

Anna Łasińska

Szkolenie z zakresu reagowania na zdarzenia z udziałem czynnika CBRN

W dniach 11–13 września 2017 r. w Szkole Głównej Służby Pożarniczej (dalej: SGSP) w Warszawie odbyło się szkolenie dotyczące reagowania na zagrożenia związane z wystąpieniem czynników masowego rażenia (CBRN). Szkoła Główna Służby Pożarniczej jest uczelnią publiczną kształcąca i wychowującą strażaków Państwowej Straży Pożarnej, szkolącą funkcjonariuszy innych służb i straży oraz osoby cywilne w zakresie bezpieczeństwa powszechnego i ochrony ludności. Szkoła Główna Służby Pożarniczej została utworzona *Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 1982 r. w sprawie utworzenia Szkoły Głównej Służby Pożarniczej* (DzU nr 3 poz. 21) i działa na podstawie *Ustawy z dnia 27 lipca 2005 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym* (t.j.: DzU z 2017 r. poz. 2183, ze zm.) oraz statutu. Jest to jednocześnie jednostka organizacyjna Państwowej Straży Pożarnej działającej na podstawie *Ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Pożarnej* (t.j.: DzU z 2018 r. poz. 1313). W SGSP są prowadzone projekty badawcze o charakterze podstawowym i stosowanym. Realizuje się je w ramach działalności statutowej szkoły, badań własnych projektów zamawianych, a także w ramach grantów pozyskiwanych m.in. z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz tematów badawczo-wdrożeniowych, finansowanych przez przedsiębiorców krajowych. Prowadzone są również projekty badawcze finansowane lub dofinansowywane przez Komisję Europejską, a także we współpracy z uczelniami krajowymi i zagranicznymi zajmującymi się ochroną przeciwpożarową, ochroną ludności i ochroną środowiska.

Idea szkolenia zrodziła się w związku z wykonywaniem przez SPSG czynności na rzecz zapobiegania i przeciwdziałania zagrożeniom terrorystycznym. Profesjonalna realizacja tego rodzaju zadań wymaga szczególnych umiejętności od ekspertów kryminalistyki pełniących służbę m.in. w Biurze Badań Kryminalistycznych ABW, wykształconych i szkolonych w tym kierunku. Ich udział w operacjach, przy których realizacji istnieje prawdopodobieństwo zetknięcia się z czynnikami niebezpiecznymi, w tym także czynnikami określanymi jako CBRN, wskazuje na potrzebę stałego pogłębiania wiedzy i umiejętności reagowania na takie zagrożenia.

W szkoleniu uczestniczyło 14 funkcjonariuszy BBK ABW. Obejmowało ono wykłady oraz ćwiczenia z zakresu zagrożeń biologicznych, radiologicznych oraz chemicznych.

Wykład na temat zagrożeń biologicznych poprowadziła dziekan Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Cywilnego mł. bryg. dr inż. Anna Prędecka. W pierwszej części wystąpienia wskazała unormowania prawne odnoszące się do czynników biologicznych. Są nimi:

- *Ustawa z dnia 14 marca 1985 r. o Państwowej Inspekcji Sanitarnej* (t.j.: DzU z 2017 r. poz. 1261, ze zm.),
- *Ustawa z dnia 5 grudnia 2008 r. o zapobieganiu oraz zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi* (t.j.: DzU z 2018 r. poz. 151),
- *Dyrektywa 2000/54/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 września 2000 r. w sprawie ochrony pracowników przed ryzykiem związanym z narażeniem na działanie czynników biologicznych w miejscu pracy (siódma dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG)* (Dz. Urz. UE L 262 z 17 października 2000 r., s. 21),
- *Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 czerwca 2012 r. w sprawie warunków i sposobu przygotowania oraz wykorzystania podmiotów leczniczych na potrzeby ochronne państwa oraz właściwości organów w tych sprawach* (DzU z 2012 r. poz. 741),
- *Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki* (DzU nr 81 poz. 716, ze zm.).

Przedstawiono definicję czynników biologicznych, do których zaliczono: drobnoustroje komórkowe, pasożyty wewnętrzne, jednostki bezkomórkowe zdolne do replikacji lub przenoszenia materiału genetycznego, w tym zmodyfikowane genetycznie hodowle komórkowe, które mogą być przyczyną zakażenia, alergii lub zatrucia. Szkodliwe czynniki biologiczne sklasyfikowano w czterech grupach:

1. Czynniki, przez które wywołanie chorób u człowieka jest mało prawdopodobne.
2. Czynniki, które mogą wywoływać choroby u człowieka, mogą być niebezpieczne dla pracowników, ale których rozprzestrzenianie wśród ludzi jest mało prawdopodobne. Zazwyczaj także istnieją skuteczne metody profilaktyki lub leczenia chorób przez nie wywołanych.
3. Czynniki, które mogą wywoływać u człowieka ciężkie choroby, są niebezpieczne dla pracowników, a ich rozprzestrzenianie wśród ludzi jest bardzo prawdopodobne. Zazwyczaj istnieją skuteczne metody profilaktyki lub leczenia chorób przez nie wywołanych.
4. Czynniki, które wywołują u człowieka ciężkie choroby, są niebezpieczne dla pracowników, a ich rozprzestrzenianie wśród ludzi jest bardzo prawdopodobne. Zazwyczaj nie ma skutecznych metod profilaktyki ani leczenia chorób przez nie wywołanych.

Podstawą tej klasyfikacji były następujące kryteria:

- prawdopodobieństwo wywołania chorób u człowieka,
- możliwe skutki narażenia pracownika,
- prawdopodobieństwo rozprzestrzeniania się szkodliwego czynnika wśród ludzi,
- skuteczność profilaktyki i leczenia.

Dalszą część wykładu poświęcono omówieniu ilościowej i jakościowej kontroli szkodliwych czynników biologicznych w środowisku pracy. Stanowią one istotny

problem medycyny pracy i zdrowia środowiskowego. Przy podejrzeniu, że określona grupa pracowników jest narażona na działanie szkodliwych czynników biologicznych, które mogą powodować objawy chorobowe w tej grupie, należy potwierdzić zasadność takiego przypuszczenia. Dokonuje się tego przez wykrycie danego czynnika w środowisku pracy i określenie wielkości narażenia, a także przez bezpośrednie lub pośrednie stwierdzenie obecności czynnika biologicznego w organizmie chorego pracownika. Do wykrywania obecności czynników biologicznych w środowisku pracy i określenia rozmiarów narażenia najbardziej przydatne jest badanie bioaerozoli. Istotne może być również mikrobiologiczne badanie próbek pyłu osiadłego, materiału biologicznego pracowników oraz surowców obecnych w pomieszczeniach.

Metody pobierania cząstek bioaerozoli zależą od ich właściwości fizycznych i biologicznych. Ten proces ma na celu wychwycenie jak największej liczby cząstek biologicznych z powietrza, a następnie zgromadzenie ich (bez zmiany ich struktury i bez ich uszkodzenia) w taki sposób, aby umożliwić późniejszą analizę. Współczesne wymagania techniczne dotyczące badań powietrza zanieczyszczonego mikrobiologicznie zalecają stosowanie metod wolumetrycznych polegających na aktywnym pobieraniu próbki powietrza o określonej objętości. Do pobierania próbek bioaerozoli najczęściej wykorzystuje się: metody zderzeniowe (impakcyjne), impingement, czyli wychwyty cząstek do cieczy, metody filtracyjne oraz elektrostatyczne.

Impakcja jest jedną z najczęściej stosowanych metod pobierania próbek bioaerozoli. W celu separacji cząstek ze strumienia powietrza w tej metodzie wykorzystuje się siłę bezwładności. Proces impakcji zależy od właściwości inercyjnych cząstek (ich wielkości, gęstości, prędkości), parametrów fizycznych użytego impaktora (wymiarów dyszy lub dysz) oraz odległości dyszy (dysz) od powierzchni wychwyty (determinuje to prędkość przepływu strugi powietrza przez przyrząd pomiarowy). W impaktorach kierunek ruchu strumienia powietrza przechodzącego przez otwór wlotowy przyrządu pomiarowego ulega gwałtownej zmianie (najczęściej pod kątem 90°). W wyniku działania siły inercji cząstki o większej masie wypadają ze strumienia powietrza na powierzchnię wychwyty, natomiast cząstki drobniejsze nadal się w nim utrzymują i wraz z nim przechodzą na zewnątrz przyrządu lub na kolejne piętra impaktora. Wśród odmian impakcji stosowanych do wychwyty cząstek biologicznych z powietrza wyróżnia się:

- impakcję bezwładnościową,
- impakcję wirową,
- impingement.

Impingement, czyli impakcja do cieczy, jest metodą polegającą na równoległej depozycji cząstek aerozolu w cieczy oraz ich dyfuzji w obrębie pęcherzyków tejże cieczy. W tej metodzie jako medium wychwytyjące najczęściej stosuje się wodę oraz ciecze o lepkości podobnej do wody lub ciecze nieparujące, których lepkość jest wielokrotnie większa od lepkości wody (np. „lekki” lub „ciężki” olej mineralny). Woda i ciecze zbliżone do niej dość szybko odparowują, dlatego stosując je, należy

ograniczać czas pobierania próbki. Użycie cieczy o małym współczynniku parowania (np. glicerol) pozwala na wydłużenie czasu pobierania próbki aerozolu biologicznego.

Filtracja jest definiowana jako proces separacji cząstek z powietrza, w którym są one zawieszane podczas przepływu strugi przez porowate medium (filtr). Typowe filtry stosowane do pobierania próbek bioaerozolu są zazwyczaj cienkie (zwykle poniżej 2 mm grubości) lub wielokrotnie uwarstwione i zawierają liczne pory o średnicy od 0,2 μm do 3 μm . Sprawność tego typu metody pobierania zależy od: właściwości fizycznych samych cząstek (ich średnicy aerodynamicznej), właściwości filtru (średnicy jego porów i uwarstwienia) oraz prędkości przepływu strugi. W pomiarach bioaerozoli najczęściej stosuje się filtry: poliwęglanowe, żelatynowe, teflonowe, z polichlorku winylu, z włókna szklanego, z octanu celulozy i mieszaniny estrów celulozy.

Elektrostatyczna precypitacja to sposób pobierania bioaerozolu, w którym separacja cząstek ze strugi powietrza zachodzi wskutek oddziaływań elektrostatycznych. Znajdujące się w strumieniu powietrza cząstki bioaerozolu naturalnie obdarzone ładunkiem elektrycznym przepływają przez jonizator, gdzie dodatkowo zostają „doładowane” elektrycznie. Separacja tak naelektryzowanych cząstek wewnątrz przyrządu pomiarowego jest uwarunkowana ich migracją i depozycją na odpowiednim medium (przystosowanym do późniejszej analizy) w silnym polu elektrycznym. Wykorzystanie naturalnych właściwości elektrostatycznych cząstek powoduje, że ta metoda jest określana jako „łagodna” i wysokosprawna technika pobierania bioaerozolu.

Kolejnym tematem poruszonym podczas szkolenia była ocena ryzyka zawodowego wynikającego z kontaktu pracowników z czynnikami biologicznymi, w myśl dyrektywy 2000/54/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 18 września 2000 r. Przy ocenie ryzyka zawodowego narażenia się na działanie czynników biologicznych należy brać pod uwagę:

- wykaz i klasyfikację szkodliwych czynników biologicznych,
- rodzaj, stopień oraz czas trwania narażenia na działanie szkodliwego czynnika biologicznego,
- potencjalne działanie w wyniku narażenia na działanie szkodliwego czynnika biologicznego (alergizujące, toksyczne, wywołanie choroby),
- drogę przenoszenia,
- istnienie skutecznej szczepionki,
- specyficzne czynności, np. powodujące powstawanie aerozoli,
- czynności wykonywane przy dużym stężeniu czynnika biologicznego,
- czynności wykonywane w narażeniu na czynnik biologiczny o niskiej dawce infekcyjnej,
- wykonywanie czynności z czynnikami znajdującymi się w grupie wysokiego ryzyka,
- wykonywanie czynności z czynnikami wysoce infekcyjnymi, przy wysokim ryzyku skażenia się itp.,

- informacje o:
 - potencjalnym działaniu alergizującego lub toksycznego, szkodliwego czynnika biologicznego,
 - chorobach, które mogą wystąpić w następstwie narażenia,
 - stwierdzonych chorobach, które mają bezpośredni związek z wykonywaną pracą,
 - profilaktyce i działaniach zapobiegawczych,
 - czasie przechowywania dokumentów (przypadki, kiedy rejestr pracowników narażonych na działanie danego czynnika biologicznego ma być przechowywany przez co najmniej 10 lat po zakończeniu ostatniego zanotowanego przypadku narażenia).

Informacje na temat potencjalnego działania alergizującego lub toksycznego, szkodliwego czynnika biologicznego zamieszczono w wykazie czynników biologicznych (załącznik 1 do *Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki*). W wyżej wymienionym wykazie czynniki o działaniu uczulającym zostały oznaczone literą A, czynniki wytwarzające toksyny zaś literą T. Czynniki, przeciw którym istnieje skuteczna szczepionka, oznaczono literą V. Jeżeli wymagany czas przechowywania rejestru pracowników narażonych na dany czynnik biologiczny jest dłuższy niż 10 lat od ostatniego zanotowanego przypadku narażenia, to taki czynnik został oznaczony literą D.

Przy ocenie ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na szkodliwe czynniki biologiczne postępuje się podobnie jak przy ocenie innych zagrożeń. Pierwszym krokiem jest tu charakterystyka stanowiska zawierająca następujące elementy:

- procesy pracy,
- typowe czynności w ramach procesów pracy,
- czynniki biologiczne występujące w środowisku pracy,
- miejsce występowania czynników biologicznych na stanowisku pracy,
- dostępne, ogólne informacje dotyczące narażenia.

Drugim krokiem jest identyfikacja i charakterystyka zagrożeń. Należy tu określić:

- rodzaj szkodliwego czynnika biologicznego,
- źródło zagrożenia, np. człowiek, zwierzęta, gleba,
- grupę zagrożenia,
- czas trwania narażenia,
- potencjalne działanie,
- drogi przenoszenia,
- objawy zakażenia (tylko w przypadku, gdy objawy jednoznacznie wskazują jednostkę chorobową),
- możliwe skutki zakażenia,
- skuteczność metod profilaktycznych i leczenia,
- liczbę zachorowań w zakładzie.

Kolejnym krokiem jest szacowanie ryzyka:

- prawdopodobieństwa zakażenia,
- skutków zakażenia, np. choroby, ewentualne działania alergizujące i (lub) wywołujące zatrucie,
- ekspozycji na zakażenie.

Czwarty krok to wartościowanie ryzyka i określenie, czy jest ono dopuszczalne. Po ocenie ryzyka należy wybrać działania, które je ograniczają lub eliminują. Ogólne środki ochronne to:

- środki konstrukcyjne i techniczne – łatwe do czyszczenia powierzchnie podłóg i sprzętu, redukcja i ochrona przed aerozolami i oparami;
- środki organizacyjne – monitoring oraz procedury postępowania odpowiednie do występujących czynników biologicznych;
- środki higieniczne:
 - wydzielanie pomieszczeń higieniczno-sanitarnych (łazienki i przebieralnie),
 - wydzielanie pomieszczeń socjalnych,
 - mycie rąk,
 - zakaz spożywania posiłków i palenia papierosów w miejscu pracy,
 - regularne mycie (odkażanie) stanowiska,
- przeprowadzanie szkoleń itp.;
- środki ochrony indywidualnej – w zależności od rodzaju czynnika zgodnie z oceną ryzyka;
- profilaktyka z zakresu medycyny pracy – badania profilaktyczne, szczepienia ochronne.

Specjalne środki ochronne stosowane przy wykonywaniu czynności związanych z narażeniem na czynniki biologiczne częściowo dla drugiej, trzeciej i czwartej grupy zagrożenia, wybrane odpowiednio dla grupy zagrożenia na podstawie wymagań podanych w załącznikach rozporządzenia, to środki hermetyczności i stopnie hermetyczności. Podczas szkolenia omówiono również zagadnienia związane ze środkami ochrony indywidualnej, które są stosowane przy narażeniu na szkodliwe czynniki biologiczne. Przy wykonywaniu prac narażających na szkodliwe czynniki biologiczne zasady postępowania i środki ochrony zostały określone w cytowanym *Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki*.

W ramach omawiania zagrożenia biologicznego skupiono się również na pojęciu broń biologiczna (broń B, czyli broń masowego rażenia), w której ładunkiem bojowym są patogenne mikroorganizmy (np. laseczki wąglika) lub wirusy (np. wirus ospy prawdziwej). Do broni biologicznej zalicza się zwyczajowo także broń opartą na toksynach pochodzenia biologicznego (np. botulina, rycyna).

Broń biologiczna może znaleźć zastosowanie podczas ataku na pojedyncze osoby, oddziały wojska, a także ludność cywilną. Celem ataku biologicznego mogą być również jednorodne monokultury roślinne lub hodowle zwierząt gospodarskich (terroryzm socjoekonomiczny).

Ze względu na znaczenie patogenów jako potencjalnego środka broni biologicznej wyróżnia się trzy główne (według CDC¹) grupy, oznaczone kolejno literami alfabetu:

- kategoria A – patogeny najwyższego priorytetu charakteryzujące się łatwością rozprzestrzeniania, a tym samym wywoływania wysokiej śmiertelności, co nakłada obowiązek specjalnego zabezpieczenia. Drobnoustroje zaliczane do tej kategorii wywołują następujące choroby: wąglika, botulizm, tularamię, dżumę, gorączkę Lassa, gorączki krwotoczne, ospę prawdziwą;
- kategoria B – patogeny najwyższego priorytetu drugiego rzędu, o umiarkowanie łatwym rozsiewaniu, umiarkowanej zachorowalności i umieralności, ale wymagające wzmożonego nadzoru. Drobnoustroje z tej grupy wywołują takie choroby, jak: chorobę Banga, nosaciznę, melioidozę, gorączkę Q, gorączkę plamistą, tyfus plamisty, kokcydiodomikozę, zachodnie końskie zapalenie mózgu i rdzenia;
- kategoria C – czynniki najwyższego priorytetu trzeciego rzędu, do którego należą nowo pojawiające się patogeny; mogą one być przedmiotem manipulacji w zakresie inżynierii genetycznej w celu masowego rozsiewania. Są one w zasadzie łatwo dostępne i łatwo się rozprzestrzeniają, a tym samym mogą powodować wysoką zachorowalność i śmiertelność.

Przedstawiono również wykaz sytuacji stanowiących epidemiologiczne oznaki ukrytego ataku bioterrorystycznego (według CDC), tj.:

- duża liczba niewyjaśnionych zachorowań, zespołów chorobowych lub zgonów w zbliżonym czasie o podobnym obrazie klinicznym, dotyczących przede wszystkim występowania zmian na skórze lub na błonach śluzowych, objawów uszkodzenia układu nerwowego, układu oddechowego, przewodu pokarmowego lub uszkodzeń wieloukładowych;
- pojawienie się niezwykle chorób wśród ludności;
- nagły wzrost zachorowań i umieralności z powodu znanych chorób lub zespołów chorobowych;
- zaobserwowanie nieskuteczności leczenia w rutynowej terapii chorób występujących powszechnie;
- nawet pojedynczy przypadek choroby spowodowany egzotycznym czynnikiem u osoby, która nie opuszczała Polski w ostatnim czasie;
- wystąpienie zachorowań w nietypowym dla nich sezonie i na nietypowym dla nich terenie geograficznym;
- wystąpienie licznych objawów chorobowych, nietypowych dla danego czynnika zakaźnego;
- podobne genetycznie typy czynników etiologicznych, wyizolowanych ze źródeł pochodzących z różnych okresów i różnych terenów;

¹ Centers for Disease Control and Prevention – agencja rządu federalnego Stanów Zjednoczonych wchodząca w skład Departamentu Zdrowia i Opieki Społecznej (przyp. red.).

- niezwykle, atypowy czynnik zakaźny, genetycznie zmodyfikowany lub uzyskany z nieczystych źródeł;
- niewyjaśniony wzrost zachorowań na chorobę endemiczną;
- wystąpienie w jednym czasie zachorowań na podobne choroby w ogniskach niepołączonych terytorialnie w kraju lub za granicą;
- nietypowy sposób transmisji chorób (aerozol, woda, żywność).

Ostatnim zagadnieniem poruszonym w tym bloku tematycznym była działalność Straży Pożarnej w przypadku wystąpienia zdarzeń o charakterze zagrożeń biologicznych. Reguluje to *Algorytm postępowania i współdziałania służb w przypadku otrzymania zgłoszenia o podejrzaną przesyłkę (Uchwała nr 3 Przewodniczącego Międzyresortowego Zespołu ds. Zagrożeń Terrorystycznych z dnia 30 czerwca 2017 r. w sprawie stosowania algorytmu postępowania i współdziałania w przypadku otrzymania niezidentyfikowanej przesyłki mogącej stanowić zagrożenie chemiczne, biologiczne lub radiacyjne)* oraz *Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 lipca 2017 r. w sprawie szczegółowej organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego (DzU z 2017 r. poz. 1319)*.

W Polsce obowiązującym dokumentem normującym zdarzenia biologiczne (typu „biohazard”) są wymieniane już *Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki* oraz *Ustawa z dnia 5 grudnia 2008 r. o zapobieganiu oraz zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi*. W ustawie można znaleźć informację dotyczącą obowiązku współpracy PSP z głównymi służbami wyznaczonymi do zwalczania tego typu zagrożeń, natomiast w rozporządzeniu jest zamieszczona m.in. definicja czynników biologicznych wraz z ich klasyfikacją. Kompetencje Straży zostały określone w *Zasadach postępowania jednostek PSP w przypadku wystąpienia podejrzenia zagrożenia chorobami szczególnie niebezpiecznymi i wysoce zakaźnymi* oraz w *Zasadach działań PSP podczas wystąpienia zagrożenia z niezidentyfikowaną przesyłką oraz organizacji transportu materiałów biologicznych do laboratorium Wojskowego Instytutu Higieny i Epidemiologii w Puławach*. Te zasady zostały zatwierdzone w 2015 r. przez Komendanta Głównego PSP oraz Głównego Inspektora Sanitarnego Ministerstwa Spraw Wewnętrznych. Powyższe dokumenty określają w sposób szczegółowy kompetencje oraz obowiązki PSP podczas zdarzeń, w których zachodzi podejrzenie wystąpienia zagrożeń czynnikiem biologicznym.

Następnie omówiono problem zagrożeń radiologicznych. Doktor habilitowany Marcin Smolarkiewicz, prof. SGSP, przedstawił zasady postępowania z substancjami promieniotwórczymi. Wykład poświęcił wyjaśnieniu promieniotwórczości zgodnie z zasadami fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych. Promieniotwórczość to cecha charakteryzująca dane jądro atomowe. Istnieją dwa rodzaje promieniotwórczości: promieniotwórczość naturalna oraz promieniotwórczość sztuczna. Promieniotwórczością naturalną nazywa się zdolność atomu określonego pierwiastka do samoistnych (a więc bez udziału człowieka) przemian w jądro innego pierwiastka,

przez wysyłanie promieniowania. Do dziś poznano ok. 60 nuklidów, czyli jąder atomowych, które ulegają samorzutnym przemianom jądrowym. Promieniotwórczością sztuczną nazywa się zjawisko polegające na tym, że trwałe jądro atomowe ulega przemianom jądrowym na skutek jego aktywacji, np. bombardowania go innymi cząstkami. Promieniotwórczość sztuczna w przeciwieństwie do promieniotwórczości naturalnej jest inicjowana przez człowieka. Wszystkie rodzaje promieniowania można podzielić na dwie grupy: promieniowanie jonizujące i promieniowanie niejonizujące.

Promieniowaniem jonizującym nazywa się typ promieniowania, który wywołuje zmianę ładunków elektrycznych, czyli tzw. jonizację w cząsteczkach bądź atomach elektrycznie obojętnych. Takiego promieniowania nie jest się w stanie w żaden sposób poczuć, nie wpływa ono na zmysły człowieka. Do promieniowania jonizującego należy promieniowanie korpuskularne oraz promieniowanie X, a także promieniowanie gamma (γ). Promieniowanie niejonizujące to promieniowanie niewywołujące jonizacji cząstek elektrycznie obojętnych. Do tej grupy można zaliczyć: promieniowanie radiowe, mikrofalowe, podczerwone oraz światło widzialne.

W dalszej części wykładu zostało omówione pojęcie czasu połowicznego rozpadu (zjawisko nazywane również czasem półtrwania lub okresem połowicznego zaniku), określające czas, po którym połowa z początkowej liczby jąder izotopu promieniotwórczego ulegnie rozkładowi. Wśród znanych nam izotopów promieniotwórczych ten okres może być bardzo różny i może się mieścić w granicach od 10^{-17} sekundy aż do 10^{17} lat. Znając czas połowicznego rozpadu, można przeprowadzać proste obliczenia, po jakim czasie dany pierwiastek ulegnie rozkładowi. Na podstawie czasu połowicznego rozpadu można też obliczyć, jaka część początkowej liczby jąder rozpadnie się po określonym czasie. W tym celu wykorzystuje się tzw. szybkość rozkładu promieniotwórczego. Określa ona, jak zmienia się ilość danego, nietrwałego izotopu wraz z upływem czasu.

Podczas tej części szkolenia omówiono rodzaje promieniowania jonizującego. Jest to promieniowanie α , β , γ oraz neutronowe.

Promieniowanie alfa (α) stanowi strumień cząstek α . Cząstki alfa to w istocie jądra helu, składające się z dwóch protonów i dwóch neutronów, które powstają w wyniku przemian promieniotwórczych α . Dany nuklid ulegający takiej przemianie przechodzi w jądro, którego liczba masowa jest mniejsza o 4, liczba atomowa zaś o 2. Promienie α charakteryzują się stosunkowo niską energią, a ich przenikliwość w powietrzu wynosi do 10 cm. Źródłem promieniowania jest gleba, radon (gaz obecny w atmosferze) oraz pierwiastki ciężkie wytworzone przez człowieka. To promieniowanie jest zatrzymywane przez ludzką skórę i papier, stanowi natomiast zagrożenie, gdy cząstki dostaną się do organizmu.

Promieniowanie beta plus (β^+) to strumień cząstek β^+ , czyli pozytonów. Są one dodatnio naładowanymi elektronami, tzn. tak samo jak dla elektronów uznaje się ich masę za równą zero, natomiast są obdarzone ładunkiem elementarnym dodatnim. Powstają w czasie przemian promieniotwórczych β^+ , które zachodzą dla izotopów użytkowanych w wyniku sztucznych reakcji jądrowych. Jądra ulegające takim przemianom

przechodzą w jądra o liczbie atomowej mniejszej o 1. Zazwyczaj następuje ona dla nuklidów, w których jest przewaga protonów nad neutronami. Dzieje się tak dlatego, że cząstki β^+ powstają w wyniku rozpadu protonów. Przemianom β^+ towarzyszy emisja cząstek nazywanych neutrino.

Promieniowanie beta minus (β^-) stanowi strumień cząstek β^- , czyli elektronów. Powstają one podczas przemian promieniotwórczych β^- , którym ulegają zazwyczaj izotopy zawierające w jądrze atomowym więcej neutronów niż protonów. Emisja cząstek β^- wiąże się z rozpadem neutronów. W efekcie tej przemiany powstają nowe jądra o liczbie atomowej większej o 1. Przemianom beta towarzyszy emisja cząstek nazywanych antyneutrino. Przenikliwość tego promieniowania w powietrzu oblicza się do kilku metrów, a w plastiku – do kilku centymetrów (przenika przez skórę). Promieniowanie beta może być groźne dla skóry, oczu lub organów wewnętrznych. Jest ono emitowane ze źródeł stosowanych w urządzeniach badawczych i medycznych (pierwiastki lekkie). Promienie beta można zatrzymać kilkucentymetrową warstwą metalu, tworzywa sztucznego lub szkła organicznego.

Promieniowaniem gamma (γ) nazywa się promieniowanie elektromagnetyczne o wysokiej energii. Powstaje w wyniku anihilacji, czyli zderzenia cząstek z antycząstkami (np. pozytonów z elektronami), jest emitowane również przez jądra pierwiastków promieniotwórczych, które ulegają samorzutnym przemianom jądrowym. Promieniowanie gamma ma największy zasięg spośród wyżej wymienionych rodzajów promieniowania. Przenikliwość promieniowania w powietrzu oblicza się do kilku kilometrów. Przenika ono całe ciało człowieka. Jest emitowane ze źródeł stosowanych w urządzeniach badawczych i medycznych (promieniowanie gamma powstaje w wyniku rozpadu, promieniowanie X w urządzeniach). Promienie γ zatrzymuje kilkumetrowa warstwa wody lub 10 cm ołowiu.

Promieniowanie neutronowe to strumień neutronów, czyli cząstek elektrycznie obojętnych, których masę atomową określa się na 1u. To promieniowanie jest emitowane w czasie niektórych reakcji jądrowych, powstaje m.in. podczas rozszczepiania ciężkich jąder atomowych. Promieniowanie neutronowe jest najbardziej przenikliwe, jego przenikliwość wynosi do kilku metrów w ciężkim betonie lub metalu. Przenika całe ciało człowieka, jest szczególnie szkodliwe dla oczu. Powstaje w wyniku wymuszonych przemian jądrowych (reaktory, akceleratory). Woda, polietylen, parafina spowalniają neutrony, natomiast kadm (Cd) i bor (B) pochłaniają to promieniowanie. Najbardziej znanym źródłem promieniowania neutronowego jest kaliforn n-252.

Promieniowanie jądrowe może pochodzić zarówno z rozpadu jąder niestabilnych pierwiastków radioaktywnych, jak i może być wytwarzane sztucznie na skutek przyspieszenia cząstek naładowanych. Wśród pierwiastków promieniotwórczych można wymienić te, które są pochodzenia naturalnego, jak: aktyn (Ac), astat (At), frans (Fr), neptun (Np), polon (Po), pluton (Pu), radon (Rn), rad (Ra), protaktyn (Pa), tor (Th), uran (U), potas (K), oraz te, które zostały wytworzone sztucznie przez człowieka: ameryk (Am), kiur (Cm), lorens (Lr), berkel (Bk), ferm (Fm), kaliforn (Cf), mendelew (Md), nobel (No), promet (Pm) czy technet (Tc).

Doktor habilitowany Marcin Smolarkiewicz przedstawił również definicję materiału promieniotwórczego zgodnie z *Ustawą z dnia 29 listopada 2000 r. – Prawo atomowe* (t.j.: DzU z 2012 poz. 264, ze zm.) oraz omówił zagadnienia związane z transportem takich materiałów. Materiał promieniotwórczy to każdy materiał zawierający izotopy promieniotwórcze, w którym zarówno stężenie promieniotwórcze (c_A), jak i aktywność całkowita (A) materiału w przesyłce przekraczają poziomy graniczne (odpowiednio c_{A0} i A_0). Materiał rozszczepialny jest to materiał zawierający dowolny z następujących izotopów: U-233, U-235, Pu-239 lub Pu-241. To określenie nie obejmuje materiału nienapromieniowanego lub napromieniowanego wyłącznie w reaktorach termicznych U_{nat} lub U_{dep} . Materiał nierozszczepiany lub rozszczepialny-wyłączony to materiał zwolniony z wymagań dla materiałów rozszczepialnych. Obowiązują następujące kryteria zwolnień:

- ograniczenie masy materiału rozszczepialnego (do 180 g lub 400 g w zależności od rodzaju materiału rozszczepialnego i średniej gęstości wodoru) na przesyłkę, przy jednoczesnym ograniczeniu m.in. wymiarów zewnętrznych sztuki przesyłki oraz masy materiału rozszczepialnego w sztuce przesyłki lub zawartości wodoru bądź stężenia materiału rozszczepialnego;
- ograniczenie wzbogacenia (do 1 lub 2 proc.) dla materiałów o określonej postaci fizycznej i chemicznej, składzie, budowie, zawartości azotu itp.;
- ograniczenie masy plutonu (Pu) (do 1 kg) w sztuce przesyłki, przy jednoczesnym ograniczeniu zawartości izotopów rozszczepialnych Pu.

Kolejnym zagadnieniem omówionym podczas szkolenia było skażenie promieniotwórcze, które oznacza obecność substancji promieniotwórczej na powierzchni w ilości przekraczającej: 0,4 Bq/cm² dla emiterów promieniowania beta i gamma oraz dla niskotoksycznych emiterów promieniowania alfa lub 0,04 Bq/cm² dla wszystkich innych (pozostałych) emiterów promieniowania alfa. Skażenie niezwiązane może być usunięte z powierzchni w normalnych warunkach przewozu (bez jej zniszczenia). Skażenie związane jest to skażenie inne niż skażenie niezwiązane.

Istotnym parametrem pomiaru materiału promieniotwórczego jest aktywność:

- A1 – wartość aktywności materiału promieniotwórczego w postaci specjalnej, stosowana do określania limitów aktywności na potrzeby przepisów,
- A2 – wartość aktywności materiału promieniotwórczego w postaci innej niż specjalna, stosowana do określania limitów aktywności na potrzeby przepisów.

Dla poszczególnych radionuklidów obowiązują limity aktywności, np. dla węgla C-14 $A1 = 4 \times 10^1$ TBq.

Przy omawianiu zagrożeń radiologicznych poruszono zagadnienie dotyczące materiału o niskiej aktywności właściwej (LSA). Jest to materiał promieniotwórczy, który ze względu na naturalne właściwości ma ograniczoną aktywność właściwą, lub materiał promieniotwórczy, do którego mają zastosowanie ograniczenia dotyczące oszacowanej średniej aktywności właściwej (w obliczeniach wyżej wymienionej oszacowanej średniej aktywności właściwej nie uwzględnia się materiałów stosowanych na osłony zewnętrzne LSA). Materiały LSA kwalifikuje się do jednej

z trzech grup: LSA-I, LSA-II lub LSA-III. Do grupy LSA-I (nierozszczepialne lub rozszczepialne-wyłączone) należą rudy i koncentraty rud uranu (U) i toru (Th) oraz inne rudy zawierające naturalne izotopy promieniotwórcze, nienapromieniowany stały lub ciekły U_{nat} , U_{dep} , Th_{nat} lub ich związki i mieszaniny, materiały, dla których wartość A_2 jest nieograniczona, oraz inne materiały, dla których oszacowana średnia aktywność właściwa $\leq 30c_{A0,i}$. Do grupy LSA-II zalicza się wodę trytową o ograniczonym stężeniu oraz inne materiały, dla których oszacowana średnia aktywność właściwa $\leq (10^{-4}$ lub $10^{-5}) \times A_2/\text{g}$ odpowiednio dla ciał stałych i gazów oraz cieczy. Do grupy LSA-III należą materiały stałe z wyłączeniem proszków, w których materiał promieniotwórczy jest rozłożony w miarę równomiernie, oszacowana średnia aktywność właściwa materiału $\leq 2 \times 10^{-3} \times A_2/\text{g}$, a także materiał przeszedł badanie ługowalności.

Kolejne zagadnienie omawiane podczas wykładu to transport materiałów promieniotwórczych. Z tym jest związany przedmiot skażony powierzchniowo (SCO), który oznacza obiekt w postaci ciała stałego (przedmiot). Samo ciało stałe nie jest promieniotwórcze, ale na jego powierzchni znajduje się materiał promieniotwórczy (skażenie). Przedmioty SCO kwalifikuje się do jednej z dwóch grup: SCO-I lub SCO-II. Do grupy SCO-I zalicza się przedmiot, na którym skażenie niezwiązane na dostępnej powierzchni (dla 300 cm^2) $\leq 4 \text{ Bq/cm}^2$ dla $\beta\gamma$ lub $0,4 \text{ Bq/cm}^2$ dla α oraz skażenie związane na dostępnej powierzchni (dla 300 cm^2) $\leq 4 \times 10^4 \text{ Bq/cm}^2$ dla $\beta\gamma$ lub $4 \times 10^3 \text{ Bq/cm}^2$ dla α , a także suma skażenia niezwiązanego i związanego na niedostępnej powierzchni (dla 300 cm^2) $\leq 4 \times 10^4 \text{ Bq/cm}^2$ dla $\beta\gamma$ lub $4 \times 10^3 \text{ Bq/cm}^2$ dla α . W grupie SCO-II kwalifikuje się przedmiot, na którym skażenie niezwiązane na dostępnej powierzchni (dla 300 cm^2) $\leq 400 \text{ Bq/cm}^2$ dla $\beta\gamma$ lub 40 Bq/cm^2 dla α oraz skażenie związane na dostępnej powierzchni (dla 300 cm^2) $\leq 8 \times 10^5 \text{ Bq/cm}^2$ dla $\beta\gamma$ lub $8 \times 10^4 \text{ Bq/cm}^2$ dla α , a także suma skażenia niezwiązanego i związanego na niedostępnej powierzchni (dla 300 cm^2) $\leq 8 \times 10^5 \text{ Bq/cm}^2$ dla $\beta\gamma$ lub $8 \times 10^4 \text{ Bq/cm}^2$ dla α^2 .

W dalszej części wykładu przedstawiono pojęcie sztuka przesyłki, tj. końcowy produkt operacji pakowania składający się z opakowania wraz z jego zawartością, które są przygotowane do wysyłki. Kategoria „sztuka przesyłki” to jedna z trzech kategorii ustalonych w przepisach transportowych, do której zalicza się sztuki przesyłki lub opakowania zbiorcze w zależności od wartości parametrów radiologicznych (poziomu promieniowania na powierzchni i wskaźnika transportowego).

Parametrem pomiaru poziomu promieniotwórczego jest moc dawki wyrażona w mSv/h. Wskaźnik transportowy (TI) wyznaczony dla sztuki przesyłki, opakowania zbiorczego, kontenera lub nieopakowanych (przewożonych luzem) materiałów LSA-I lub przedmiotów SCO-I oznacza liczbę, która jest wykorzystywana do kontroli narażenia na promieniowanie. Wskaźnik bezpieczeństwa krytycznościowego (CSI) określony dla sztuki przesyłki, opakowania zbiorczego lub kontenera zawierającego materiał rozszczepialny oznacza liczbę, która jest wykorzystywana do kontroli nagromadzenia sztuk przesyłki, opakowań zbiorczych lub kontenerów zawierających materiały rozszczepialne.

² Zob. www.fuw.edu.pl/~szef/OchrRad/15_transport.pdf (przyp. red.).

Używanie wyłączne (ładunek całkowity) jest to używanie środka transportu lub dużego kontenera wyłącznie przez jednego nadawcę, przy czym wszystkie czynności załadunku i rozładunku – początkowe, przejściowe i końcowe – są wykonywane zgodnie z instrukcjami nadawcy lub odbiorcy. Ustalane są warunki specjalne (X), zatwierdzone przez właściwą władzę, na podstawie których mogą być przewożone przesyłki zawierające materiał promieniotwórczy, niespełniające odpowiednich wymagań przepisów transportowych. Stworzono klasyfikację sztuk przesyłki. Są to:

- sztuki przesyłki wyłączone (EXC);
- inne sztuki przesyłki niż wyłączone, tj.:
 - przemysłowe IP (IP-1, IP-2, IP-3),
 - typu A,
 - typu B [B(U), B(M)],
 - typu C.

Typ sztuki przesyłki informuje o odporności opakowania na warunki przewozu (rutynowe, normalne i awaryjne). Im bardziej niebezpieczna zawartość, tym „poważniejsze” (wytrzymalsze) opakowanie należy zastosować.

Sztuki przesyłki zawierające fluorek uranu (VI) (UF6) – zarówno rozszczepialny, jak i nierozszczepialny – w ilości $\geq 0,1$ kg podlegają także badaniom według ISO 7195 oraz:

- badaniu strukturalnemu,
- badaniu na swobodny spadek,
- badaniu żaroodporności.

Wynik badania uważa się za dodatni, jeżeli została zachowana szczelność. Ilość materiału promieniotwórczego w sztuce przesyłki nie powinna przekraczać limitów wyznaczonych dla poszczególnych typów sztuk przesyłki:

- sztuki przesyłki wyłączone (materiały nierozszczepialne lub rozszczepialne -wyłączone) – $(10^{-4}A_{1 \text{ lub } 2} \div A_{1 \text{ lub } 2})$ zależnie od postaci materiału, jego postaci fizycznej oraz rodzaju (przyrząd lub przedmiot albo materiał),
- sztuki przesyłki przemysłowe – tyle, aby poziom promieniowania w odległości 3 m od nieosłoniętego materiału lub przedmiotu nie przekraczał 10 mSv/h,
- sztuki przesyłki typu A – nie więcej niż A_1 lub A_2 odpowiednio do postaci materiału,
- sztuki przesyłki typu B i typu C – nie więcej niż ilość uznana dla wzoru sztuki przesyłki zgodnie ze świadectwem zatwierdzenia.

Podczas wykładu omówiono również parametry radiologiczne sztuki przesyłki oraz pojazdu, takie jak: moc dawki na powierzchni i w odległości 1 m od powierzchni oraz skażenia powierzchni niezwiązane i związane. Szczegółowo wyjaśniono sposób wyliczania wskaźnika transportowego sztuki przesyłki i przedstawiono kategorie sztuki przesyłki. W zależności od mocy dawki kategorię sztuki przesyłki oznacza się odpowiednim numerem i kolorem oraz odpowiednią nalepką ostrzegawczą. Kategoria sztuki przesyłki informuje o zagrożeniu, jakie stwarza sztuka przesyłki podczas przewozu.

Pojazd przewożący sztuki przesyłki musi spełniać odpowiednie normy wyposażenia i oznakowania w postaci tablic z numerem zagrożenia i numerem rozpoznawczym materiału, a osoba odpowiedzialna za transport musi posiadać wymagane dokumenty. Nadrzędnym dokumentem, który reguluje międzynarodowy transport towarów niebezpiecznych drogą lądową, jest europejska umowa dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych (ADR). Została ona sporządzona 30 września 1957 r. w Genewie pod patronatem Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych i zaczęła obowiązywać od 29 stycznia 1959 r. Ten dokument składa się z umowy właściwej oraz załączników A i B. Umowa właściwa określa stosunki prawne pomiędzy uczestniczącymi państwami, natomiast w załącznikach zawarto przepisy regulujące warunki przewozu poszczególnych materiałów i przedmiotów niebezpiecznych w międzynarodowym transporcie towarów niebezpiecznych drogą lądową. Załącznik A obejmuje podział wszystkich towarów niebezpiecznych produkowanych na świecie na 13 klas zagrożeń oraz zawiera szczegółową klasyfikację tych towarów w poszczególnych klasach. Dodatkowo zostały tu określone ogólne i szczegółowe warunki pakowania towarów niebezpiecznych, wymagania co do oznakowania towarów, opakowań i pojazdów przewożących te towary oraz warunki badań technicznych opakowań i ich specjalnego znakowania. W załączniku B określono m.in. warunki przewozu poszczególnych towarów niebezpiecznych, warunki techniczne, jakie muszą spełnić pojazdy samochodowe, które je przewożą, sposoby oznakowania tych pojazdów i warunki ich dodatkowego wyposażenia, a także niezbędną dokumentację wymaganą przy tych przewozach. Na zakończenie wykładu pokazano film z ćwiczeń przeprowadzonych w Czarnobylu, w których uczestniczyła międzynarodowa grupa naukowców radiologów.

Po wykładach odbyły się ćwiczenia związane z zagrożeniami radiologicznymi, przeprowadzone przez dr Anetę Łukaszek-Chmielewską oraz przedstawiciela firmy POLON-ALFA Daniela Jankowskiego. Przedstawiciel firmy POLON-ALFA większą część ćwiczeń poświęcił na omówienie i dokładne wyjaśnienie działania mierników promieniowania oraz wyznaczanie parametrów potrzebnych do określania dawki promieniowania oraz parametrów transportowych. Przedyskutowano również dobrą praktykę stosowania radiometrów, które służą do pomiaru stopnia skażenia, obecności substancji promieniotwórczych oraz innych parametrów związanych z aktywnością promieniowania α , β i γ .

Podczas ćwiczeń zaprezentowano sondę zewnętrzną do radiometru RK-100-2 stosowaną do pomiaru skażeń typu alfa i beta oraz trzy radiometry cyfrowe do pomiaru skażeń powierzchni substancjami promieniotwórczymi typu α , β i γ . Dodatkowo pokazano prosty radiometr dźwiękowy do wykrywania skażeń powierzchni. Próby działania tych instrumentów pokazano na zestawie małych źródeł promieniotwórczych cezu (Cs) i kobaltu (Co). Każdy z uczestników miał możliwość przetestowania prezentowanych instrumentów.

Młodszy brygadier dr inż. Zdzisław Salamonowicz, kierownik Zakładu Ratownictwa Chemicznego i Ekologicznego, przedstawił kilka interesujących zagadnień

związanych z trzecim rodzajem omawianych zagrożeń – zagrożeniami chemicznymi. Zagrożenie to sytuacja fizyczna, charakteryzująca się możliwością wystąpienia niebezpieczeństwa dla zdrowia ludzkiego, środowiska naturalnego lub powodująca straty materialne. Może być ono wywołane przez niebezpieczne substancje chemiczne powodujące pożar, wybuch lub skażenie toksyczne. Niebezpieczne substancje chemiczne są potencjalnym źródłem zagrożenia zdrowia i życia ludzi przede wszystkim w środowisku pracy, ale także w środowisku naturalnym. Kompleksowa informacja o niebezpiecznych właściwościach poszczególnych substancji chemicznych, rodzaju i rozmiarach stwarzanego przez nie zagrożenia oraz o zasadach postępowania z nimi umożliwia racjonalną i efektywną profilaktykę w zakładach pracy, a także – w razie awarii – ochronę ludzi i środowiska naturalnego poza zakładem przemysłowym. Wymieniono również niebezpieczne substancje chemiczne. W celu jednoznacznej oceny dotyczącej jakości zagrożenia przez substancje chemiczne powstały unormowania prawne (zob. <http://reach.gov.pl/reach/pl/akty-prawne/reach>), które znajdują się w ustawie i rozporządzeniach ministra zdrowia. Za podstawę przyjęto cztery grupy zagrożeń sklasyfikowanych na podstawie: właściwości fizykochemicznych, toksyczności, ekotoksyczności i skutków specyficznych dla zdrowia człowieka. Substancje toksyczne zostały odpowiednio pogrupowane.

Klasyfikacja na podstawie właściwości fizykochemicznych:

1. Substancje i preparaty wybuchowe.
2. Substancje i preparaty o właściwościach utleniających.
3. Substancje i preparaty skrajnie łatwopalne.
4. Substancje i preparaty wysoce łatwopalne.
5. Substancje i preparaty łatwopalne.

Klasyfikacja na podstawie toksyczności:

1. Substancje i preparaty bardzo toksyczne.
2. Substancje i preparaty toksyczne.
3. Substancje i preparaty szkodliwe.
4. Substancje i preparaty żrące.
5. Substancje i preparaty drażniące.
6. Substancje i preparaty uczulające.

Klasyfikacja na podstawie analizy skutków specyficznych na zdrowia człowieka:

1. Substancje rakotwórcze.
2. Substancje mutagenne.
3. Substancje działające szkodliwie na rozrodczość.

Klasyfikacja na podstawie analizy skutków działania na środowisko:

1. Substancje i preparaty niebezpieczne dla środowiska.

Substancje o działaniu rakotwórczym normatywnie zostały podzielone na trzy kategorie:

1. Substancje o udowodnionym działaniu rakotwórczym na człowieka. Są to substancje, dla których istnieją wystarczające dowody wskazujące na związek przyczynowy między narażeniem człowieka na kontakt z nimi a powstaniem raka.

2. Substancje, które są uznawane za rakotwórcze dla człowieka. Są to substancje, dla których istnieją wystarczające dowody pozwalające na przyjęcie założenia, że narażenie człowieka na kontakt z nimi może w rezultacie prowadzić do powstania raka. Na przyjęcie takiego założenia pozwalają dane zdobyte na podstawie: odpowiednich, stałych badań na zwierzętach oraz innych istotnych informacji, wskazujących, że narażenie człowieka na kontakt z tymi substancjami może w rezultacie prowadzić do powstania raka.
3. Substancje o możliwym działaniu rakotwórczym na człowieka. Są to substancje, których nie można rzetelnie ocenić z uwagi na niewystarczające dane. Istnieją co prawda dowody, które ich dotyczą, pochodzące z odpowiednich badań na zwierzętach, ale nie wystarczają one na umieszczenie tych substancji w drugiej kategorii.

Zaliczenie substancji do pierwszej kategorii następuje na podstawie danych epidemiologicznych, zaliczenie do drugiej lub trzeciej kategorii odbywa się przede wszystkim na podstawie wyników badań na zwierzętach.

Substancje i preparaty niebezpieczne oznakowuje się w celu jednoznacznej identyfikacji i określenia rodzaju zagrożenia, które stwarzają. Substancjom i preparatom o działaniu uczulającym przypisuje się symbole X_n lub X_1 . Substancjom i preparatom rakotwórczym, mutagennym i działającym szkodliwie na rozrodczość przypisuje się symbole T lub X_n . Dodatkowo rodzaj zagrożenia jest wyrażany bardziej szczegółowo za pomocą zwrotów zagrożenia R (ang. *Risk*), określanych w skali od R1 do R68, oraz zwrotów łącznych. Oprócz symboli numerycznych do powiadamiania o niebezpieczeństwie związanym z kontaktem z substancją niebezpieczną stosuje się graficzne symbole zagrożenia. Te oznaczenia są umieszczane na środkach transportu (tzw. nalepki ostrzegawcze). Mają one kształt kwadratu postawionego na jednym z kątów, różnią się piktogramem i kolorem. Szczegółowa informacja na temat zagrożenia wynikającego ze stosowania danej substancji chemicznej, określonego symbolami niebezpieczeństwa, znajduje się w Wykazie Substancji Niebezpiecznych – katalogu wydanym przez ministra zdrowia.

Podczas wykładu omówiono skutki działania substancji niebezpiecznych na organizm żywy. Zależą one od takich czynników, jak: rodzaj substancji toksycznej, droga przenikania trucizny do organizmu, dawka trucizny wchłoniętej przez organizm, właściwości fizykochemiczne trucizny, rodzaj przemian, jakim trucizna ulega w organizmie, a także podatność indywidualna organizmu na zatrucia. Przedstawiono przykłady grup związków chemicznych oraz skutki działania tych związków na organizm człowieka. Na przykład kwasy w zetknięciu ze skórą mają działanie silnie żrąco-parzące i są niebezpieczne dla górnych dróg oddechowych z uwagi na żrące opary, zasady w zetknięciu ze skórą mają działanie silnie żrąco-parzące, węglowodorowe paliwa płynne (benzyna, oleje napędowe, oleje opałowe) drażnią błonę śluzową i skórę oraz działają narkotycznie, gazy skroplone są silnie drażniące, toksyczne, a po zetknięciu ze skórą są silnie żrąco-parzące.

Wymieniono również rodzaje bojowych środków trujących:

- drażniące, np. chloroacetofenon, adamsyt, CS, chloropikryna,

- psychotoksyczne, np. BZ, LSD-25, meskalina, sernyl,
- parzące, np. iperyty, luizyty,
- duszące, np. fosgen, dwufosgen,
- ogólnotrujące, np. cyjanowodór, arsenowodór,
- paralityczno-drgawkowe, np. sarin, VX,
- toksyny, np. toksyna botulinowa.

Ponieważ niebezpiecznych substancji chemicznych są tysiące, a w przypadku zaistnienia emisji tych substancji do otoczenia jest potrzebna natychmiastowa wiedza o ich właściwościach, zostały opracowane odpowiednie bazy danych. Najbardziej szczegółowe, uporządkowane dane znajdują się w bazach utworzonych na podstawie Karty Charakterystyki Substancji. Bazy danych są opracowywane w formie książkowej oraz wydawane na CD-ROM-ach. Do określenia zagrożeń chemicznych najczęściej są wykorzystywane bazy danych wymienione poniżej.

Bazy polskojęzyczne:

- karty charakterystyki substancji niebezpiecznych, wydane przez Centralny Instytut Ochrony Pracy (CIOP) zarówno w postaci katalogowej, jak i multimedialnej,
- niebezpieczne substancje, wydane przez Wydawnictwo Informacji Zawodowej WEKA w postaci poradnika książkowego i na płycie,
- ChemDat Chemiczna Baza Danych, wydana przez firmę MERCK w postaci płyty CD Chemical Data Bank (CDB), opracowana przez Instytut Chemii Przemysłowej.

Bazy obcojęzyczne:

- CHEMDATA – program angielski w postaci multimedialnej,
- MATERIAL SAFETY DATA SHEETS (MSDS) – program opracowany przez firmę Sigma-Aldrich,
- BIG – baza belgijska.

W dalszej części wykładu omówiono pojęcie dekontaminacja oraz przedstawiono rodzaje i podział roztworów stosowanych do dekontaminacji na następujące grupy:

1. RD 1 – 5-procentowy roztwór węgla sodowego Na_2CO_3 i 5-procentowy roztwór fosforanu sodowego Na_3PO_4 ,
2. RD 2 – 10-procentowy roztwór podchlorynu wapniowego $\text{Ca}(\text{ClO})_2$,
3. RD 3 – 5-procentowy roztwór fosforanu sodowego Na_3PO_4 ,
4. RD 4 – 1-procentowy roztwór kwasu solnego HCl ,
5. RD 5 – wodny roztwór detergentu, najlepiej domowego użytku, np. mydła, proszku do prania, płynu do mycia lub prania, lub związki powierzchniowo czynne.

Celem dekontaminacji jest jak najszybsze odkażenie osoby poszkodowanej oraz uniknięcie wtórnego skażenia osób trzecich, sprzętu i budynków (w tym szpitali). Dekontaminację poszkodowanych wykonują wszystkie jednostki ratowniczo-gaśnicze PSP. Proces dekontaminacji jest dwuetapowy. Pierwszy etap, zwany dekontaminacją wstępną poszkodowanych, to działanie ratownicze realizowane w trybie pilnym na miejscu

zdarzenia. Drugi etap, zwany dekontaminacją ostateczną poszkodowanych, to działania wtórne, realizowane poza miejscem zdarzenia, nadzorowane przez personel medyczny przy wsparciu podmiotów krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego (KSRG). Podczas dekontaminacji wstępnej działania ratownicze wobec osób ekspozowanych na skażenie polegają na zmyciu skóry odsłoniętych części ciała oraz skóry skażonej przy użyciu substancji myjących, substancji dezaktywujących lub wody, a także usunięciu odzieży skażonej lub tej, która może ulec skażeniu, i zastosowaniu ubioru zastępczego. Przy dekontaminacji ostatecznej osób poszkodowanych działania ratownicze polegają na usunięciu skażeń z powierzchni całego ciała przez mycie i spłukiwanie całego ciała wodą z dodatkiem substancji myjących i dezaktywujących, w specjalnie przygotowanych szpitalnych stanowiskach dekontaminacyjnych, lub na miejscu zdarzenia – w ustawionych do tego celu specjalnych namiotach lub kontenerach dekontaminacyjnych.

Podczas szkolenia omówiono również poszczególne etapy akcji ratowniczej: zgłoszenie, dysponowanie, rozpoznanie na miejscu oraz organizację, realizację i zakończenie akcji. Objasniono też problem podziału i oznakowania terenu akcji ratowniczej na strefy. Podczas tej akcji wyznacza się trzy strefy:

1. Strefa I (gorąca), w której występuje zagrożenie życia i zdrowia. Jest to bezpośrednia strefa pracy ratowników. Za strefę I uważa się: strefę wstępnie nierozpoznaną (podejrzanie występowania zagrożenia), strefę zagrożoną wybuchem, strefę, w której występuje deficyt lub podwyższone stężenie tlenu, oraz strefę, w której występuje znaczne podwyższenie stężeń gazów, par i aerozoli toksycznych.
2. Strefa II (chłodna) to obszar pracy służb ratowniczych poza I strefą i obszar zabezpieczenia logistycznego z uwzględnieniem dekontaminacji wstępnej.
3. Strefa III (dekontaminacji wstępnej) to obszar pracy ratowników, którzy realizują działania w trybie pilnym na miejscu zdarzenia wobec osoby narażonej na ekspozycję substancji niebezpiecznej przez: usunięcie odzieży skażonej, spłukanie (przetarcie) odsłoniętych części ciała, wydanie ubrania zastępczego (koce). W tej strefie wykonuje się także dekontaminację wstępną sprzętu w celu zminimalizowania negatywnego wpływu substancji niebezpiecznej na jego sprawność. Działania w strefie zagrożenia muszą być realizowane zgodnie z zasadami prowadzenia działań ratownictwa chemicznego przez minimum dwóch strażaków lub ratowników. Strażacy lub ratownicy pracujący w tej strefie muszą być asekurowani minimum przez dwóch ratowników wyposażonych w sprzęt ochronny o takim samym stopniu zabezpieczenia, jak ratownicy pracujący w strefie I. Należy utrzymywać łączność zarówno z ratownikami pozostającymi w strefie I, jak i z pozostającymi w asekuracji, kontrolować czas przebywania strażaków lub ratowników w strefie zagrożenia, unikać wprowadzania nadmiernej liczby strażaków lub ratowników do strefy bezpośredniego zagrożenia, a w razie potrzeby – przygotować obszar dekontaminacji wstępnej dla strażaków i ratowników przed ich wejściem do strefy.

W ostatnim dniu szkolenia odbyły się całodniowe ćwiczenia z zagrożeniami chemicznymi w Przeciwpożarowej Bazie Leśnej „Zamczysko Nowe” SGSP

w Puszczy Kampinoskiej. Były one prowadzone przez mł. bryg. dr. inż. Zdzisława Salamonowicza oraz kpt. mgr inż. Rafała Matuszkiewicza. Na początku ćwiczeń zaprezentowano pojazd ratowniczy średniej masy wraz z wyposażeniem, który jest używany podczas prowadzenia działań ratowniczych w zakresie ratownictwa chemicznego. Omówiono kolejność zakładania sprzętu ochrony osobistej ratownika. Elementem tej ochrony jest sprzęt wykorzystywany do ochrony dróg oddechowych, m.in. aparaty oddechowe na sprężone powietrze i pochłaniacze substancji niebezpiecznych oraz ubrania ochrony przeciwchemicznej. Dobór sprzętu ochrony osobistej jest uzależniony od wielu czynników:

- stanu skupienia substancji chemicznej:
 - ciało stałe – na ogół wystarczy częściowa ochrona ciała w postaci butów i rękawic chemoodpornych oraz sprzętu ochrony górnych dróg oddechowych,
 - ciecz – właściwa jest całkowita ochrona ciała oraz dróg oddechowych bez konieczności zachowania gazoszczelności,
 - gaz – konieczna jest pełna ochrona przeciwchemiczna w postaci sprzętu ochrony dróg oddechowych i ciężkiego ubrania gazoszczelnego;
- rodzaju zagrożeń spowodowanych przez substancję chemiczną;
- odporności chemicznej i mechanicznej ubrania;
- miejsca i warunków prowadzenia działań.

Prawidłowy dobór rodzaju i poziomu ochrony przeciwchemicznej wpływa z jednej strony na bezpieczeństwo ratowników, z drugiej zaś na komfort i skuteczność ich pracy. Zaprezentowano lekkie ubrania ochrony chemicznej. Zadaniem każdego uczestnika szkolenia było założenie pełnego sprzętu ochrony osobistej wraz z aparatem oddechowym na sprężone powietrze oraz pobranie próbki chemicznej w pomieszczeniu usytuowanym na drugim piętrze kontenera szkoleniowego i przejście przez namiot dekontaminacyjny. Ćwiczenie było wykonywane w parach, zgodnie z zasadami prowadzenia działań ratownictwa chemicznego.

Podsumowanie

Jednym z najtrudniejszych wyzwań dotyczących bezpieczeństwa materiałów masowego rażenia CBRN jest ograniczanie zagrożeń łączonych, np. ataku terrorystycznego z użyciem „brudnej bomby”, gdzie obok materiału wybuchowego użyto materiału chemicznego, biologicznego lub promieniotwórczego. Likwidacja takiego zagrożenia wymaga zarówno specjalistycznej wiedzy w zakresie metod zapobiegania zagrożeniom i ochrony ludzi podczas likwidacji zagrożenia, jak i gotowości wielu służb do reagowania w takiej sytuacji kryzysowej. W razie zaistnienia zagrożeń czynnikami biologicznymi i chemicznymi lub w sytuacjach potencjalnie związanych z możliwością wystąpienia takiego zagrożenia, konieczne jest stosowanie środków ochrony indywidualnej o odpowiednio dobranej skuteczności ochronnej, która została potwierdzona w badaniach laboratoryjnych prowadzonych zgodnie z podstawowymi wymaganiami bezpieczeństwa.

Środki ochrony układu oddechowego i środki ochrony skóry przeznaczone do stosowania w przypadku narażenia na czynniki biologiczne i chemiczne należą w Unii Europejskiej do kategorii środków, wobec których obligatoryjne jest uzyskanie certyfikatu zgodności z dyrektywą 89/686/EWG i oznaczenie znakiem CE. W Polsce wobec tych środków są stosowane te same kryteria oceny, co w krajach UE, a potwierdzeniem pozytywnej oceny jest uzyskanie certyfikatu na znak bezpieczeństwa B i oznaczenie tym znakiem. Certyfikację środków ochrony indywidualnej na znak bezpieczeństwa (w tym również chroniących przed czynnikami biologicznymi i chemicznymi) prowadzi w Polsce Centralny Instytut Ochrony Pracy w ramach akredytacji nr AC 19, udzielonej przez Polskie Centrum Akredytacji.

Środki ochrony indywidualnej przeznaczone do zapobiegania kontaktowi powierzchniowemu całego ciała (odzież ochronna) lub jego części (np. rękawice) z substancjami chemicznymi lub czynnikami zakaźnymi oraz sprzęt ochrony układu oddechowego muszą spełniać dwa podstawowe kryteria ochronne. Po pierwsze, muszą zapobiegać przedostawaniu się lub przenikaniu tego typu substancji przez materiał stanowiący warstwę ochronną, po drugie, muszą zapewnić szczelność dopasowania i szczelność połączeń jego elementów składowych (np. filtrów i masek). Środki ochrony indywidualnej przeznaczone do stosowania przeciw szczególnie niebezpiecznym substancjom: związkom chemicznym (w postaci par albo gazów) lub czynnikom zakaźnym, charakteryzującym się dużym stopniem przenikania, głównie ze względu na wielkość lub kształt cząstki (np. bakterie, wirusy), podlegają klasyfikacji pod kątem skuteczności działania. W zależności od zdolności zatrzymywania tego typu cząstek na rynku są dostępne filtry o skuteczności 80 proc. (oznaczane symbolem P1), 97 proc. (P2) i 99,99 proc. (P3). W praktyce oznacza to, że jeśli filtr o najwyższej klasie ochronnej (P3) wobec aerozoli wykazuje skuteczność zatrzymywania cząstek na poziomie 99,99 proc., to ten sam poziom ochrony wykazuje w odniesieniu do bakterii chorobotwórczych o podobnych cechach fizycznych (wielkość i kształt cząstki). Odnosząc te dane przykładowo do przetrwalnikowej postaci cząstek bakterii węglika o wymiarze poprzecznym rzędu 1 μm, można przyjąć, że filtry klasy P3 skompletowane z maskami lub półmaskami, a także półmaski filtrujące klasy P3 stanowią wystarczające zabezpieczenie układu oddechowego. Najistotniejszym problemem dotyczącym zapewnienia ochrony przed szczególnie niebezpiecznymi czynnikami chemicznymi i biologicznymi jest wybór rozwiązania najbardziej skutecznego w odniesieniu do występującego zagrożenia. Trudność doboru środków ochrony indywidualnej, zwłaszcza przed czynnikami biologicznymi, wynika z braku ustalonych dla nich wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS), które istnieją dla czynników chemicznych. Należy kierować się zasadą wyboru sprzętu o maksymalnej skuteczności, po uwzględnieniu warunków stosowania, jak: możliwość identyfikacji zagrożeń, rodzaj czynności wykonywanych przez osobę chronioną, przewidywany czas stosowania środka ochronnego oraz dostępność sprzętu.

Rosnące zainteresowanie terrorystów pozyskiwaniem i używaniem toksycznych chemikaliów, materiałów biologicznych i radiologicznych w celu połączenia

z improwizowanym urządzeniem wybuchowym potwierdza tylko konieczność posiadania wiedzy i praktycznych umiejętności przez służby, aby przeciwdziałać takim zagrożeniom.

Celem szkolenia było zwiększenie umiejętności postępowania wobec zagrożenia terrorystycznego CBRN przez wyspecjalizowane jednostki działające na rzecz bezpieczeństwa wewnętrznego kraju, a także wypracowanie modelu współdziałania służb ratowniczych podczas incydentu terrorystycznego. Analiza wybranych przepisów odnoszących się do działań ratowniczych oraz właściwe stosowanie procedur badawczych pozwalają na bardzo szybką identyfikację zaistniałego zagrożenia. Zawsze jednak należy pamiętać, że mimo najdoskonalszych uregulowań prawnych, ich prawidłowe przestrzeganie spoczywa na wykonawcach.