

mł. kpt. inż. **Ariadna KONIUCH**

st. kpt. mgr inż. **Daniel MAŁOZIĘĆ**

Zakład-Laboratorium Badań Chemicznych i Pożarowych CNBOP

ZASADY POSTĘPOWANIA ZE ŚRODKAMI OCHRONY ROŚLIN PODCZAS PROWADZENIA DZIAŁAŃ RATOWNICZYCH

Część IV – Autorska analiza wypadków i awarii, w których czynnikiem szkodliwym są środki ochrony roślin

Streszczenie

W niniejszym artykule przedstawiono autorską analizę wypadków i awarii, w których czynnikiem szkodliwym są środki ochrony roślin.

Summary

This article contains author's analysis of events and failures with damaging factor of pest control products.

1. ŚRODKI OCHRONY INDYWIDUALNEJ

1.1. Środki ochrony indywidualnej pracowników i rolników

Największe zagrożenie spośród środków ochrony roślin stanowią dla użytkowników środki wysoce toksyczne (zwłaszcza podczas ich odmierzania i przelewania w stanie stężonym). Stosowanie preparatów rozcieńczonych jest na ogół mniej niebezpieczne, a zagrożenie zwiększa się podczas znoszenia rozpylonej cieczy lub w przypadku nieprzestrzegania prawidłowego zabezpieczenia i zasad postępowania podczas oczyszczania powierzchni z przypadkowo rozlanych lub rozsypanych środków ochrony roślin, naprawy i konserwacji aparatury czy w efekcie przedwczesnego wejścia na teren opryskany¹.

Przed narażeniem na szkodliwe oddziaływanie chemicznych środków ochrony roślin zabezpiecza specjalny sprzęt ochronny. Pomimo, że używanie specjalnej odzieży i sprzętu ochronnego bywa niewygodne i utrudnia pracę, należy uczynić wszystko, aby zabezpieczyć siebie i pracowników przed szkodliwym oddziaływaniem środków ochrony roślin.

¹ POLSKA STRONA OCHRONY ROŚLIN, www.bayercropscience.pl

Typ odzieży i sprzętu ochronnego zależy od wykonywanej pracy i rodzaju stosowanego środka chemicznego. Stosowanie silnie toksycznych środków wymaga pełnego zabezpieczenia ze stosowaniem maski ochronnej (respiratora) włącznie, zwłaszcza podczas przygotowywania cieczy użytkowej i utylizacji resztek preparatów, czasem również w trakcie wykonywanych zabiegów².

Niektóre środki do fumigacji wymagają użycia specjalnego sprzętu zapewniającego doprowadzenie powietrza spoza stanowiska pracy. Należy zawsze bardzo dokładnie zapoznać się z etykietą instrukcją stosowania środka ochrony roślin zamieszczoną na opakowaniu i przestrzegać zawartych w niej wskazówek dotyczących odzieży ochronnej i sprzętu ochrony osobistej. Najprostsze zabezpieczenie powinno obejmować bluzę z długimi rękawami, długie spodnie lub kombinezon, rękawice oraz właściwe obuwie i nakrycie głowy³.

Ubranie ochronne powinno być czyste i wykonane ze ściślej tkaniny lub nieprzemakalnego materiału. Kombinezony, zarówno jednorazowe jak i wielokrotnego użycia różnią się trwałością i stopniem zapewnienia właściwej ochrony. Zwykle są one wystarczające, gdy ma się do czynienia z większością środków ochrony roślin, jednakże należy używać nieprzemakalnych fartuchów czy kombinezonów podczas przelewania lub mieszania koncentratów i stosowania środków silnie toksycznych. Nieprzemakalnego ubrania należy używać zawsze, gdy mgła lub rozpylona ciecz może zmoczyć ubranie robocze czy kombinezon. Nieprzemakalne fartuchy i ubrania powinny być wykonane z materiałów gumowanych lub syntetycznych, odpornych na rozpuszczalniki stosowane w formach użytkowych środków ochrony roślin, a fartuch powinien zakrywać ciało od ramion aż do butów⁴.

Podczas pracy ze środkami ochrony roślin należy używać zawsze **rękawic ochronnych**. Rękawice (bez ściągacza) muszą zakrywać przegub ręki. Do prac ze środkami ochrony roślin stosuje się wyłącznie rękawice przeznaczone do tego celu, zaopatrzone w odpowiedni atest. Niedopuszczalne jest stosowanie rękawic wykonanych z gumy rozpuszczającej się w rozpuszczalnikach zawartych w środkach ochrony roślin. W trakcie większości prac ze środkami ochrony roślin rękawy bluzy powinny być wyłożone na rękawice, aby nie dopuścić do ściekania cieczy z rękawa do rękawic. Podczas prac wykonywanych z rękami uniesionymi do góry rękawice powinny być nałożone na rękawy,

² POLSKA STRONA OCHRONY ROŚLIN, www.bayercropscience.pl

³ Tamże

⁴ Tamże

aby płyn nie mógł ściekać do rękawa. Przed zdjęciem rękawice należy obmyć z chemikaliów wodą i mydłem unikając w ten sposób ewentualnego skażenia rąk. Rękawice muszą być dopasowane do wielkości dłoni tak, aby można było swobodnie, wielokrotnie je zdejmować i nakładać bez konieczności przewracania na stronę wewnętrzną⁵.

Podczas zabiegów ochrony roślin należy zawsze nosić **nakrycie głowy**. Może to być kaptur kombinezonu lub kapelusz. Kapelusz z szerokim rondem zabezpieczającym twarz zaleca się zwłaszcza podczas prac w uprawach roślin, których wysokość przekracza wzrost wykonawcy zabiegu. Kapelusze powinny być bądź to jednorazowego użytku, bądź też łatwe do mycia wodą z mydłem⁶.

Obuwie powinno być wykonane z gumy bez podszewki. Ze względu na możliwość wchłaniania, butów ze skóry, drelichu czy innej wsiąkliwej tkaniny nie wolno używać podczas prac ze środkami ochrony roślin. Nogawki spodni muszą być zawsze wyłożone na buty, aby zabezpieczyć się przed spływaniem cieczy z nogawek do wnętrza butów⁷.

Jeśli istnieje jakakolwiek możliwość przedostania się preparatu na twarz względnie do oczu, należy używać zawsze dobrze dopasowanych i niezaparowujących gogli lub przezroczystej **osłony na twarz**. Jest to ważne zwłaszcza w przypadku przelewania, odmierzania i odważania koncentratów lub w trakcie prac z pyłami i rozpylonymi cieczami środków ochrony roślin. Gogle i inne zabezpieczenia twarzy należy zawsze utrzymywać w czystości, myjąc je wodą i mydłem i dezaktywując poprzez moczenie przez dwie minuty w roztworze podchlorynu sodu, po czym ponownie dokładnie płuczac czystą wodą i susząc na powietrzu. Szczególną uwagę należy zwrócić na gumki i paski mocujące gogle czy osłony twarzy. Są one często wykonane wchłaniającego materiału łatwo wchłaniającego roztwory, co wymaga częściej i regularnej wymiany⁸.

Układ oddechowy stanowi najszybszą drogę przedostawania się wielu toksycznych związków chemicznych do krwioobiegu. **Urządzenia zabezpieczające układ oddechowy** różnią się przeznaczeniem i możliwościami ochronnymi. Wybierając urządzenia zabezpieczające układ oddechowy użytkownik musi przede wszystkim uwzględnić zagrożenie wynikające z wdychania toksycznych substancji, a następnie poznać specyfikę zastosowania dostępnego sprzętu zabezpieczającego. Maskę należy odpowiednio dobrać do

⁵ POLSKA STRONA OCHRONY ROŚLIN, www.bayercropscience.pl

⁶ Tamże

⁷ Tamże

⁸ Tamże

wykonywanych prac i stosować ją zgodnie z instrukcją producenta. Do poszczególnych związków chemicznych czy grup związków zaleca się różne zestawy filtracyjne⁹. Urządzenia zabezpieczające układ oddechowy można podzielić na trzy kategorie:

- oczyszczające powietrze,
- dostarczające powietrze,
- pracujące z zamkniętym obiegiem powietrza.

Ponieważ większość zanieczyszczeń środkami ochrony roślin można usunąć z powietrza stosując urządzenia filtracyjne, ten typ urządzeń jest najbardziej popularny podczas prac ze środkami ochrony roślin. Urządzenia oczyszczające powietrze obejmują filtry mechaniczne, chemiczne i gazowe. Można je stosować wyłącznie w atmosferze zawierającej odpowiednią ilość tlenu. Respiratory z filtrami chemicznymi zapewniają ochronę przed gazami i parami środków chemicznych, jeśli ich stężenie objętościowe w powietrzu nie przekracza 0,1%. Jeżeli stężenie szkodliwych substancji w powietrzu jest wyższe niż 0,1% respiratorów z filtrami chemicznymi można używać tylko przez bardzo krótki czas np. podczas odmierzania środków ochrony roślin na wolnym powietrzu czy podczas sporządzania cieczy użytkowej. Respiratory z filtrami chemicznymi są dostępne bądź to jako półmaski zakrywające tylko nos i usta, bądź też jako cała maska chroniąca również oczy. Respiratory z filtrami mechanicznymi (maski przeciwpyłowe) zabezpieczają układ oddechowy przed cząsteczkami substancji stałych jak mgły, dymy, pyły. Zakrywają one nos i usta. Masek przeciwpyłowych nie należy nigdy używać podczas mieszania i stosowania ciekłych środków ochrony roślin, jeżeli bowiem nastąpi oblanie czy rozlanie, to ciecz paruje, a środek chemiczny w niej zawarty może ulec absorpcji przez maskę przedostając się w ten sposób w pobliże skóry i dróg oddechowych. Wiele urządzeń zabezpieczających układ oddechowy stanowi kombinację filtrów chemicznych i mechanicznych. Zabezpieczają one wówczas zarówno przed gazami jak i cząstkami stałymi¹⁰.

Maski gazowe zabezpieczają układ oddechowy przed pyłami, jak również przed niektórymi gazami i oparami, gdy ich stężenie w powietrzu nie przekracza 2%. Maski gazowe chronią oczy, nos i usta i można ich używać w przypadku stałej ekspozycji na niektóre środki ochrony roślin. Maski gazowe chronią tylko w pewnym stopniu użytkownika pracującego podczas fumigacji pomieszczeń i w warunkach niskiej zawartości tlenu w powietrzu. W niektórych przypadkach wymaga się specjalnych masek do fumigacji z własnym źródłem

⁹POLSKA STRONA OCHRONY ROŚLIN, www.bayercropscience.pl

¹⁰ Tamże

tlenu. Poszczególne substancje toksyczne wymagają stosowania odpowiedniego typu wkładu filtrującego lub pochłaniacza. Na przykład wkładki lub pochłaniacze zabezpieczające przed pewnymi parami organicznymi różnią się pod względem chemicznym od wkładek i pochłaniaczy zabezpieczających przed oparami amoniaku. Należy mieć pewność, że wkładka lub pochłaniacz jest właściwy do zabezpieczenia przed substancjami chemicznymi, które zamierzamy stosować. Okres trwałości wkładki lub pochłaniacza zależy od warunków ich stosowania takich jak: rodzaj i stężenie związku chemicznego, szybkość oddychania użytkownika i wilgotność atmosfery, w której wykonuje się zabieg. Trwałość wkładek zależy od wartości sorpcyjnej gazów i oparów. Gdy wkładka filtracyjna staje się nasycona, związek chemiczny zaczyna przechodzić przez filtr, co zwykle pozwala użytkownikowi wyczuć zapach środka ochrony roślin. W tym momencie wkładkę należy natychmiast wymienić. Pewnym ułatwieniem w określeniu tego momentu jest fakt, że większość środków ochrony roślin zawiera specjalne substancje tzw. nawaniacze, mające na celu ostrzeżenie zmysłem powonienia przed zagrożeniem. Nie należy stosować respiratorów z wkładkami filtracyjnymi w czasie prac z wysoce toksycznymi gazami, jak np. cyjanowodór, bromek metylu czy inne fumiganty o dużej prężności par. Do prac z tymi gazami zaleca się używanie specjalnych masek do fumigacji ¹¹.

Przed użyciem respiratora należy zapoznać się z instrukcją stosowania respiratorów i wkładów filtracyjnych i postępować zgodnie z tymi wskazówkami, aby zastosowany filtr zapewnił właściwą ochronę przed danymi środkami (wszystkie urządzenia zabezpieczające pracownika przed środkami ochrony roślin muszą posiadać atest Centralnego Instytutu Ochrony Pracy). Respiratorów oznakowanych jako zabezpieczające przed cząsteczkami stałymi nie wolno stosować do prac z gazami czy parami, a respiratorów zabezpieczających wyłącznie przed parami i gazami - do ochrony przed cząstkami stałymi. Trzeba zawsze pamiętać, że wkłady filtracyjne i pochłaniacze nigdy nie dostarczają tlenu, dlatego nie należy ich stosować, gdy ilość tlenu w atmosferze jest ograniczona. Przed założeniem maski sprawdzić czy wszystkie zawory, filtry mechaniczne i chemiczne (wkładki lub pochłaniacze) są właściwie umieszczone i uszczelnione. Respirator przymierzyć do twarzy, aby upewnić się czy dokładnie i wygodnie przylega (broda, bokobrody mogą utrudniać właściwą szczelność maski). Dopasowanie respiratorów z wkładkami chemicznymi można sprawdzić w dwojaki sposób. Pierwszy z nich to szczelne umieszczenie ręki na zaworze wydechowym. Jeśli szczelność jest właściwa to wydech powinien podnieść ciśnienie wewnętrzne w masce,

¹¹ POLSKA STRONA OCHRONY ROŚLIN, www.bayercropscience.pl

jeśli natomiast powietrze ucieka - ponownie dopasować paski mocujące maskę do uzyskania pełnej szczelności. Drugi sposób to zasłonięcie zaworu wlotowego poprzez umieszczenie ręki wokół wkładki filtrującej. Jeśli szczelność jest właściwa wdech powinien spowodować zapadnięcie się części twarzowej maski, jeśli natomiast powietrze wydostaje się bokiem - poprawić paski mocujące. Gdy podczas pracy w masce ochronnej wystąpi jakakolwiek z wymienionych niżej oznak zagrożenia - należy pracę natychmiast przerwać i wyjść na świeże powietrze:

- zapach środka ochrony roślin,
- obcy smak względnie podrażnienie oczu, nosa lub przełyku,
- trudności w oddychaniu,
- niepokojąco ciepłe powietrze, którym się oddycha,
- nudności lub zawroty głowy.

Przyczynę tych objawów mogą stanowić zużyte wkłady filtracyjne, nienormalne warunki pracy, gdy stężenie środków chemicznych przekracza pojemność respiratora, brak tlenu w powietrzu, uczulenie organizmu. Po każdym użyciu respiratora odłączyć wszystkie filtry mechaniczne i chemiczne, umyć i odkazić część twarzową maski zgodnie z procedurą zalecaną w przypadku gogli. Maskę, wkłady filtrujące, pochłaniacze i filtry mechaniczne przechowywać w czystym i suchym miejscu, najlepiej w szczelnie zamkniętych woreczkach foliowych.

Nie wolno przechowywać respiratora ze środkami ochrony roślin i innymi agrochemikaliami¹².

1.2. Ubrania specjalne strażaków - ratowników

Ubrania specjalne strażaków – ratowników muszą spełniać podstawowe wymagania bezpieczeństwa tj. nierozprzestrzenianie płomienia, odporność na ciepło, wodoszczelność i przepuszczalność pary wodnej¹³.

W ratownictwie chemicznym, w zależności od rodzaju substancji i warunków pracy stosowana jest odzież ochronna w wykonaniu kwaso-, ługo-, chemoodporna lub gazoszczelna.

¹² POLSKA STRONA OCHRONY ROŚLIN, www.bayercropscience.pl

¹³ Wojnarowski A., Obolewicz – Pietrusiak A., Podstawy ratownictwa chemicznego, Firex, Warszawa 2001 r., s. 121

Należy przyjąć, że środki ochrony roślin na terenie działań ratowniczych stwarzają zagrożenie zarówno powierzchni skóry jak i dróg oddechowych, dlatego też najczęściej stosuje się pełną ochronę ratowników w postaci ochronnych ubrań gazoszczelnych.

Ochronne ubrania gazoszczelne wymagane są wszędzie tam, gdzie zachodzi konieczność pełnego izolowania całego ciała od atmosfery zewnętrznej. Różnorodność, niekiedy bardzo agresywnych substancji chemicznych, stwarza bardzo duże wymagania wobec materiałów, z których mogą być produkowane.

Wymagania dla uniwersalnego ubrania:

- odporność na substancje w postaci gazowej, ciekłej lub stałej stanowiącym zagrożenie dla zdrowia i/lub życia ludzkiego,
- szczelność,
- odporność na uszkodzenia mechaniczne,
- odporność w dużym przedziale temperatur (ujemnych i dodatnich),
- odporność na działanie płomieni,
- nie przewodzić prądu elektrycznego,
- odporność na radioaktywny kurz i pył,
- lekkie, nie ograniczające swobody ruchu,
- łatwe w obsłudze,
- proste w odkażaniu,
- łatwe w naprawie,
- tanie.

Właściwości ubrań zależą od ich odporności mechanicznej i chemicznej, dlatego też od materiałów używanych do produkcji ubrań wymagane jest spełnienie wyżej wymienionych warunków. Przez okres eksploatacji ubrania winne być odporne na działanie chemikaliów i wystarczająco szczelne dla gazów, które wewnątrz nie powinny tworzyć koncentracji wyższej niż najwyższe dopuszczalne stężenie.

Materiał ubrania gazoszczelnego składa się z kilku warstw - powłok, przeważnie 3 do 4. Wśród tych warstw jedna jest wewnętrzną warstwą nośną, a pozostałe dwie lub trzy to ochronne warstwy gazoszczelne.

Warstwę nośną wykonuje się z tworzyw termoplastycznych takich jak: poliamid, poliester, czasami włókno szklane, które dają dużą wytrzymałość na rozdarcie. Warstwę nośną pokrywa się z obu stron warstwami gazoszczelnymi tworząc bariery ochronne w materiale ubrania.

Warstwy gazoszczelne - wykonane są z elastomeru, w skład którego wchodzi niektóre syntetyczne odmiany zmiękzonego polichloru winylu ¹⁴.

Tabela 1

Charakterystyka warstw nośnych, gazoszczelnych, wewnętrznych i zewnętrznych

Lp	Materiał	Temperatura topnienia	Wytrzymałość na rozciąganie	Wydłużenie przy zerwaniu	Uwagi
---	---	°C	MPa	%	---
Warstwa nośna					
1	POLIAMID	200 - 250	40 - 70	50 - 300	termoplast
2	POLIESTER	ok. 250	30 - 60	50 - 300	termoplast
3	WŁÓKNO SZKLANE	500 - 800	brak danych (b.d.)	1 - 3	
Warstwa gazoszczelna					
4	TEFLON	- 100 - + 260	b.d.	b.d.	Elastomer wrażliwy na działanie NaOH
Warstwa zewnętrzna i/lub wewnętrzna					
5	VITON	- 90 - - 10	2 - 15	450	Odporny na temperaturę
6	NEOPREN	- 30 - + 110	11 - 25	400	Odporny na kwasy i alkalia
7	BUTYL	- 30 - + 120	5 - 21	600	Odporny na działanie kwasów, zasad i ozonu
8	PCW	- 20 - + 70	mała	300	Elastomer o najmniejszej odporności chemicznej
9	HYPALON	- 30 - + 120	18- 20	300	Niepalny

Źródło: opracowanie własne na podstawie Wojnarowski A., Obolewicz – Pietrusiak A., Podstawy ratownictwa chemicznego, Firex, Warszawa 2001 r., s. 122

Elastomery charakteryzują się małą wytrzymałością mechaniczną. Przejawia się to dużą wydłużalnością, przy stosunkowo niskich obciążeniach. Wynika więc konieczność stosowania warstw nośnych, zabezpieczających przed nadmiernym obciążeniem warstw

¹⁴ Wojnarowski A., Obolewicz – Pietrusiak A., Podstawy ratownictwa chemicznego, Firex, Warszawa 2001 r., s. 122

gazoszczelnych. Jedynym elastomerem, który spełnia warunki wytrzymałościowe jest teflon, niestety, jego bierność chemiczna podraża technologie jego wytwarzania. O odporności chemicznej nie decyduje tylko rodzaj powłoki, ale także jej grubość. Każdy materiał może mieć odporność chemiczną zbliżoną do wzorca, ale musi mieć odpowiednią grubość, co powoduje wzrost ciężaru ubrania, jego sztywność, a tym samym wzmożony wysiłek podczas pracy i zmniejszony komfort w trakcie użytkowania. Oprócz samego materiału, z jakiego wykonane jest ubranie nie mniej ważne są pozostałe części składowe, takie jak: wizjer, zamek gazoszczelny, buty, rękawice.

Ubrania gazoszczelne produkowane są w dwóch podstawowych wersjach różniących się jedynie rodzajem materiałów i kolorystyką.

Ubranie gazoszczelne – Typ A – zapewnia gazoszczelność całego ciała oraz gwarantuje maksymalną swobodę ruchów. Aparat ochrony dróg oddechowych noszony jest na zewnątrz ubrania. Maskę połączoną jest z ubraniem w sposób trwały poprzez proces wulkanizacji, gwarantując szczelność ubrania. W wersji tej ubranie przystosowane jest do współpracy z każdym systemem ochrony dróg oddechowych, to jest z aparatem oddechowym na sprężone powietrze, z aparatem do którego powietrze dostarczane jest z zewnątrz poprzez oddzielne przewody, ze sprzętem filtrującym (filtry, pochłaniacze, filtropochłaniacze).

Ze względu na to, że sprzęt ochrony dróg oddechowych jest usytuowany na zewnątrz ubrania, stwarza to możliwości szybkiej wymiany aparatu i tym samym przedłużenia okresu używania ubrania.

Ubranie gazoszczelne – Typ B – zapewnia niezależną ochronę przed zanieczyszczeniami i agresywnymi substancjami chemicznymi zarówno użytkownika jak i jego aparat oddechowy. Powietrze wydychane, które kierowane jest do wewnątrz ubrania, wytwarza lekkie nadciśnienie. To nadciśnienie regulowane jest przez odpowiednie zawory.

W przypadku wystąpienia małych nieszczelności, nadciśnienie występujące w ubraniu może uniemożliwić przedostanie się skażonego powietrza do wnętrza ubrania.

Generalnie, maska aparatu nie musi mieć standardowych cech ubrania, ponieważ posiada własny oddzielny wizjer.

Ubranie gazoszczelne - Typ B-1 – Konstrukcyjnie ubranie to mało różni się od wersji B. Osłania całe ciało i aparat izolujący drogi oddechowe.

Maska aparatu konstrukcyjnie stanowi część ubrania w taki sposób, że zawory wdechowy i wydechowy znajdują się wewnątrz ubrania, natomiast szkło panoramiczne połączone jest z materiałem ubrania i spełnia rolę wizjera¹⁵.

Praca w ubraniu gazoszczelnym jest dużym obciążeniem organizmu. Istotne znaczenie ma właściwy dobór osób pracujących w tych ubraniach (zdrowie, sprawność fizyczna, wyznaczona wydolność fizyczna na podstawie maksymalnego zużycia tlenu – nie więcej niż 3 dm³/min). Bezpieczeństwo pracy w ubraniu gazoszczelnym wymaga przestrzegania:

- czasu pracy w ubraniu gazoszczelnym zależy od jej rodzaju, temperatury otoczenia i rodzaju ubrania ochronnego:

- w temp. 20-25°C – praca średnio-ciężka i ciężka – max 30 minut (z uwagi na zagrożenie wystąpienia u ratownika udaru cieplnego w wyniku gromadzenia ciepła na skutek pracy w ubraniu gazoszczelnym),
- w temp. 40°C – praca średnio-ciężka i ciężka – maksymalnie 15 minut,

Przerwa po wymienionym powyżej wysiłku powinna wynosić około 1 godziny (czas na przywrócenie parametrów fizjologicznych do prawidłowych wartości).

- organizacji pracy w ubraniu gazoszczelnym:

- zapewniony stały kontakt osoby nadzorującej z osobą pracującą,
- obowiązuje dwójkowy system pracy (dwójka atakująca – dwójka asekurująca):
 - po zaprzestaniu pracy natychmiast zdjąć ubranie,
 - zapewniona możliwość odpoczynku po pracy, najlepiej w pomieszczeniu (o temperaturze około 25°C i wilgotności około 30-40%).
 - zapewnienie odpoczywającym odpowiedniej ilości płynów z elektrolitami.

- przeprowadzania regularnych szkoleń i treningów ratownikom, którzy są uprawnieni do pracy w ubraniu gazoszczelnym¹⁶.

2. KONCEPCJA ORGANIZOWANIA I PROWADZENIA DZIAŁAŃ RATOWNICZYCH ZE ŚRODKAMI OCHRONY ROŚLIN.

2.1. Bezpieczeństwo ratownika jako priorytet

Najważniejsza sprawa podczas prowadzenia działań ratowniczych to bezpieczeństwo ratowników. Aby strażak - ratownik mógł skutecznie wykonywać niezbędne czynności

¹⁵ Wojnarowski A., Obolewicz – Pietrusiak A., Podstawy ratownictwa chemicznego, Firex, Warszawa 2001 r., s. 124

¹⁶ Wojnarowski A., Obolewicz – Pietrusiak A., Podstawy ratownictwa chemicznego, Firex, Warszawa 2001 r., s. 125

ratownicze, musi bezpiecznie dotrzeć na miejsce, a na terenie akcji być odpowiednio zabezpieczony i w pełni sił fizycznych. Spełniając wszystkie te warunki może przystąpić do ratowania życia, mienia lub środowiska.

Określono dziesięć podstawowych zasad bezpieczeństwa w ratownictwie chemicznym:

- **PIERWSZA ZASADA** – bezpieczny dojazd. Powinien być prowadzony od strony zawietrznej. Wybierając miejsce usytuowania pojazdów ratowniczych należy wziąć pod uwagę asekurację i możliwość wycofania się. Jest to niezwykle istotne, gdyż podczas zdarzeń chemicznych, w bardzo krótkim czasie, może dojść do nagłej zmiany sytuacji. Wiadomym jest, że każdy przypadek wymaga indywidualnej oceny sytuacji, nie mniej jednak należy starać się zachować minimalną odległość od miejsca awarii:
 - z płynnymi organicznymi środkami ochrony roślin (głównie w przypadku fosforoorganicznych), które mogą stwarzać zagrożenie wybuchem – minimalnie 100 m,
 - z pozostałymi pestycydami w postaci emulsji, proszków itp., które nie stwarzają zagrożenia wybuchem – minimalnie 50 m,
- **DRUGA ZASADA** – dokładne rozpoznanie zagrożeń spowodowanych przez środek ochrony roślin,
- **TRZECIA ZASADA** – posiadanie i wykorzystywanie sprawnych urządzeń pomiarowych,
- **CZWARTA ZASADA** – wyposażenie ratowników w odpowiedni sprzęt ochrony osobistej (ochrona dróg oddechowych, powierzchni ciała, itp.),
- **PIĄTA ZASADA** – do działań ratowniczych ze środkami ochrony roślin angażować ratowników ze znajomością zasad ratownictwa chemicznego,
- **SZÓSTA ZASADA** – zespół ratowniczy winien liczyć minimum dwie osoby i być asekurowany przez drugi zespół będący w pełnej gotowości do podjęcia działań ratowniczych,
- **SIÓDMA ZASADA** – absolutnym priorytetem w akcji jest ratowanie ludzi, zapewnienie im ochrony oraz pomocy przedmedycznej,
- **ÓSMA ZASADA** – zabezpieczenie terenu akcji przed pożarem (jeżeli istnieje zagrożenie pożarem lub wybuchem),
- **DZIEWIĄTA ZASADA** – nie bagatelizowanie nawet najdrobniejszych wycieków, czy rozsypania środków ochrony roślin, gdyż może to stworzyć dodatkowe zagrożenie,

- **DZIESIĄTA ZASADA** – po każdej akcji ze środkami ochrony roślin przeprowadzić w wydzielonym miejscu dekontaminację, dokładnie oczyścić sprzęt i urządzenia biorące udział w akcji¹⁷.

2.2. Fazy akcji ratownictwa chemicznego

W ratownictwie chemicznym wyróżnia się trzy fazy prowadzenia akcji ratowniczej:

- **FAZA PIERWSZA – INFORMACYJNA**
 - powiadomienie o zaistniałej awarii lub katastrofie,
 - prognoza występującego zagrożenia, oznakowanie terenu, ewentualne wydzielenie stref działania,
 - przeprowadzenie (w razie potrzeby) ewakuacji osób, udzielenie kwalifikowanej pierwszej pomocy,
 - przystąpienie do pierwszych prac ratowniczych mających na celu ograniczenie występującego zagrożenia,
- **FAZA DRUGA – RATOWNICZA**
 - likwidacja pierwotnego i wtórnego źródła zagrożenia,
- **FAZA TRZECIA – LIKWIDACYJNA**
 - trwałe zabezpieczenie miejsca akcji
 - zneutralizowanie miejsca zdarzenia przy użyciu odpowiednich neutralizatorów lub sprzętu technicznego,
 - zabezpieczenie miejsca zdarzenia przed dostępem osób trzecich,
 - ustalenie z właścicielem terenu trybu dalszego postępowania¹⁸.

2.3. Podstawowe zasady kierowania akcją ratowniczą

Kierujący działaniami ratowniczymi jest odpowiedzialny za bezpieczeństwo ratowników i skuteczność prowadzonych działań. Aby uniknąć chaosu organizacyjnego, bardzo ważnym jest, aby prowadzeniem działań kierowała wyłącznie jedna osoba. Kierujący akcją musi dbać o bezpieczeństwo ratowników, którymi dowodzi (np. przed rozpoczęciem akcji ustalić sygnał do natychmiastowej ewakuacji wszystkich ratowników) oraz wpływać na nich mobilizująco. Kierownik działań powinien zapewnić łączność zarówno

¹⁷ Wojnarowski A., Obolewicz – Pietrusiak A., Podstawy ratownictwa chemicznego, Firex, Warszawa 2001 r., s. 143

¹⁸ Wojnarowski A., Obolewicz – Pietrusiak A., Podstawy ratownictwa chemicznego, Firex, Warszawa 2001 r., s. 150

z podkomendnymi, jak i przełożonymi. Bez stałej łączności nie ma możliwości dowodzenia. Dobry dowódca wydaje jasne, zrozumiałe rozkazy i kontroluje ich wykonanie, jest elastyczny, co oznacza, iż dostosowuje metody, sposób działania i podejmuje decyzje w zależności do zmiany sytuacji na miejscu akcji. Potrafi określić niezbędny zakres działań ratowniczych, przeznaczyć do ich wykonania niezbędne siły i środki nie dopuszczając do ich nadmiernego podziału. Do kompetencji kierującego akcją należy:

- zapewnienie pomocy z zewnątrz (pogotowie, policja, inne służby),
- stosowanie zasady „10 minut” (przewidywać rozwój wydarzeń z 10-cio minutowym wyprzedzeniem),
- przeciwdziałanie panice,
- właściwe rozpoznanie sytuacji,
- przestrzeganie pierwszeństwa w ratowaniu życia ludzkiego,
- zapewnienie właściwej pomocy poszkodowanym.

2.4. Rozpoznanie terenu akcji

Rozpoznanie na miejscu zdarzenia obejmuje: przestrzeganie zasad bezpiecznego dojazdu i ustawienia samochodów (należy wziąć pod uwagę sytuację meteorologiczną, ukształtowanie terenu, inne czynniki jak zabudowa czy instalacje), podjęcie próby określenia rodzaju substancji powodującej zagrożenie, ustalenie zaistnienia ewentualnych ofiar zdarzenia, ocenę zjawisk towarzyszących zdarzeniu, określenie rodzaju, skali i dynamiki rozwoju zagrożenia, próbę przewidzenia skutków oddziaływania zdarzenia na ludzi i środowisko, przekazanie meldunku z rozpoznania do właściwego stanowiska kierowania.

2.4.1. Rozpoznanie rodzaju substancji

Do podstawowych zadań Kierującego Akcją Ratowniczą (KAR) należy określenie rodzaju materiału chemicznego podczas zdarzenia. Jest to istotne z uwagi na bezpieczeństwo ratowników prowadzących działania i ma wpływ na zastosowaną taktykę. Działania ratownicze w atmosferze nieznanego skażenia mogą nie przynieść oczekiwanych rezultatów, stanowiąc jednocześnie zagrożenie dla ratowników, dodatkowo w przypadku akcji z udziałem środków ochrony roślin wymagają zastosowania pełnej ochrony ratownika.

Sposób identyfikacji zagrożenia stwarzanego przez środki ochrony roślin podczas interwencji Państwowej Straży Pożarnej:

- zdobycie informacji o środku ochrony roślin lub jego komponencie na terenie zakładu przemysłowego: jest możliwe od grupy specjalistów na terenie zakładu mających, na co dzień styczność z zagrażającym medium, lub z planów operacyjnych powiatu,

- zdobycie informacji o środku ochrony roślin w transporcie drogowym: ze stanowiska kierownika, posiadającego ewentualne informacje od zgłaszającego zdarzenie; z opakowań środka ochrony roślin; od kierowcy bądź konwojenta; na podstawie kodyfikacji międzynarodowej^{19,20}; na podstawie nalepek ostrzegawczych na opakowaniu lub na środku transportu (Ryc.1., Tabela 2), na podstawie tablic z trzycyfrowym numerem rozpoznawczym niebezpieczeństwa (u góry) i numerem ONZ (u dołu) (Ryc.2.), - od nadawcy lub odbiorcy; z dokumentów (karta charakterystyk, etykieta – instrukcja stosowania środka ochrony roślin);

¹⁹ **Numer ONZ** - Numer rozpoznawczy materiału, pod którym jest on umieszczony na liście materiałów niebezpiecznych w transporcie, sporządzonej przez Komitet Ekspertów ONZ ds. Przewozu Materiałów Niebezpiecznych.

Numer CAS - Chemical Abstracts Service Registry Number. Numer CAS jest oznaczeniem numerycznym substancji używanym przez American Chemical Society's Chemical Abstracts Service, pozwalającym na jednoznaczne zidentyfikowanie związku chemicznego (np. 007782-50-5).

Numer indeksowy (EWG, EEC) - (np.017-001-00-7). Numer ten składa się z umownej sekwencji cyfr według układu ABC-RST-VW-Y. ABC jest to liczba atomowa najbardziej charakterystycznego pierwiastka danej substancji (poprzedzona przez jedno lub dwa zera) lub w przypadku substancji organicznych – trzycyfrowa liczba od 601 do 650 odpowiadająca danej grupie substancji. RST jest to kolejny numer porządkowy w ramach danej sekwencji ABC. VW jest jedną z postaci, w której tak zidentyfikowana substancja jest wytworzona lub wprowadzona do obrotu. Y jest wyróżnikiem cyfrowym dla całości poprzedzającej sekwencji, obliczony zgodnie z metodą International Standard Book Number

Numer WE oznacza jeden z trzech numerów: EINECS lub Elincs lub numer w wykazie substancji chemicznych wymienionych w publikacji Komisji Europejskiej No-longer polymers (Office for Official Publications of the European Communities).

Numer w wykazie **No-longer polymers** jest siedmiocyfrowy o strukturze XXX-XXX-X rozpoczynający się od liczby 500-001-0,

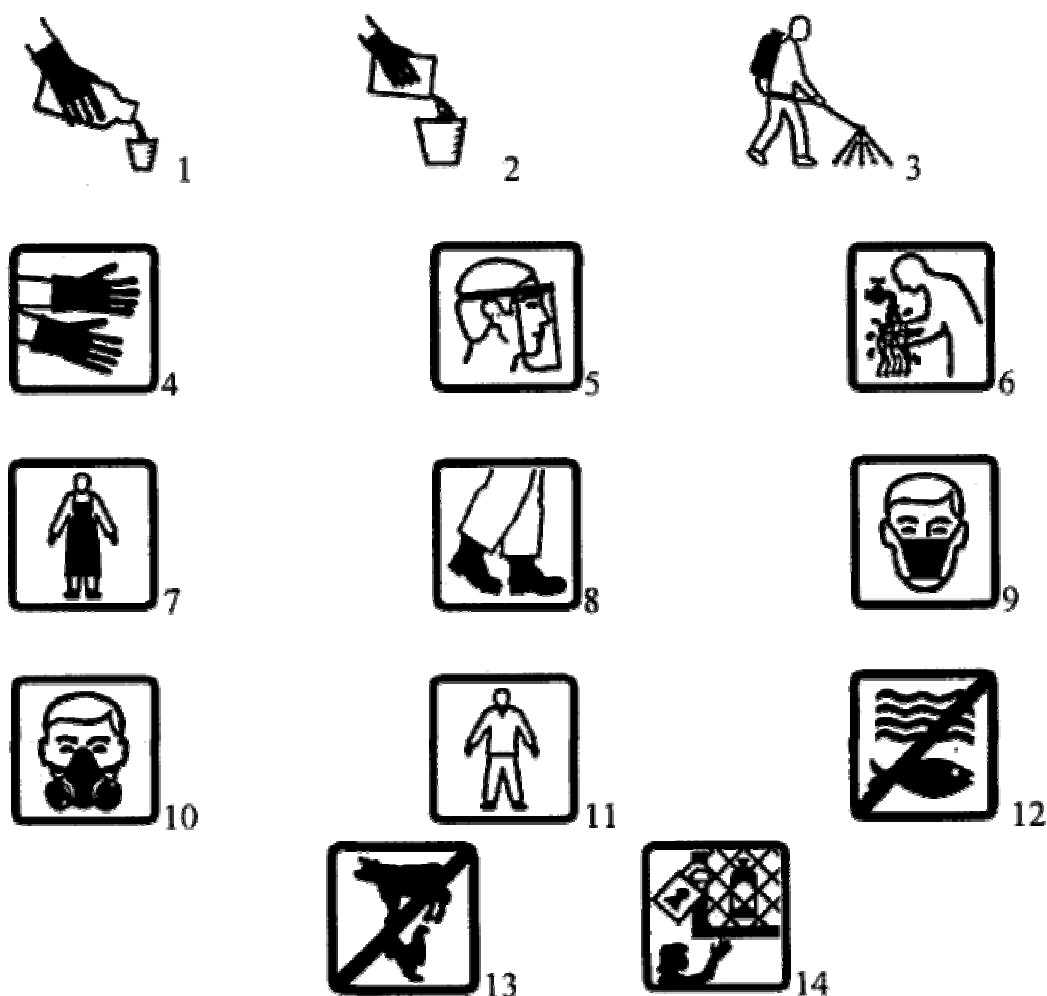
Numer EINECS – numer substancji w Europejskim Wykazie Istniejących Substancji o Znaczeniu Komercyjnym. Numer ten składa się z siedmiu cyfr o strukturze XXX-XXX-X, rozpoczyna się od liczby 200-001-8

Numer Elincs – numer przypisany substancji w Europejskim Wykazie Notyfikowanych Substancji Chemicznych, podawany również w zapisie XXX-XXX-X, rozpoczynający się od liczby 400 010-9

Numer RTECS – odnośnik do Registry of Toxic Effects of Chemical Substances) - numer ten pozwala w wyżej wymienionym spisie wyszukiwać daną substancję. Składa się z 2 liter i 7 cyfr. Sam rejestr jest uzupełniany i publikowany przez National Institute for Occupational Health and Science (NIOSH, USA).

²⁰ Grunt – Mejer I., Klasyfikacja, oznakowanie i przewóz preparatów i towarów niebezpiecznych według Ustawy o substancjach i towarach niebezpiecznych oraz Umowy ADR 2003, Zakład Ratownictwa Chemicznego, Instrukcja do ćwiczeń, Warszawa 2003r.





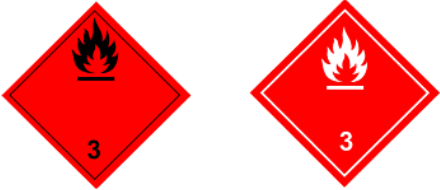

na podstawie pomiarów wykonanych odpowiednimi przyrządami, choć w przypadku środków ochrony roślin, nawet specjalistyczne grupy ratownictwa chemicznego Państwowej Straży Pożarnej nie posiadają odpowiedniego sprzętu do sklasyfikowania rodzaju środka ochrony roślin (potrzebny do tego jest chromatograf), na podstawie objawów zewnętrznych (zatrucia ludzi i zwierząt, poparzenia skóry); skorzystać z pomocy innych służb takich jak Instytut Ochrony Roślin, Wojewódzki Inspektorat Sanitarno - Epidemiologiczny (sanepid), Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska (WIOŚ), System Pomocy w Transporcie Materiałów Niebezpiecznych (SPOT) lub specjalistów w zakresie chemii, z którymi Państwowa Straż Pożarna ma podpisaną umowę o świadczenie usług.



Ryc.1. Międzynarodowe umowne znaki ostrzegawcze (piktogramy)

Źródło: Załącznik nr 6 do rozporządzenia z dnia 5 marca 2002 r. (Dz. U. 2002 Nr 24, poz. 250)

Międzynarodowe umowne znaki ostrzegawcze (piktogramy)

Znak ostrzegawczy	Symbol	Napis określający znaczenie znaku ostrzegawczego
	T+	Produkt bardzo toksyczny
	T	Produkt toksyczny
	Xi	Produkt drażniący
	N	Produkt niebezpieczny dla środowiska
<p>KLASA 3 Materiały ciekłe zapalne</p> 		<p>KLASA 6.1 (zagrożenie) Materiały trujące</p> 
(Nr 3)		(Nr 6.1)

Źródło: KOMPUTEROWA BAZA DANYCH CENTRALNEGO INSTYTUTU OCHRONY PRACY (CIOP)



Ryc.2. Tablica z trzycyfrowym numerem rozpoznawczym niebezpieczeństwa (u góry) i numerem ONZ (u dołu)

Tablica (Ryc.2.) ma wymiary 30 cm na 40 cm o wysokości liter minimum 10 cm oraz czarnych obramowaniach, linii podziału i grubości liter 15 mm. Wielka litera **X** przed numerem oznacza całkowity zakaz kontaktu z wodą. W numerze rozpoznawczym zagrożenia **pierwsza cyfra** oznacza rodzaj niebezpiecznego materiału, w przypadku środków ochrony roślin istotne będą:

3 - zapalność materiałów ciekłych (par) i gazów lub materiał ciekły samonagrzewający się,

4 - zapalność materiałów stałych lub materiał stały,

6 - działanie trujące lub zakaźne.

Druga i trzecia cyfra oznacza stopień zagrożenia (podwójna cyfra oznacza intensywność głównego niebezpieczeństwa):

0 - brak dodatkowego zagrożenia

1 - wybuchowość

2- zdolność wytwarzania gazu

3 - łatwopalność

5 - właściwości utleniające

6 - właściwości toksyczne

7 - działanie promieniotwórcze

8 - działanie żrące

9 - niebezpieczeństwo gwałtownej reakcji²¹.

²¹ Grunt – Mejer I., Klasyfikacja, oznakowanie i przewóz preparatów i towarów niebezpiecznych według Ustawy o substancjach i towarach niebezpiecznych oraz Umowy ADR 2003, Zakład Ratownictwa Chemicznego, Instrukcja do ćwiczeń, Warszawa 2003r.

- zdobycie informacji o środku ochrony roślin porzuconym w lasach, na łąkach, na wysypiskach komunalnych, w osiedlowych śmietnikach bywa niezwykle trudne, gdyż nie zawsze istnieje możliwość odczytania informacji z resztek opakowania. Jak wspomniano wcześniej PSP nie dysponuje odpowiednim sprzętem do oznaczenia nieznanego środka ochrony roślin, co oznacza iż ratownicy nie określą dokładnie zagrożenia stwarzanego przez substancję. W takich przypadkach należy zachować najwyższą ostrożność i w razie możliwości skorzystać z pomocy specjalisty lub służb z zewnątrz.

2.4.2. Podział terenu akcji na strefy skażenia chemicznego

„Rejon skażenia chemicznego to obszar terenu wraz z jego zabudową, pokryciem oraz przebywającą lub zamieszkującą ludnością, na którym nastąpiło działanie substancji niebezpiecznych powodujących zagrożenie dla zdrowia lub życia ludzkiego, mienia oraz środowiska”²².

Podział terenu akcji na I i II strefę to końcowy etap analizy zagrożenia stwarzanego przez substancję. Strefa I to (w przypadku środków ochrony roślin na ogół 50 m) wyznaczony przez KAR „teren, obiekt, budowla, akwen, gdzie istnieje zagrożenie i gdzie będzie prowadzona bezpośrednio akcja ratownicza. Otoczenie poza wyznaczoną strefą I to miejsce, gdzie znajduje się zabezpieczenie logistyczne działań ratowniczych prowadzonych w strefie zagrożenia. Zakłada się zatem, że w strefie I działają ratownicy w sprzęcie ochrony osobistej, a II strefa jest obszarem pracy pozostałych ratowników, miejscem koncentracji sprzętu technicznego, ewakuacji i pierwszej pomocy przedmedycznej”²³.

W przypadku środków ochrony roślin wyznaczenie wielkości strefy techniką pomiarową jest praktycznie niemożliwe z powodu braku odpowiedniego sprzętu. Należy jedynie sprawdzić, czy nie zaistniało zagrożenie ze strony gazów toksycznych, które mogą powstać w wyniku rozkładu np. na skutek pożaru z udziałem środka ochrony roślin.

Wyznaczanie strefy skażenia środkiem ochrony roślin w postaci substancji stałej.

Czynność ta nie jest mierzalna, a jej podstawowym kryterium są oględziny. Ograniczona zdolność rozprzestrzeniania się medium w tym stanie skupienia, gwarantuje większe bezpieczeństwo. Podczas wyznaczania strefy I zbrylone środki ochrony roślin traktuje się jak substancje stałe, a w postaci proszku o zdolności do pylenia się jako gazy (gdyż tworzą z powietrzem mieszaninę), natomiast po kontakcie i rozpuszczeniu w wodzie - jako

²² Wojnarowski A., Obolewicz – Pietrusiak A., Podstawy ratownictwa chemicznego, Firex, Warszawa 2001 r., s. 146

²³ Tamże, s. 144

substancje płynne. **W przypadku substancji ciekłych** niezbędnym jest rozpoznanie dróg rozprzestrzeniania się skażenia (możliwość przedostania się do cieków wodnych, gleby, powietrza poprzez parowanie rozpuszczalników organicznych z form płynnych środków ochrony roślin). Standardowo oznacza się strefę I około 50 m od rozlewiska. **Wyznaczenie strefy skażenia substancją gazową** jest trudne z powodu dynamiki przemieszczania się substancji, która w znacznej mierze zależy od rodzaju substancji i warunków meteorologicznych. Aby wyznaczyć strefy skażenia niezbędne są informacje o miejscu zdarzenia, rodzaju i ilości substancji niebezpiecznej, rodzaju pokrycia terenu (ukształtowanie terenu, szata roślinna, rodzaj i wysokość zabudowy, zbiorniki wodne), a także warunkach meteorologicznych.

Procedura wyznaczania strefy skażenia w przypadku gazów obejmuje trzy etapy:

1. Wstępne określenie strefy skażenia, kierunku przemieszczania się substancji w sposób wizualny (o ile substancja posiada barwę lub powoduje zjawiska fizyczne umożliwiające jej obserwację), jako próg wyczuwalności węchowej (jeżeli substancja posiada charakterystyczny zapach jak np. amoniak) lub jako NDSC_h (Najwyższe Dopuszczalne Stężenie Chwilowe). Dodatkowo należy sprawdzić czy nie istnieje zagrożenie wybuchem np. przy pomocy eksplozometru. Zaistnienie zagrożenia wybuchem wymusi takie metody postępowania, aby podczas akcji ratowniczej nie doszło do przypadkowego wybuchu.

2. Określenie strefy skażenia następuje wówczas jeżeli substancja nie posiada charakterystycznej barwy i zapachu. W tym celu dokonuje się pomiaru następujących parametrów:

- poziom stężenia wybuchowego (pomiar eksplozometrem),
- poziom stężenia tlenu (pomiar tlenomierzem),
- poziom stężenia substancji toksycznej (pomiar oksymetrem).

Wykonanie tych pomiarów staje się niezbędne, aby zapewnić bezpieczeństwo ratowników znajdujących się w strefie II, a których nie wyposażono w sprzęt ochrony dróg oddechowych.

3. Monitorowanie granicy stref, aby w przypadku zmiany sytuacji powiadomić osoby znajdujące się w strefie II o zagrażającym niebezpieczeństwie ²⁴.

²⁴ Wojnarowski A., Obolewicz – Pietrusiak A., Podstawy ratownictwa chemicznego, Firex, Warszawa 2001 r., s. 146

2.5. Działania ratownicze

Środki ochrony roślin różnią się między sobą stopniem palności, co sprawia, że zagrożenie pożarem jest różne. Preparaty, wymagające specjalnych środków ostrożności zaopatrzone są w ostrzeżenia zamieszczone w etykiecie-instrukcji stosowania. Preparaty łatwopalne zawierają oleje lub rozpuszczalniki organiczne. Większość środków ochrony roślin jest palna, a w związku z działaniem ciepła istnieje możliwość wybuchu. Zapalenie środków ochrony roślin możliwe jest od otwartego ognia lub gorących powierzchni. Istnieje również ryzyko wtórnego zapalenia par unoszących się nisko nad ziemią. Niebezpieczeństwo skażenia i wybuchu istnieje szczególnie w budynkach i w kanalizacji. Do gaszenia niewielkich pożarów stosować można gaśnice proszkowe, śniegowe, pianowe oraz strumień zraszający wody. W przypadku pożarów większych pianę, strumień zraszający wody lub o ile to możliwe proszek. Do prowadzenia działań gaśniczych nie zaleca się stosowania piany ciężkiej, ani wody. W celu zahamowania ognia i zapobieżenia skażeniu przyległego terenu używa się tylko tyle wody, ile jest absolutnie konieczne. Strumień wody podawany z prądownicy nie może być zbyt silny. W razie potrzeby zbudować tamy, zapobiegające przedostaniu się skażonej wody do jezior, stawów, strumieni czy kanałów ściekowych. Jeżeli to możliwe usunąć ze strefy objętej pożarem nieuszkodzone pojemniki zawierające środki ochrony roślin. Pożar starać się zwalczać z jak największej odległości, wraz z kierunkiem wiejącego wiatru. Nierozprzestrzeniać niepotrzebnie środków ochrony roślin.

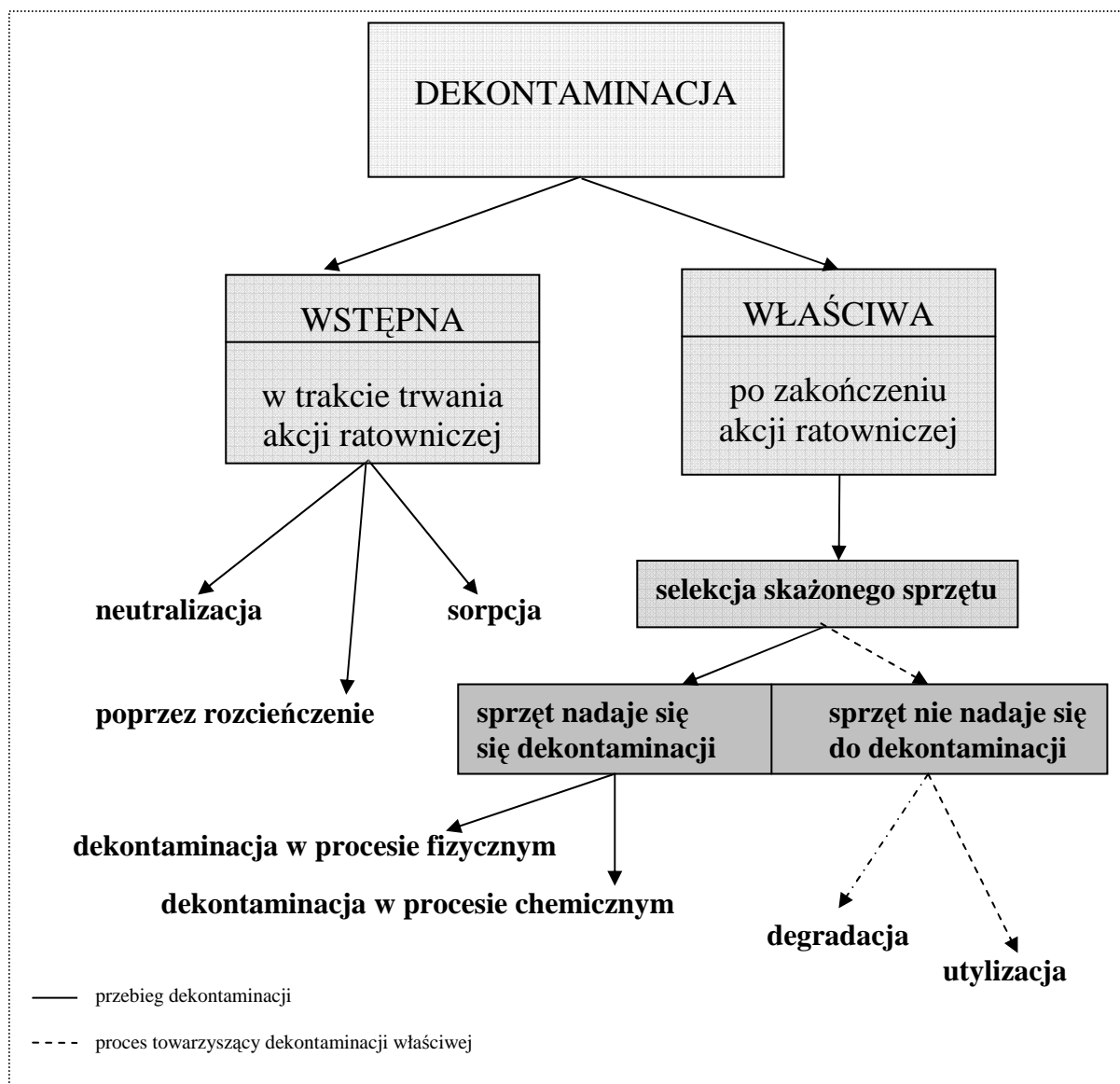
Jako zabezpieczenie podstawowe strażacy – ratownicy używać powinni aparatów ochrony dróg oddechowych i ubrania bojowe typu NOMEX (w przypadku pożaru) lub ubrania ochrony całkowitej (w przypadku wycieku). Prowadząc działania podczas wycieku, należy unikać oblania wyciekającym środkiem ochrony roślin. Starać się uszczelnić miejsce wycieku. Pary zwalczać strumieniem zraszającym. W przypadku niewielkiego mokrego wycieku środki ochrony roślin pochłaniać niepalnymi matami absorpcyjnymi i odstawić do neutralizacji. Niewielki suchy wyciek przesypuje się czystą łopatą do czystego, suchego pojemnika i usuwa ze strefy zagrożenia. Duży wyciek obwałować do czasu neutralizacji^{25,26}.

²⁵ POLSKA STRONA OCHRONY ROŚLIN, www.bayercropscience.pl

²⁶ RATOWNICZY BANK WIEDZY, www.strazak.pl

2.6. Dekontaminacja

„Dekontaminacja – zespół czynności wykonywanych przez służby ratownicze na terenie akcji ratownictwa chemicznego i/lub ekologicznego zmierzających do zneutralizowania szkodliwego oddziaływania niebezpiecznych substancji chemicznych”²⁷.



Ryc.3. Rodzaje dekontaminacji

2.6.1. Dekontaminacja wstępna

- poprzez rozcieńczenie - polega na zmniejszeniu stężenia substancji niebezpiecznej poprzez jej rozproszenie w rozpuszczalniku (w działaniach PSP jest to najczęściej woda).

²⁷ Guzowski P., Pawłowski R., Dekontaminacja w działaniach ratownictwa chemicznego jednostek straży pożarnych, Szkoła Podoficerska Państwowej Straży Pożarnej w Opolu, Opole 1994 r., s. 7

W przypadku chloroorganicznych środków ochrony roślin woda jest nieużyteczna, gdyż powoduje ich rozkład na związki bardziej toksyczne,

- neutralizacja to „proces zubożenia poprzez zmianę struktury chemicznej na nową nie stwarzającą zagrożenia”²⁸,
- sorpcja to „pochłanianie gazów, par cieczy i ciał rozpuszczonych w cieczach przez ciała porowate (sorbenty)”²⁹, (osadzanie się medium na powierzchni cząsteczki sorbentu to adsorpcja, zaś wnikanie medium wewnątrz sorbentu to absorpcja, a łączne występowanie adsorpcji i absorpcji nazywa się sorpcją) stosowana jest głównie do odkażania terenu akcji. W stosunku do ratowników i sprzętu ma ograniczone zastosowanie, gdyż sorpcja związku chemicznego nie powoduje jego chemicznej neutralizacji, a związek nadal zachowuje swoje niebezpieczne właściwości³⁰,

Istotnym elementem jest wybór miejsca dekontaminacji wstępnej i jego odpowiednie oznakowanie (znaki informujące ratowników: UWAGA! STREFA SKAŻONA, TEREN DEKONTAMINACJI, MIEJSCE SKŁADOWANIA SKAŻONEGO SPRZĘTU). Podjęcie decyzji przez KAR uzależnione jest od posiadanych informacji na temat substancji, pogody, ukształtowania terenu. Teoretycznie idealne miejsce do dekontaminacji powinno być usytuowane jak najbliżej terenu akcji ratowniczej, od strony nawietrznej, na poziomie wyższym niż poziom zdarzenia, o łatwym dojeździe, w bezpiecznej odległości od cieków i zbiorników wodnych. W praktyce trudno znaleźć takie miejsce, dlatego przy wyborze stosuje się kryterium „mniejszego zła”.

Prowadząc dekontaminację należy zabezpieczyć wszystkie skażone przedmioty. Nie można doprowadzić do pozostawienia na miejscu akcji skażonego sorbentu, czy swobodnego odpływu skażonej wody lub innego medium użytego do dekontaminacji. Woda zużyta w procesie dekontaminacji powinna być gromadzona w przeznaczonych do tego zbiornikach, a po zakończeniu działań ratowniczych zneutralizowana (np. przewieziona do oczyszczalni ścieków i tam odkażona).

Sześciopunktowy tok postępowania podczas dekontaminacji wstępnej:

1. Wejście ratowników, kończących pracę w strefie I, do strefy dekontaminacyjnej. W tym miejscu dokonuje się wyżej wspomnianej selekcji sprzętu.

²⁸ Tamże, s. 14

²⁹ Tamże, s. 15

³⁰ Guzowski P., Pawłowski R., Dekontaminacja w działaniach ratownictwa chemicznego jednostek straży pożarnych, Szkoła Podoficerska Państwowej Straży Pożarnej w Opolu, Opole 1994 r., s. 17

2. W przestrzeni dekontaminacyjnej, przygotowanej do odbierania ścieków, wykonywana jest dekontaminacja wstępna chemicznych ubrań gazoszczelnych (CUG) i sprzętu ochrony dróg oddechowych (ODO), ścieki powinny poddane być neutralizacji.
3. Ratownicy przechodzą do strefy II (tzw. czystej), gdzie dokonuje się wymiany sprzętu CUG i ODO. Skażony sprzęt należy pakować w worki foliowe i gromadzić w samochodzie.
4. Po zakończeniu dekontaminacji ludzi i sprzętu używanego w strefie I, przystępuje się do dekontaminacji ratowników pracujących w strefie dekontaminacji.
5. Mycie i suszenie się ratowników. Należy spisać wszystkie doznane przez ratowników rany i uszkodzenia skóry. Ratownicy powinni ubrać się w świeże czyste ubrania. Użyte środki czystości w sposób kontrolowany usunąć.
6. Przygotowanie właściwego transportu sanitarnego, przekazanie lekarzowi wszystkich istotnych informacji o poszkodowanych i okolicznościach wystąpienia urazów ³¹.

2.6.2. Dekontaminacja właściwa

Po zakończeniu akcji ratowniczej przeprowadza się – w specjalnie przygotowanych do tego celu pomieszczeniach - dekontaminację właściwą. W pomieszczeniu do dekontaminacji powinno znajdować się ujęcie zimnej i gorącej wody, system wentylacji ogólnej, urządzenia do suszenia ubrań, specjalne wieszaki na chemiczne ubrania gazoszczelne, system kontroli ścieków, zaś wyposażenie (np. wanny, stoły) powinno być wykonane ze stali szlachetnej odpornej na działanie chemikaliów. Bilans dekontaminacji właściwej musi być równy zero, co oznacza, że liczba skażeń, która wniknęła w materiał jest równa liczbie skażeń usuniętych.

Selekcja skażonego sprzętu następuje po zakończeniu działań ratowniczych. Dokonuje się wówczas przeglądu sprzętu i urządzeń, armatury wodnej oraz ubrań. W wyniku przeglądu sprzęt należy podzielić na dwie grupy:

- nadające się do przeprowadzenia dekontaminacji właściwej (przywraca się mu wszystkie walory użytkowe),
- nienadające się do dalszej dekontaminacji (sprzęt uszkodzony nie podlegający naprawie lub skażony substancjami niemożliwymi do usunięcia dostępnymi metodami, sprzęt taki podlega degradacji, utylizacji lub składowaniu w mogiłnikach) ³².

Postępowanie ze sprzętem nienadającym się do dalszej dekontaminacji:

³¹ Guzowski P., Pawłowski R., Dekontaminacja w działaniach ratownictwa chemicznego jednostek straży pożarnych, Szkoła Podoficerska Państwowej Straży Pożarnej w Opolu, Opole 1994 r., s. 45

³² Guzowski P., Pawłowski R., Dekontaminacja w działaniach ratownictwa chemicznego jednostek straży pożarnych, Szkoła Podoficerska Państwowej Straży Pożarnej w Opolu, Opole 1994 r., s. 50

- **degradacja** to „proces rozpadu związku chemicznego w wyniku, m.in. reakcji utleniania lub redukcji na substancje prostsze”³³. Najprostszą i najtańszą formą degradacji jest spalanie środków ochrony roślin w przeznaczonych do tego piecach (Niemcy i Holandia posiadają takie piece i do tych państw – w celu degradacji – eksportuje się pozostałości pestycydowe).
- **utylicacja** to proces wykorzystywania produktów odpadowych jako surowców wtórnych do dalszego przerobu
- **mogilniki** - składa się w nich odpady pestycydowe, także przedmioty, ubrania, gleby, sorbenty i inne materiały, które zostały skażone w czasie akcji³⁴.

Dekontaminacja właściwa sprzętu nadającego się do dekontaminacji:

- **dekontaminacja w procesie fizycznym** polega na tym, że sprzęt wyjęty z worków foliowych jest składowany w specjalnie do tego przystosowanym pomieszczeniu (wentylacja, możliwość podwyższenia temperatury w pomieszczeniu do 80°C, zainstalowane kratki ściekowe, wieszaki, półki) i tak usytuowany, aby jego powierzchnia była jak najbardziej rozłożona. Środowiskiem dekontaminacyjnym jest powietrze, a katalizatorami cyrkulacja powietrza, temperatura, wilgotność i czas³⁵.
- **dekontaminacja w procesie chemicznym** polega na dokładnym czyszczeniu sprzętu przy pomocy wodnych roztworów dekontaminacyjnych. W przypadku pestycydów organicznych wykorzystywany jest najczęściej roztwór wodny podchlorynu wapnia (RD2 – Roztwór Dekontaminacyjny 2 – na każde 100 litrów wody – 10 kilogramów $\text{Ca}(\text{ClO})_2$) oraz detergentów. Wodny roztwór stosowanego detergentu jest środowiskiem dekontaminacji, a katalizatorami - temperatura, cyrkulacja roztworu, stężenie oraz czas prowadzenia procesu³⁶,

Chemiczne ubrania gazoszczelne (CUG) poddawane są zwykle kompletnej procedurze dekontaminacyjnej, gdyż narażone są na bezpośredni kontakt ze związkami chemicznymi. Po przeprowadzeniu dekontaminacji wstępnej i właściwej powinny one być poddane testom wymaganym przez ich producenta. W przypadku zaistnienia konieczności

³³ Guzowski P., Pawłowski R., Dekontaminacja w działaniach ratownictwa chemicznego jednostek straży pożarnych, Szkoła Podoficerska Państwowej Straży Pożarnej w Opolu, Opole 1994 r., s. 51

³⁴ Tamże, s. 52

³⁵ Tamże, s. 54

³⁶ Tamże, s. 55

naprawy CUG, po usunięciu usterki należy poddać je ponownemu testowi. (Przed naprawą zdezynfekować wewnętrzną część ubrania³⁷).

Maski i aparaty powietrzne po odparowaniu związków chemicznych należy poddać dokładnemu myciu używając ciepłej wody z detergentem lub odpowiednich roztworów dekontaminacyjnych (jak w przypadku działań ze środkami ochrony roślin). Miejsca trudno dostępne np. reduktor, półmaska wewnętrzna dekontaminować w stanie rozłożonym. Po zakończeniu czynności dekontaminacyjnych, należy poddać aparaty powietrzne dokładnemu przeglądowi zgodnie z zaleceniami producenta³⁸.

Wężę pożarnicze, które podczas akcji ratowniczej uległy skażeniu, należy odpowiednio oznaczyć i po przeprowadzeniu dekontaminacji poddać testowi na nadciśnienie.

Samochody ratownicze PSP – dekontaminację właściwą najłatwiej przeprowadzić jest w myjni samochodowej. Odkazanie musi objąć nadwozie, podwozie i wszystkie ich elementy. Należy również wymienić filtry powietrza, które są szczególnie narażone na toksyczny kurz i opary (skażone elementy szczelnie zabezpieczyć w workach). Po akcji ratowniczej ze środkami roślin wskazane jest dokonanie przeglądu silnika i podstawowych podzespołów³⁹.

Pompy uczestniczące w działaniach ratowniczych w strefie skażonej klasyfikuje się później na te, które mogą być dekontaminowane przez zanurzenie i te, w których przypadku jest to całkowicie niedopuszczalne. Dekontaminacja pomp z silnikiem spalinowym możliwa jest dopiero po ostygnięciu silnika, natomiast pompy zasilane silnikiem elektrycznym, który nie posiada wodoszczelnej obudowy, należy dekontaminować tak, aby jego podzespoły nie uległy zalaniu⁴⁰.

Odzież ochronną wyprać po zakończeniu dnia pracy. Dłuższe przechowywanie odzieży niewypranej powoduje silniejsze związanie się zanieczyszczeń z tkaniną i trudności w usunięciu ich w czasie prania. Odzież zanieczyszczoną środkami ochrony roślin prać i przechowywać oddzielnie, a do prania używać rękawic ochronnych. Sprawdzić, czy

³⁷ Guzowski P., Pawłowski R., Dekontaminacja w działaniach ratownictwa chemicznego jednostek straży pożarnych, Szkoła Podoficerska Państwowej Straży Pożarnej w Opolu, Opole 1994 r., s. 59

³⁸ Tamże, s. 59

³⁹ Tamże, s. 60

⁴⁰ Tamże, s. 60

w etykiecie - instrukcji stosowania środków ochrony roślin nie zamieszczono specjalnych wskazówek i zaleceń postępowania podczas prania odzieży⁴¹.

Odzież nasyconą (oblaną) koncentratem środka ochrony roślin natychmiast zniszczyć. Część środków ochrony roślin można usuwać z zanieczyszczonej odzieży poprzez splukiwanie jej wodą z węża lub moczenie jej w odpowiednim naczyniu. Pranie odzieży w ciepłej wodzie jest bardziej skuteczne, a im woda cieplejsza, tym efektywność prania lepsza. Dodanie detergentu zwiększa efektywność prania, zwłaszcza wówczas gdy prana jest odzież zabrudzona środkami ochrony roślin zawierającymi nośniki olejowe. Łatwość usuwania preparatów poprzez pranie nie zależy od ich toksyczności, lecz od formy użytkowej, rodzaju zastosowanych nośników, emulgatorów itp.⁴²

Środki stosowane do bielenia tkanin oparte na podchlorynie sodu lub amoniaku mogą pomóc w usuwaniu lub rozkładaniu niektórych chemikaliów. Nie wolno mieszać środków zawierających podchloryn sodu z amoniakiem, ponieważ reagują one ze sobą i może wytwarzać się gazowy chlor, bardzo niebezpieczny dla środowiska.

Piorąc w pralce zapewnić maksymalny poziom wody. Po praniu pralkę wypłukać gorącą wodą z detergentem i ponownie samą wodą. Zaleca się suszenie wypranej odzieży ochronnej na linkach, a nie w suszarkach, ponieważ eliminuje to możliwość przedostania się resztek środków ochrony roślin do suszarki, a ponadto wiele środków chemicznych ulega fotodegradacji. Po praniu umyć dłonie i ramiona. Odzież ochronną przechowywać oddzielnie, z dala od miejsc przechowywania środków ochrony roślin⁴³.

Istnieją również automaty pralnicze przeznaczone specjalnie do dezynfekowania ubrań typu nomex, ubrań gazoszczelnych i masek ochrony górnych dróg oddechowych umożliwiające również suszenie i impregnację ubrań z materiałów tekstylnych.

2.7. Kwalifikowana pierwsza pomoc

Podczas działań ratowniczych ze środkami ochrony roślin ratownicy mogą mieć do czynienia z trzema rodzajami pacjentów:

- osoby ranne,
- osoby skażone,

⁴¹ POLSKA STRONA OCHRONY ROŚLIN, www.bayercropscience.pl

⁴² Tamże

⁴³ Tamże

- osoby ranne i skażone ⁴⁴.

Należy odróżnić osoby, które uległy skażeniu (mają na skórze pozostałości środków ochrony roślin, mogą przenieść skażenie na inne osoby, wymagają specjalnej opieki i odkażania) od osób, które miały kontakt ze środkami ochrony roślin (kontakt polega na wdychaniu gazów lub par powstałych w wyniku odparowywania środków ochrony roślin o postaci ciekłej, osobami takim można zajmować się jak innymi pacjentami). Niezależnie czy pacjent uległ skażeniu, czy miał kontakt ze środkami ochrony roślin, to substancja niebezpieczna znalazła drogę do jego organizmu ⁴⁵. W większości przypadków w grę wchodzi więcej niż jedna droga tj. poprzez wdychanie, wchłanianie przez skórę i błony śluzowe oraz zatrucie drogą pokarmową i bezpośrednie wprowadzenie.

2.7.1. Wdychanie

Wdychanie – szkodliwe opary wchłaniane są przez tkankę płuc, niektóre ze środków ochrony roślin lub ich metabolitów mogą łączyć się z wodą lub parą wodną w układzie oddechowym i w rezultacie tworzyć nowe, wielokrotnie bardziej toksyczne, związki ⁴⁶.

⁴⁴ Ranecki J., Ratownictwo chemiczno-ekologiczne, Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej, Poznań 1997 r., s. 114

⁴⁵ Tamże, s. 115

⁴⁶ Tamże, s. 115

Pierwsza pomoc w razie zatrucia inhalacyjnego⁴⁷

Pacjent jest przytomny: Wynieść zatrutego z miejsca narażenia. Zapewnić bezwzględny spokój (bezruch) w pozycji półleżącej lub siedzącej. Chronić przed utratą ciepła. Podawać tlen najlepiej przez maskę. Wezwać lekarza.

Pacjent jest nieprzytomny: Wynieść zatrutego z miejsca narażenia. Ułożyć w pozycji bocznej ustalonej. Usunąć z jamy ustnej ruchome protezy i inne ciała obce. Odessać przez cewnik strzykawką wydzielinę z nosa i jamy ustnej. Jeżeli nie oddycha, zastosować sztuczne oddychanie metodą usta-usta lub za pomocą aparatu typu AMBU z podawaniem tlenu. Wezwać lekarza.

2.7.2. Wchłanianie przez skórę i błony śluzowe

Wchłanianie – przez skórę i błony śluzowe. W zależności od rodzaju środka ochrony roślin skóra może stanowić dobre zabezpieczenie przed wieloma substancjami, inne przedostaną się przez nią niemal natychmiastowo. Różne części ciała wchłaniają związki chemiczne w różnym tempie⁴⁸.

Pierwsza pomoc w razie skażenia skóry⁴⁹

Natychmiast zdjąć odzież (przez jej rozcięcie i zabezpieczyć w foliowym worku), zmyć skórę dużą ilością letniej bieżącej wody (z mydłem, jeżeli nie ma zmian skórnych). Wezwać lekarza.

Pierwsza pomoc w razie skażenia oczu⁵⁰

Obficie płukać oczy chłodną wodą co najmniej 15 minut. Wezwać lekarza.

2.7.3. Zatrucie drogą pokarmową

Połknięcie – w czasie wdychania trujących oparów w błonie śluzowej jamy ustnej i gardła mogą osadzić się cząsteczki szkodliwych substancji. Mogą one zostać połknięte i dostać się do przewodu pokarmowego. Dlatego właśnie picie, jedzenie i palenie powinno być zabronione w strefie II (bezpiecznej).⁵¹

⁴⁷ KOMPUTEROWA BAZA DANYCH CENTRALNEGO INSTYTUTU OCHRONY PRACY (CIOP)

⁴⁸ Ranecki J., Ratownictwo chemiczno-ekologiczne, Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej, Poznań 1997 r., s. 115

⁴⁹ KOMPUTEROWA BAZA DANYCH CENTRALNEGO INSTYTUTU OCHRONY PRACY (CIOP)

⁵⁰ Tamże

⁵¹ Ranecki J., Ratownictwo chemiczno-ekologiczne, Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej, Poznań 1997 r., s. 116

Pierwsza pomoc w razie zatrucia drogą pokarmową⁵²

Pacjent jest przytomny: W razie pomyłkowego połknięcia poszkodowany powinien natychmiast wywołać u siebie wymioty. Później nie prowokować wymiotów. Wezwać lekarza.

Pacjent jest nieprzytomny: Wynieść zatrutego z miejsca narażenia. Ułożyć w pozycji bocznej ustalonej. Usunąć z jamy ustnej ruchome protezy i inne ciała obce. Odessać przez cewnik strzykawką wydzielinę z nosa i jamy ustnej. Jeżeli nie oddycha, zastosować sztuczne oddychanie metodą usta-usta lub za pomocą aparatu typu AMBU z podawaniem tlenu. Wezwać lekarza.

2.7.4. Bezpośrednie wprowadzenie

Bezpośrednie wprowadzenie – dochodzi do niego przez rany, rozcięcia skóry, itp. Środki ochrony roślin oraz ich metabolity, które dostały się do organizmu tą drogą są trudne do wykrycia i należy zawsze liczyć się z taką możliwością, gdy u pacjenta występują rany. Skutki tego typu kontaktu mogą być odwlekłe w czasie. Brak objawów chorobowych nie świadczy o braku kontaktu z substancjami niebezpiecznymi⁵³.

Podsumowując, pierwsza pomoc jakiej może udzielić strażak – ratownik osobie poszkodowanej na miejscu akcji ze środkami ochrony roślin to:

- wyprowadzenie poszkodowanych z zatrutej atmosfery,
- zdjęcie skażonych ubrań i niezwłoczne zabezpieczenie ich w worku foliowym,
- skażone oczy i skórę jak najszybciej przemywać pod bieżącą wodą, przez minimum 15 minut,
- osoby poszkodowane ułożyć w wygodnej pozycji zapewniając komfort termiczny,
- poddanie stałej opiece, gdyż objawy zatrucia z reguły występują z opóźnieniem,
- w razie utraty przez pacjenta oddechu należy zastosować sztuczne oddychanie wspomagane ewentualnie czystym tlenem.

3. WNIOSKI

Środki ochrony roślin stanowią bardzo dużą rodzinę związków chemicznych. Różnią się od siebie zarówno budową, jak i właściwościami. Różnorodność chemicznych środków ochrony roślin powoduje, że niemożliwym jest dokładne opracowanie jednolitej procedury

⁵² KOMPUTEROWA BAZA DANYCH CENTRALNEGO INSTYTUTU OCHRONY PRACY (CIOP)

⁵³ Ranecki J., Ratownictwo chemiczno-ekologiczne, Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej, Poznań 1997 r., s. 116

postępowania podczas działań związanych z ich obecnością. Istnieją jednak ogólne zasady prowadzenia akcji ratownictwa chemicznego, które podkreślają wagę odpowiedniego zabezpieczenia strażaków-ratowników, rolę współpracy zespołowej i konieczność posiadania doświadczenia i odpowiednich kwalifikacji do prowadzenia działań ratowniczych.

Poprawne przeprowadzenie akcji ratownictwa chemicznego z udziałem środków ochrony roślin wymaga wielkiego zaangażowania ze strony zarówno ratowników, jak i dowódców. Niezbędne w tym celu jest systematyczne przeprowadzanie ćwiczeń praktycznych, które umożliwiłyby ratownikom usystematyzowanie zdobytej wcześniej wiedzy oraz zapoznania się z nowościami dynamicznie rozwijającego się rynku środków ochrony roślin. Zasadnym również byłoby przeprowadzenie przez specjalistów tej dziedziny szkoleń lub prelekcji, co najmniej w jednostkach ratownictwa chemicznego. Dobrym rozwiązaniem byłoby szkolenia dla dowódców zmian i dowódców sekcji realizowane na terenie zakładów produkujących środki ochrony roślin. Celem takich szkoleń prowadzonych przez specjalistów branży ochrony roślin byłoby przekazanie szczegółowych informacji o zagrożeniach stwarzanych przez chemiczne środki ochrony roślin, sposobach ich skutecznej neutralizacji oraz niezbędnych środkach ochrony indywidualnej ratowników.

Ciągłe zdobywanie nowych informacji z zakresu zagrożeń stwarzanych przez substancje chemiczne, także środki ochrony roślin, pozwoli rozwinąć wyobraźnię ratowników. Niniejsza seria artykułów może być pomocna strażakom i dowódcom w opracowaniu odpowiednich procedur i zapisów w planach ratowniczych na wypadek zdarzeń ze środkami ochrony roślin.

Ratownik świadomy zagrożeń wynikających z kontaktu z tymi specyficznymi substancjami chemicznymi będzie w stanie podjąć właściwe działania zapewniając bezpieczeństwo sobie oraz osobom poszkodowanym. Jego działania będą zdecydowane, co przyczyni się do większej skuteczności działań.

W serii artykułów, w miarę możliwości, starano się wyczerpująco przedstawić dziedzinę wiedzy, która nie jest wystarczająco rozpowszechniona w placówkach szkoleniowych Państwowej Straży Pożarnej. Z uwagi na bardzo szeroki zakres obowiązków Państwowa Straż Pożarna nie ma możliwości wykształcenia ratowników, którzy byłiby doskonałymi specjalistami w każdej dziedzinie. Z kolei osoby posiadające wykształcenie chemiczne, spoza Państwowej Straży Pożarnej nie są biegłe w zakresie ratownictwa. Optymalnym rozwiązaniem jest połączenie wiedzy chemicznej z umiejętnościami ratowniczymi każdego ze strażaków-ratowników lub co najmniej ich dowódcy.

Autorzy mają nadzieję, że niniejsza seria czterech artykułów posłuży pogłębianiu wiedzy wszystkim mającym kontakt z zagrożeniami chemicznymi. Dowódcom umożliwi pogłębienie wiedzy ratowniczej z zakresu chemicznych środków ochrony roślin. Zdobytą dzięki temu opracowaniu wiedzę będą oni mogli przekazać podległym sobie ratownikom, podnosząc tym samym efektywność działań ratowniczych oraz poziom bezpieczeństwa publicznego.

Autorzy mają również nadzieję, że seria artykułów ta przyczyni się do lepszego poznania przez środowisko strażackie motywów działań organizacji ekologicznych i osądzenie, które z działań są racjonalnie uzasadnione, a które inspirowane czysto utopijnymi teoriami.

LITERATURA

1. I Grunt – Mejer., Klasyfikacja, oznakowanie i przewóz preparatów i towarów niebezpiecznych według Ustawy o substancjach i towarach niebezpiecznych oraz Umowy ADR 2003, Zakład Ratownictwa Chemicznego, Instrukcja do ćwiczeń, Warszawa 2003r.
2. P Guzowski., R Pawłowski., Dekontaminacja w działaniach ratownictwa chemicznego jednostek straży, Szkoła Podoficerska Państwowej Straży Pożarnej w Opolu, Opole 1994 r.
3. KOMPUTEROWA BAZA DANYCH CENTRALNEGO INSTYTUTU OCHRONY PRACY (CIOP).
4. POLSKA STRONA OCHRONY ROŚLIN, www.bayercropscience.pl.
5. J Ranecki., Ratownictwo chemiczno-ekologiczne, Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej, Poznań 1997 r.
6. RATOWNICZY BANK WIEDZY, www.strazak.pl.
7. S Stobecki., Środki Ochrony roślin – korzyści i zagrożenia”, W akcji nr 2/05.
8. S Stobecki., Środki Ochrony roślin – odpady pestycydowe”, W akcji nr 6/05.
9. A Wojnarowski., A Obolewicz – Pietrusiak., Podstawy ratownictwa chemicznego, Firex, Warszawa 2001 r.