 одсто радиоактивних ефлуената које годишње испусти НЕ Пакш (Бугарска) и око 20 одсто радиоактивних ефлуената које емитује НЕ Козлодуј усмерено је ка нашој земљи.

Савремена медицина је незамислива без примене радио-нуклида у дијагностици и терапији. Радиоактивни изотопи се користе и у разним областима научних истраживања (за контролу многих процеса производње и производа у индустрији и за стерилизацију у медицини, фармацији и производњи прехранбених производа), у којима може да дође до тежих нуклеарних удеса (губљење у току транспорта и нестручно руковање). Тако је у Бразилу, у септембру 1987, јак извор радиоактивног цезијума који је кориштен у медицини, због непажње одговорних и незнања и радозналости неупућених – отворен и расут. На крају, четворо људи је умрло, због озрачености, док је 60 људи било на лечењу због радијационе болести. Примера губљења извора јони-

зујућег зрачења било је у нашој земљи (Прибој, Лесковац) али, срећом, није било великих последица. Потенцијални извори нуклеарних удеса су и производи широке потрошње који садрже радионуклиде. Такви производи су луминисцентне ознаке које се виде ноћу, детектори дима, радиоактивни громобрани, најављивачи пожара, индустријски радио-изотопи и изотопи који се примењују у медицини.

Утицај зрачења на здравље људи

Потенцијално најопаснији извор зрачења по живот и здравље становника једне земље јесте нуклеарно оружје. Иако је његова примена мало вероватна, она се никада у потпуности не може искључити, посебно у терористичком рату. У таквим ситуацијама с великом вероватноћом би се могла очекивати и радиоактивна контаминација простора, објеката и становништва изван подручја терористичких операција. Међутим, и у мирнодопским условима производња, транспорт и постављање нуклеарног оружја, представљају опасност за све земље, без обзира на њихов географски положај и политичке ставове према том подручју.

У случају нуклеарног удеса, због високог неутронског флукса и повишене температуре, топе се заштитне облоге и ослобађају физиони продукти. Већи део чврстих радио-нуклида задржава се у систему за филтрирање ваздуха, али приликом његове сатурације честице мање од 0,1 μm пролазе и одлазе у атмосферу. Кроз лаке системе за филтрирање ваздуха одлазе у атмосферу и поједине паре и гасови. То су, углавном, гасовити и волатилни продукти (бром и јод и њихови деривати), инертни гасови (криптон и ксенон) и чланови фамилије који настају бета распадом ^{35}Br , ^{36}Kr , ^{37}Pb , ^{38}Sr , ^{39}J , ^{53}I , ^{54}He , ^{55}Cz , ^{56}Ba , ^{57}La . Да би се знала кинетика деконтаминације неопходно је испитати сваки поступак у граничним случајевима, и то када је гас хемијски активан и када је хемијски инертан. На основу резултата испитивања тог хемијског модела сви остали гасови наћи ће се у оквирима добијеним тим испитивањима, са одређеним степеном ефикасности у спречавању контаминације радне и животне средине.

Садашња сазнања о дејству зрачења, а на основу тога и правила заштите, изграђена су на веома опречној претпоставци да је вероватноћа појаве штетних последица линеарно пропорционална дози зрачења. То значи да свака, па и најмања, доза оставља последице у организму. Наравно, ризик од малих доза је типично мали ризик који се није могао дефинисати ни веома опсежним и темељним истраживањима.

Дејство зрачења може се испољити директно на озраченој особи, путем соматских ефеката, или индиректно, на потомству, генетским ефектима. Ниске дозе зрачења повећавају вероватноћу појаве рака и леукемије (касни соматски ефекти) и генетских оштећења. Ризик од зрачења одређен је праћењем здравља људи озрачених већим дозама

зрачења. Резултати посматрања преживелих становника Хиросиме и Нагасакија недвосмислено указују на то да је повећање броја оболелих пропорционално примљеној дози зрачења, као и на различит степен ризика према старосним групама. При разматрању превентивних мера заштите од брзине и начина озрачења и контаминације становништва зависиће избор метода, правилност и брзина заштите и уклањања последица. Пре свега, треба узети у обзир соматска оштећења људи настала услед излагања високим дозама јонизујућег зрачења.² Општи симптоми акутног радијационог синдрома могу да буду различити (зависно од врсте радијације, дозе, близине извора зрачења и степена опекотина). При томе се терапијски акценат ставља на рехидрацију пацијената, као и на све мере асепсеа (скидање одеће, испирање водом или физиолошким растворима и локална и парентерална примена антибиотика). У току два часа након озрачења могу да се јаве мучнина и повраћање. Након две недеље може да дође до опадања косе, а у размаку од двадесет до тридесет дана на кожи абдомена могу да се појаве тачкаста крварења (услед делимичног оштећења коштане сржи и других крвних елемената) праћена знатним смањењем броја крвних зрнаца. Могу да се јаве и дијареје и интестинална крварења.³

Табела 1

Расподела радио-нуклида у човеку

Ред. бр.	Делови тела	Начин контаминације	Природни радио-нуклиди	Вештачки радио-нуклиди
1.	Плућа	Респираторним путем (удисањем аеросола и пара)	Rn-222, Po-210, Po-218, Pb-210	Ur-85, Te-133, Pu-239, Pu-240
2.	Кости	Перорално (преко хране и воде)	Ra-226, Ra-228, Pb-210	Sr-90, Pu-239, Pu-240
3.	Ткива	Перорално	H-3, C-14, K-40	Sc-137
4.	Штитна жлезда	Перорално	Ra-226, Pa-228	J-129, J-131
5.	Бубрези	Перорално	Th-230, Th-232, U-235, U-238	Pt-239, Pt-240
6.	Јетра	Перорално	Po-210	Au-198, Pt-239

² Израз соматске озледе (соматски ефекат) начелно се употребљава у вези с клинички испољеним ефектима, који настају услед оштећења ћелије после изложености радијацији. Такви ефекти могу да се испоље после неколико часова или седмица, или тек после неколико месеци, или чак много година након излагања радијацији.

³ Промене које се јављају у размаку од неколико часова и седмица после озрачења чине акутни радијациони синдром, док су оне које се уочавају након дужег времена познате под називом накнадни ефекти.

За одређену дозу радијације карактеристично је да је дужина тог интервала непосредно повезана с величином тела пацијента (што је крупнији пацијент, то је дужи интервал), а ако се почетни симптоми не развијају у року од пет до шест часова након озрачења до њих вероватно неће ни доћи. Сем тога, постоји повезаност између дужине интервала и изражености симптома (што је краћи интервал, симптоми су озбиљнији), док за пацијента одређене величине постоји обрнута повезаност између дужине интервала и дозе зрачења (што је већа доза, то је краћи интервал). Те одлике указују на то да је развој симптома повезан с циркулацијом извесне токсичне супстанце или супстанце која треба да достигне извесну критичну концентрацију у међућелијској течности пре него што се развију симптоми. Сматра се да се промене дешавају због пропустљивости мембране радиосензитивних ћелија у кратком временском интервалу после излагања радијацији, што се манифестује губљењем калијума и повећањем натријума у ћелији. Та промена пропустљивости може да се јави као ванћелијска циркулација метаболита који су нормално ограничени на ћелију а изван ње су токсични. Значајна је и соматска смрт ћелије, посебно смрт матичних ћелија, што је значајно у процесу оштећења, односно смањења коштане сржи и лимфопоетичног ткива и губитка интестиналних епителних ћелија.

Накнадни ефекти излагања радијацији могу да буду у виду нефросклерозе, катаракте, тумора и леукемије. Исто тако, излагање најнижим дозама радијације може да убрза процес старења. Генетичка истраживања дејства зрачења на човека су ограничена. Ризик од малих доза зрачења процењује се на основу праћења здравља људи озрачених високим дозама, тј. дозама које узрокују приметне ефекте. (Сви озрачени акутном дозом од 4,5 Sv биће озбиљно болесни а приближно половина ће умрети). Та доза чини средњу смртну дозу. Са повећањем дозе зрачења све брже наступају знакови слабости и смрт. Природним разликама осетљивости и отпорности појединих особа објашњавају се разноликости последице које могу настати у случају истих доза. Ако је уместо читавог тела излагање зрачењу ограничено само на део (екстремитети), реакција ће бити много мања и најчешће ће се ограничавати само на кожу.

Радиоактивну контаминацију хране и воде чини загађење на било који начин и било којим радиоактивним контаминантом. Подземне и надземне воде могу да садрже веће концентрације урана 238 и неких његових потомака (радијум 226 и радон 222). Извори загађења вода могу да буду радиоактивне отпадне воде, раствори неорганских и органских једињења који садрже радио-нуклиде, нуклеарна постројења и нуклеарно оружје, нуклеарне експлозије, радиоактивне падавине, и друго. Удеси на нуклеарним постројењима, удеси на нуклеарном

оружју који би изазвали нуклеарне експлозије и саме експлозије могу да буду узрок контаминације земљишта и воде на већим просторима.

Вода у артеријским, цевним и у затвореним бунарима није изложена контаминацији. За време кишних периода контаминираност се повећава услед спирања радиоактивних материја са контаминираног земљишта. Током ваздушних нуклеарних експлозија контаминација воде је два-три пута нижа него контаминација приликом приземних нуклеарних експлозија. Контаминација воде условљена је радиоактивном прашином, при чему се до 95 одсто физионих продуката чврсто веже за честице прашине које се у води тешко растварају. Спирање радиоактивних изотопа са површине честица прашине зависи од висине нуклеарне експлозије, природе земљишта у рејону експлозије и састава честица радиоактивне прашине.

У стајаћим водама дуго могу да се задрже високе концентрације радиоактивних материја. Време трајања контаминације проточних вода много је краће и одређено је брзином протицања и распрострањања контаминираних вода у већа водена прострaнства. Текуће воде контаминирају речно корито на знатној удаљености, али је контаминација већих река мања, посебно ако су реке брзе и богате водом. Од свих радиоактивних изотопа, као биолошки, веома су значајни Sr-90, Cz-137, Cr-144, Ba-140 и J-131, а од свих физионо-фузионих продуката експлозије најопаснији су Sr-90, Cz-137 и J-131, као и Pt-239 и U-235.

Нуклеарни тероризам

Тероризам означава застрашујућу и нечовечну појаву за коју се везују они који, опседнути првенствено политичким циљевима, прибегавају физичком насиљу, с намером да изазову нежељене и стравичне последице по људе и животну средину. Анализа дефиниције указује на то да је тероризам примена смишљеног, организованог и систематског насиља несuverеног (недржавни, невладин) субјекта (група, банда, организација, политичка странка) или сувереног (државни) субјекта, односно државе, одлучног да бруталном и најгрубљом физичком силом, над унапред одабраном или насумичном жртвом, изведе гнусни и крајње неморалан чин. Терористички акти указују на последице које нису везане само за појединце, већ за много шири круг људи, па и за државне заједнице.⁴

У делу студије ТЕРОР – 2000, један од аутора – М. Цетрон, председник међународног прогностичког центра LTD и експерт Ције, пише: „Нуклеарно, хемијско и биолошко оружје биће лако приступачно терористима сутрашњице а експерти предвиђају сценарио којим ће смртоносно семе бити посејано у систему подземног транспорта вели-

⁴ Р. Јовић, *Диверзантско-терористичка дејства НХБ оружјем*, ВИНЦ, Београд, 1987.

ке метрополе, контаминирајући и убијајући на хиљаде људи“. Према мишљењу групе аналитичара, операција која је била изведена у Јапану марта 1995, усмерена против путника токијске подземне железнице, само је увод у будуће акције, предговор за спектакуларан и драматичан развој стила терористичког деловања. То се догодило у Токију, као и у заштићеном Њујорку, што показује да терористи у својим акцијама користе најсавременија оружја и тактику. Они се све чешће одричу постављања бомби и окрећу ка коришћењу ефикаснијих средстава (на пример, нуклеарно оружје изазива смрт, сеје страх и указује на чињеницу да постоји снага која се мора поштовати).

Међународни тероризам је у сталном порасту, без обзира на све организоване супротстављање међународне заједнице и на мере које се предузимају ради његовог сузбијања. Савремени технолошки развој је омогућио терористима да се домогну средстава од чије се употребе деценијама страховало. Наиме, терористички акти указују и на могућност примене нуклеарних средстава, а последице њихове употребе испаштао би велики круг људи, па и државне заједнице.

Обиље нових радиоактивних производа погодно је за снабдевање терориста широм света. Бројни примери указују на то да појединци и групе имају довољно знања из нуклеарне физике, радиохемије и технологије да могу произвести многе врсте међупроизвода и направа таквог радио-токсичног дејства, да могу изазвати јаку радиолошку контаминацију, канцерогена обољења и дуготрајне последице по људе и остали живи свет. Тако терористи којима је основни циљ масовно физичко убијање „противника“, као и психолошко деловање, имају могућност да за своје акције користе нуклеарно оружје и радиоактивни материјал. На жалост, то више није само претпоставка, већ реална опасност од нуклеарног тероризма која се не сме потценити.

Бивши председник Савета безбедности Русије А. Лебед, на промоцији своје књиге *Мемоари војника*, указао је на опасност од појаве преносних нуклеарних бомби, које су „идеалне за терористе. Такво оружје постоји у Руској Федерацији али се може направити било где у свету. Научници и инжењери истраживачи који су развили нуклеарно оружје у неким земљама изузетно су лоше плаћени, тако да су спремни да га по тржишној вредности праве за друге. Није тешко замислити могућност да се такво оружје произведе у лабораторији у афричкој пустињи и испроба у неком насељу, после чега би уследило „цењивање светских престоница“.

Средином седамдесетих година 20. века један студент треће године нуклеарне физике на Пристонском универзитету одбранио је са одличном оценом семинарски рад, о томе како се лако може направити атомска бомба у „домаћој радиности“, по систему „уради сам“. Рад је опремљен и детаљним плановима производње. Бомба има сферичан облик пречника 60 cm, масе 38 kg. Производња кошта око 2.000

америчких долара, а таква бомба има трећину разорне снаге бомбе бачене на Хиросиму.

Нуклеарно оружје поседују: САД, земље бившег СССР-а, Велика Британија, Француска, Израел, Кина, Индија, Пакистан и Јужноафричка Република. Потенцијални произвођачи су: Бразил, Аргентина, Мексико, Јапан, Канада, Италија, С. Кореја... Цивилна индустрија већ сада годишње произведе око 500 t плутонијума (239), а за бојну главу чија експлозија уништава средње велики град потребно је само 10 килограма. У вези с применом тих изотопа у терористичким нападима и опасношћу по становништво, посебно је значајна велика отровност плутонијума. Према скали фаталних отрова, он је 20.000 пута опаснији од кобриног отрова или од калцијум-цијанида. Ако се удахне само честица, не већа од чиодине главе, после неколико дана наступа смрт, а мања количина изазива канцерозна обољења.

Најпогоднија нуклеарна средства за извођење терористичких акција су: физионо нуклеарно гориво, пројектили веома мале снаге физионог порекла (ручне израде или набављени на „црном“ тржишту и, евентуално, неутронско оружје.

Према једном хипотетичком ставу, уместо да праве атомску бомбу, терористи могу да запрете становништву тровањем плутонијумском прашином. Јер, уколико се само неколико десетина грама плутонијума убаци у резервоар водовода вода ће постати високо радиоактивна, односно биће неупотребљива за пиће због ризика по живот и здравље. Употреба такве воде може изазвати смрт десетак хиљада људи у првом наврату, а ефекти интерне контаминације осталих људи могу трајати неколико десетина година, па се такав резервоар мора затворити и забранити његово даље коришћење. Поред плутонијума, посебно су опасни и дуготрајни радио-нуклиди: стронцијум, полонијум, радијум и актинијум.

У садашње време није тешко направити атомску бомбу. Према мишљењу Теодора Тејлора, аутора можда најисцрпније студије о опасности од „нуклеарног тероризма“, једини проблем у вези с производњом нуклеарне бомбе јесте нуклеарни материјал, који је на црној берзи доступан сваком ко је спреман да добро плати.

Постоје подаци да САД и РФ поседују нуклеарно оружје веома мале снаге – од 0,1 kt, масе само 27 kg. Реч је о два типа оружја: SM-50 и D-444, које су велика опасност по човечанство уколико дођу у посед неодговорне владе или терориста. После чернобилске катастрофе, 1986. године, многи мешетари и плаћеници нуклеарне технологије надали су се да ће заборав ослабити отпоре према нуклеарној енергетској варијанти. Откриће црне берзе нуклеарног материјала и „уранијумске везе“, односно тајних канала којима се преноси плутонијум из „мирнодопских“ нуклеарних централа Европе ка неким земљама

„трећег света“ користећи њихову очајничку глад са „исламском нуклеарном бомбом“, обновиле су масовни страх од нуклеарне авети.

Док су нуклеарно оружје и радиоактивни материјал који су под контролом војске и даље релативно безбедни, веома је опасно постојање залиха плутонијума у институтима, лабораторијама и атомским електранама, у којима је обезбеђење испод очекиваног нивоа. Тако су шверцери радиоактивног материјала откривени у Италији и, што је за нас посебно значајно, високо радиоактивног урана у суседној Македонији.

Веома значајан аспект нуклеарног тероризма чине напад и заузимање нуклеарног постројења (електране, реактори) ради уцена, претњи, изазивања страха и публицитета. У ствари, реч је о могућности антропогених катастрофа – великих разарања и жртава на широком пространству.

У случају масовних тровања најчешћи „објекти“ тровања су вода и храна. Контаминација преко савремених система за снабдевање пијаћом водом (отворени примарни извори – реке, језера, речни бунари, фабрике за производњу воде и систем за дистрибуцију воде) и система за пречишћавање ваздуха (објекти за масовно окупљање, средства и објекти саобраћаја и велике зграде) погодан су начин за масовну контаминацију људи и радне и животне средине. Тровање хране у терористичке сврхе могуће је извести појединачним криминалним радњама или масовним тровањем због погодних физичко-хемијских особина неких радио-изотопа, који кумулативним дејством изазивају жељене ефекте.

Једна од карактеристика нуклеарних средстава јесте ниска цена и релативна лакоћа набавке, а предност је и њихова застрашујућа природа. Дакле, досадашњи аргумент стручњака и влада да је производња радио-токсичних материјала сложена и тешка више се не може прихватити. У једном извештају Ције каже се да је скривена производња нуклеарних средстава олакшана већ постојећим тајним погонима за производњу. Осим тога, експерти су израчунали да би губици цивилне популације коштали: 2.000 долара по квадратном километру у случају употребе конвенционалног оружја, 800 долара ако се употреби нуклеарно оружје, 600 долара употребом нервних бојних отрова и само један долар у случају употребе биолошких агенса. Савремени тероризам је често аполитичан и строго професионалан посао, лишен идеолошких предзнака, а терористи не праве селекцију приликом избора мете и средства напада. Терористи убудуће неће бити мотивисани идеологијом, већ првенствено етничком и религиозном мржњом, а циљ ће им бити уништавање људи и стварање осећаја страха, панике и несигурности. Садашња експлозија информација учинила је савремену технологију доступном хиљадама научника у земљама у развоју, што уз неконтролисану набавку репроматеријала може да доведе до реалне опасности од употребе нуклеарног оружја. У пракси, све је могуће, напад ће бити утолико вероватнији ако је нека зе-

мља немоћна да адекватним ударом (било којом врстом оружја) одговори на тај напад, или ако физичке препреке (мора, пространства) спречавају последице ретроактивности. Потенцијална претња од усамљеног терористе или неке фракције лако може да измакне обавештајној мрежи и да се тако умањи могућност превенције од нуклеарног тероризма.

Авиони су повредива радна и животна средина – затворен простор у којем су нуклеарна средства нарочито потентна, и који, истовремено, омогућава да се ограничи на последице, како у авиону, тако и у вези с његовим падом на земљу. Терористи, тражећи додатне жртве, или желећи да избегну компликације око уношења оружја у авион, могу за циљ да одаберу аеродромске зграде. Међутим, сматра се да терористи који намеравају да изведу напад тим гнусним оружјем могу да траже мање обезбеђене објекте него што су авиони или аеродроми, мислећи да они нису нарочито привлачна мета за нуклеарни тероризам.

Употреба радио-изотопа зависи од циља терориста. Ради постизања максималног публицитета могу да изаберу неки значајан догађај, као што је Олимпијада (део такмичења који се одржава у затвореном простору), политички конгрес или велики спортски догађај који се одржава на отвореном. За постизање бројних жртава систем подземне железнице такође може у сваком тренутку да буде савршен циљ.

За радио-хемијску лабораторију може легално да се набави опрема помоћу које може да се произведе више килограма радио-токсичне супстанце. Наиме, добро обучени појединац, улагањем неколико хиљада долара у лабораторијски прибор и опрему, може да обезбеди производњу неопходних основних компонената које могу да проузрокују смрт хиљада људи. Због тога је терористима много теже и ризичније да израде задовољавајућу опрему за дисперзију, која је такође сложена. Могућности тестирања таквих уређаја су ограничене, а за постављање уређаја и проверу његовог рада и после напуштања места на којем је постављен, потребно је од три до пет особа. Будући да су информације о циљу, посебно на основу система загревања и кондиционирања ваздуха, такође веома значајне, мало је вероватно да се може наћи комплетна особа која је, осим што поседује техничко знање, способна и да оперативно анализира циљ, метод напада, смештај уређаја, безбедност и начин бекства. Исто тако је невероватно да је терориста који поседује потребну тактичку вештину способан и за успешну производњу нуклеарних средстава.

Психолошко-комерцијални аспекти тероризма

Традиционалне терористичке организације избегавају нуклеарна средства из неколико разлога, укључујући непознавање одговарајуће технологије, непредвидљивост и опасност од агенса, моралне обзире,

бригу да насумични губици не нанесу политичку штету организацији и страх да се не изазову репресије погођене владе или народа. Насупрот томе, индивидуалци и нетрадиционалне групе које су набавиле та средства намеравају да мотивишу религијске фанатике, расисте или владине идеолошке противнике и често имају параноидне или завереничке погледе на свет. Такви терористи могу сматрати тероризам средством за разбијање корумпираног друштвеног слоја, за испуњење апокалиптичног пророчанства, и за побуђивање освете, или формом одбране од странаца које сматрају противницима опстанка групе. За терористе који намеравају да изведу напад карактеристично је да немају помоћ са стране или неког ко може да их усмерава или спречи њихову терористичку активност и насумично насиље. Религиозно мотивисане секте, на пример, одсечене су од спољашњег света и често их предводе харизматичне и неприкосновене вође, које их чине, у мањој мери, субјектом социјалних норми.

Терористи се све чешће одричу постављања бомби и почињу да користе ефикаснија средства. Нуклеарно оружје и изотопи изазивају смрт, сеју страх и указују на чињеницу да постоје снаге које се морају уважавати. На пример бела расистичка хришћанска група позната као „Савез мач и рука господ“ (ЦСА) желела је да сруши федералну владу и убрза повратак месије. Због тога је 1986. године набавила већу количину високо токсичног галона цијанида. Према изјави лидера те групе Хима Елисона, намеравали су да затрују водовод у неколико већих градова САД, верујући да ће бог усмерити смрт од цијанида само на изабране појединце, невернике, Јевреје и црнце у главном граду. Иако је жеља за изазивањем масовних губитака један од специфичних чинилаца који могу да мотивишу терористе да употребе то оружје, као супротност уобичајеним пушкама и експлозиву, очигледно је да морају постојати и други разлози за њихову примену. Бомбе терористи користе због изазивања шока, драме и ефекта експлозије. За друге терористе, постојање сумње у извршење нуклеарног напада може бити схваћено као мана. Изненадна појава болести изазвана ослобађањем агенса, нарочито ендемског типа, може бити схваћена као природна контаминација, што умањује вредност остварења постављеног терористичког циља. Поред оперативног разматрања, избор нуклеарног оружја може такође да буде у вези и са дубоким психичким потребама појединих терориста.

Радио-токсини, осим производње у мањој лабораторији, могу да се набаве и на друге начине, као што је набавка комерцијално доступних изотопа, крађа радио-хемијске муниције, или добијање готових нуклеарних средстава од државе покровитеља која подржава тероризам. Материјали који су доступни преко комерцијалних канала могу да се купе или украду. На пример, за мала, не претерано деструктивна терористичка дејства сасвим су задовољавајући радио-изотопи који се свакодневно користе у индустрији у војне сврхе и у медицини.

Теретна возила, натоварена радиоактивним материјалом, као предмет могућих отмица, такође су реална претња. Неки аутори сматрају да куповина комерцијално доступних нуклеарних средстава може да буде ризик за терористе, па ако желе да нанесу губитке већих размера вероватно ће то учинити са комерцијално доступним радио-изотопима произведеним у тајним лабораторијама. У поређењу са нуклеарним постројењима и биолошким истраживачким лабораторијама, најлакше је украсти ускладиштене изотопе, јер после дужег чувања, може се, чак, десити да припадници службе обезбеђења и не знају шта чувају.

Терористи се могу домоћи и радиоактивне муниције заостале из бројних ратова широм Земљине кугле која је, и поред протеклог времена, и даље довољно потентна. Према постојећим проценама, нуклеарно оружје је остављено на многим сметлиштима муниције, нарочито у северној Африци, на Средњем истоку и на Балкану. Међутим, случајеви тероризма које спонзорише држава до сада су били изузетно ретки. Све оне се пре одлучују за специјалне снаге него за независне терористичке групе, вероватно због могућег губитка контроле над таквим групама. Процењује се да би последице биле још теже у случају да се међу контаминиранима налазе и они на које се рачуна као на активне сараднике у препознавању и санирању настале ситуације.

Заштита од нуклеарног тероризма и удеса

Нуклеарни тероризам, као феномен савременог доба, због непредвидивости акција, одлучности, фанатизма и суровости велика је претња човечанству. Стога, у средишту светског и нашег интересовања свакако су проблеми одбране и заштите од нуклеарног тероризма у савременим међународним односима. Већина стручњака је песимистична у вези с одбраном од терористичких дејстава нуклеарним оружјем. Они сматрају да готово не постоји успешан систем контроле радио-токсичних супстанци, изузев у значајним војним складиштима. Међутим, чак и бољи опис терористичких група повећава способност криминалистичке службе да процени могућност терористичког акта и предузме превентивне мере. Анализа понашања терористичких група, као што је избор агенса и система за дисперзију, такође може да помогне да се побољша ефикасност медицинских, превентивних и осталих мера, као и других неопходних активности.⁵

Упркос великим потешкоћама, одбрана земље од нуклеарног напада и тероризма, ипак је могућа. Широка мрежа научноистраживачких установа, лабораторија, медицинских центара и разних других

⁵ М. Јовичевић, *Човек и колектив у ванредним ситуацијама*, ВИЗ, Београд, 1978.

установа треба да буде у служби правременог откривања опасности и њиховог порекла. Из тога произилазе опште и посебне мере заштите и уклањања последица.

С обзиром на велике жртве и последице које би настале у живој средини у случају примене нуклеарног оружја, у свету постоје два схватања: оптимистичко – да не постоји могућност примене тих средстава у терористичке сврхе и песимистичко схватање – да постоји реална опасност од нуклеарног тероризма.⁶ Оба схватања се морају сагледавати повезано и изналазити начин за спречавање тог облика тероризма. До недавно је опасност од нуклеарне акције терориста изгледала, ипак, мало вероватна, јер је масовно убијање контрапродуктивно, будући да је исувише неселективно. Стога се сматрало да основно опредељење терориста за коришћење нуклеарних средстава није засновано на томе што оно омогућава убијање већег броја људи, већ на томе што би свака нуклеарна акција изазвала велику пажњу и општу несигурност. Међутим, терористи фундаменталистичко-религијског типа, са одређеним циљем или без њега, вероватно неће размишљати о последицама таквог акта, што мора да се узме у обзир при разматрању реалне опасности од нуклеарног тероризма.

Сигурно је да постоји ефикасан одговор на употребу нуклеарног оружја. То су класичне и посебне мере заштите које организују снаге одбране (Војска, цивилна одбрана и заштита, специјализоване установе и јединице посебно опремљене за предузимање ефикасних мера у случајевима нуклеарних удеса у миру и непосредној ратној опасности, итд.). Заштита од нуклеарних удеса у миру део је обезбеђења у оквиру система АБХО земље и обухвата следеће садржаје обезбеђења: нуклеарну контролу, заштиту и уклањање последица.

За заштиту животне средине од удеса изазваних изворима јонизујућих зрачења потребна организација обезбеђења условљена је законском регулативом услова рада са изворима јонизујућег зрачења, превентивним мерама, потребом што ранијег откривања нуклеарног удеса, спречавањем последица и њиховим ефикасним уклањањем.⁷ Основни субјекти планирања и организације нуклеарне заштите су: органи власти дефинисани Уставом (републичка влада, округ, општина), предузећа или установе корисници извора јонизујућег зрачења (ако се удес деси у земљи), ресорна министарства, јединице и установе Војске, МУП, институти, научноистраживачке установе, високошколске установе и цивилна одбрана и заштита.

Основне мере у оквиру обезбеђења од нуклеарног удеса су: успостављање линије контроле нуклеарног удеса – систем раног откривања удеса и непосредна линија координације (од корисника извора зра-

⁶ В. Ђукић, *Нуклеарно оружје* (наставни материјал), Управа за школство и обуку ГШВ, 2003.

⁷ Р. Биочанин, *Нуклеарна, хемијска и биолошка заштита*, Школски центар АБХО, Крушевац, 1994.

чења до републичке владе и савета министара), мерења у случају нуклеарног удеса (појачавају се мерења која се у мирнодопско време обављају законским прописима и уводе се, по потреби, специфична мерења која обављају експертски тимови и поједини институти у МО, Војсци и друштву), мере за спречавање и уклањање последица (доносе се на основу одговарајућих правилника и зависно од конкретне ситуације), обавештавање јавности и проглашење ванредних догађаја, оспособљавање кадра и обучавање снага за обезбеђење од нуклеарног удеса, опремање снага средствима за обезбеђење од нуклеарног удеса, едукација становништва о мерама обезбеђења, и друго.

Систем обезбеђења започиње проценом, праћењем и утврђивањем ванредног догађаја. То може да буде на основу директног позива из предузећа–установе, округа, општине (кад се удес деси у земљи) или на основу компактног мониторинга (када се удес деси у иностранству). Информација треба брзо да се проследи надлежним органима ради доношења одговарајуће одлуке. Када се активира рад комисије за заштиту од јонизујућег зрачења, на савезном нивоу, којој се достављају све до тада познате чињенице о удесу, комисија утврђује карактеристике удеса и предлаже даље мере надлежним органима зависно од врсте и обима удеса.

Обезбеђење Војске од нуклеарних удеса у миру и заштита животне средине у случају удеса у друштву остварује се функцијом планирања, организовања, руковођења и командовања, реализацијом садржаја обезбеђења, оспособљавањем кадра, обучавањем јединица, опремањем средствима НВО АБХО за специјалистичке задатке и организацијом сарадње с ослоном на капацитете територије.

У оквиру организације обезбеђења треба обезбедити ваљану процену и прогнозу могућих нуклеарних удеса. У изради плана учествују: надлежни државни органи, научноистраживачке установе, истраживачко-развојне јединице и друге установе и институти земље, предузећа, координациони тимови виших команди Војске, стручни органи родова и служби Војске и установе Министарства одбране и Војске (Војнотехнички институт, Технички опитни центар, Војномедицинска академија, Центар за усавршавање кадра АБХО, заводи за превентивну медицину итд.). Планом се обухватају сви садржаји значајни за организацију обезбеђења којима се стварају услови за живот и рад, очување готовости и радне активности и могућности интервенције у случају удеса. Основним документима плана обезбеђења (процена опасности, закључак из процене, директиве за организацију) прикључују се и друга документа која омогућавају успешну организацију и спровођење мера (радна карта, план ангажовања снага, упутства за рад, план везе, и слично). Основу плана чини процена опасности од нуклеарних удеса, која има превасходну улогу у организацији обезбеђења, а постављени циљ може се остварити ако су сви носиоци

мера и садржаја обезбеђења јединствено припремљени, организовани, оспособљени, обучени и опремљени у оквиру јединственог система АБХО. План обезбеђења ради се на нивоу гарнизона (аеродрома, сидришта), а по вертикали преко команди оперативних састава и на нивоу Генералштаба Војске. Садржаје нуклеарног обезбеђења планира и организује ГШВ (сектори и самосталне управе), а реализују (спроводе) команде, јединице и установе Војске зависно од места, задатака и могућности употребе. Мере из садржаја контроле организују се и спроводе ради откривања опасности, утврђивања појединих параметара, комплексног сагледавања и праћења ситуације, обавештавања и узбуњивања, организовања контролно-заштитне службе, и слично.

Основна мера контроле је извиђање, које обухвата мерење јачине дозе и примљене дозе јонизујућег зрачења и узимања узорака за лабораторијску анализу, утврђивање и обележавање граница контаминације и праћење облака. Заштита људи, животиња и материјалних добара обухвата мере и поступке којима се спречавају или умањују ефекти и последице удеса и контаминације. Заштита људи остварује се употребом заштитних средстава (формацијска, месна, приручна), склањањем у склоништа, коришћењем возила и других средстава за заштиту, организовањем контролно-заштитне службе, ограничавањем употребе контаминираних хране и воде, евакуацијом из угрожених подручја итд. Уклањање последица нуклеарног удеса је организована делатност којом се умањују или отклањају последице а опасност по људе и животиње своди на дозвољени степен. У нашој земљи постоје следећи прописи којима се регулишу те активности: Закон о здравственој исправности животних намирница и предмета опште употребе, Одлука о систематском испитивању садржаја радионуклида у животnoj средини и Правилник о границама радиоактивне контаминације животне средине и начина спровођења деконтаминације. На нивоу државне заједнице формирана је екипа за хитне интервенције у случају нуклеарних и хемијских удеса у миру, која је оспособљена и опремљена за обављање специјалистичких задатака у миру, непосредној ратној опасности и у рату.

Закључак

У случају употребе нуклеарног оружја, удеса и нуклеарног тероризма последице би биле катастрофалне по људе, биљни и животињски свет и, уопште, по животну средину. Поред ефекта дејства нуклеарних пројектила и нуклеарних хаварија већег степена страдало би у великом обиму становништво, градови би били разорени или оштећени, а облак радиолошке контаминације развео би се на широком пространству. У постнуклеарном периоду дошло би до значајне

промене климе, што би учинило да они који су преживели нуклеарни рат или удес с тежим последицама имају мале могућности да преживе. Светски научници истраживачи, који су напредак науке осећали као обавезу, касно су схватили да нису били морално дорасли новом застрашујућем проналаску.

Нуклеарне електране могу да буду атомске „бомбе“ на сопственој територији или на територији суседних земаља. Но, њима треба додати као потенцијалну опасност и остале делове нуклеарног горивог циклуса (рудници урана, радиоактиван отпад, прерађено истрошено ураново гориво и депоније на које се одлаже. У оквиру терористичких акција могућа је злоупотреба мини атомских бомби из састава војске бившег СССР-а и других земаља које се могу носити у војничком ранцу а којима се могу усмртити десетине хиљада људи у једном граду.

Савремена медицина је незамишљива без примене радио-нуклида у дијагностици и терапији, а извори јонизујућег зрачења користе се у великом обиму у савременој индустрији, школама и институтима. Ризик од јонизујућег зрачења утврђује се на основу праћења здравља људи озрачених већим дозама зрачења. Резултати посматрања преживелих становника јапанских градова Хирошимае и Нагасакија, енормно озрачених након чернобилске катастрофе и озрачених припадника водећих оружаних снага недвосмислено показују на повећање броја оболелих. Последице од примене муниције са осиромашеним ураном на простору Ирака, бивше БиХ и СРЈ (посебно на просторима КиМ) биће велике и дугорочне. Број оболелих је огroman и у пропорцији је са примљеном дозом јонизујућег зрачења, старосном категоријом и здравственим стањем организма.

Садашња сазнања о дејству зрачења на људе и правила заштите и уклањања последица заснивају се на веома опречној претпоставци да је вероватноћа појаве штетних последица линеарно пропорционална примљеној дози јонизујућег зрачења. То значи, да нема „дозвољене“ дозе и да свака, па и најмања доза таквог зрачења оставља последице по човека и остали живи свет. Здравствене и медицинске мере заштите које би се предузеле у случају нуклеарног удеса, у условима масовног озрачивања, зависе првенствено од прихватљиве границе „излагања“ дејству јонизујућег зрачења и капацитета за шире медицинско збрињавање.

С обзиром на потенцијално ратно окружење и тежњу да се у одређеним тренуцима терористичким активностима изазову несигурност и паника код грађана, и поред свих мера безбедности, постоји опасност од нуклеарног тероризма на нашем простору. Највероватнији објекти у којима би се применио нуклеарни материјал јесу затворени простори (биоскопи, спортске дворане, касарне, интернати, аутобуси, возови, зграде републичких и државних органа и остали објекти, у којима се грађани масовно окупљају). Међутим, сигурно је

да постоји ефикасан одговор на нуклеарну опасност: од класичних мера безбедности које предузимају грађани и установе (Војска, МУП) до активирања надлежних специјализованих установа и јединица посебно опремљених за предузимање ефикасних мера у случајевима нуклеарних удеса у миру (јединице АБХО, санитарске јединице и јединице цивилне одбране). Ако се правовремено не предузму свеобухватне мере, напредак у решавању критичне ситуације настале због нуклеарног напада био би спор и неефикасан. У таквим условима, учесници акције спасавања морали би да се сналазе како најбоље знају и умеју, са ограниченим расположивим ефективима.

Литература:

1. A. S. Mc. Lean, *Radiation Accidents*, Proc. Symposyuum Handling of radiation accidents, IAEA, Vienna, 1997.
2. Ф. Манец, *Заштита од оружја масово поражења*, „Воениздат“, Москва, 1971.
3. *Упутство за обезбеђење од Н и Х удеса у миру*, ГШВЈ, Београд, 1988.
4. С. Јакшић, Р. Биочанин, „Обезбеђење од хемијских удеса у миру“, „Нови гласник“, бр. 3–4, НИУ „Војска“, Београд, 1996.
5. Р. Биочанин, Д. Николић, М. Петковић, *Нуклеарни удеси у миру и заштита*, 12. конгрес нуклеарне медицине Југославије, 24–26 септембар, Соко Бања, 1998.
6. Д. Петровић, М. Косанић, „Преглед Н и Х акцидената у свету и мере заштите“, Билтен ШЦ АБХО, бр. 10, Крушевац, 1999.
7. Д. Николић, Р. Биочанин, „Резултати мерења јонизујућег зрачења као последице НАТО агресије“, *Зборник радова међународног саветовања „Еколошке последице рата у животnoj средини“*, Теслић, 1999.
8. Р. Биочанин, М. Војиновић – Милорадов, „Последице НАТО агресије на животну средину“, (стручни скуп „Октобарски сусрети здравствених радника Србије“, 23–28. октобар Златибор, 2000.
9. Војводић В., *Нуклеарна борбена средства*, ТШЦ КоВ ЈНА, Загреб, 1974.
10. В. Радивојевић и Р. Јестровић, *Могућност начела употребе НХБ оружја потенцијалних агресора*, ЦВВШ, 1998.
11. *The Problems of C and B warfare*, CIPRI, Stockholm, 1973.
12. Р. Биочанин, В. Ђукић, „Ризик НХБ тероризма у осигурању и организација система заштите“, 11. научно-стручни скуп са међународним учешћем „Ризик пожара, експлозије, хаварије, провале у осигурању и организација система заштите“, 13–14. новембар 2003, Београд.