

ZAGROŻENIA CHEMICZNE

Spis Treści

1. Czym jest zagrożenie chemiczne?
2. Co to są czynniki chemiczne?
3. Niebezpieczne substancje chemiczne
4. Oparzenia chemiczne
5. Postępowanie w przypadku oparzenia chemicznego
6. Postępowanie w przypadku połknięcia środka chemicznego
7. Postępowanie w przypadku kontaktu z niebezpieczną substancją chemiczną w formie gazu
8. Cechy charakterystyczne wybranych substancji chemicznych
9. Środki chemiczne, które mogą być zastosowane jako broń chemiczna
10. Sposoby ogłaszania i odwołania alarmu o skażeniach
11. Telefony alarmowe
12. Przykłady zdarzeń, w których doszło do wypadków/awarii z użyciem środków chemicznych lub i ich celowego wykorzystania

1. Czym jest zagrożenie chemiczne?

Z zagrożeniem chemicznym mamy do czynienia wtedy, gdy dochodzi do uwolnienia niebezpiecznych dla ludzi i środowiska pierwiastków chemicznych i ich związków, mieszanin lub roztworów, które występują naturalnie w środowisku lub powstałych w wyniku działalności człowieka.

2. Co to są czynniki chemiczne?

Czynniki chemiczne są to substancje lub preparaty chemiczne, które oddziałują na człowieka i środowisko.

Z uwagi na swoje właściwości ich działanie może być:

- toksyczne
- drażniące
- uczulające
- rakotwórcze
- mutagenne

Co oznacza, że czynnik chemiczny jest toksyczny?



Toksyczność oznacza, że substancje lub preparaty chemiczne mają zdolność do wywoływania uszkodzeń w żywym organizmie, których skutkiem jest zatrucie lub zaburzenie czynności komórek, narządów bądź całego organizmu.

Wpływ na toksyczność mają:

- właściwości fizykochemiczne (zewnątrz ustrojowe) czyli np.: rozpuszczalność substancji w wodzie i tłuszczach, co warunkuje wnikanie przez błonę komórkową; temperaturę wrzenia i parowania; wielkość cząsteczek – mniejsze wywołują silniejszy efekt toksyczny, ponieważ szybciej wchłaniają się do krwi w pęcherzykach płucnych; budowa chemiczna i struktura cząsteczki
- czynniki biologiczne (wewnątrzustrojowe), czyli właściwości żywego organizmu takie jak wiek i rozwój osobniczy – silniejszy efekt toksyczny występuje u dzieci i osób starszych, płeć – kobiety są bardziej narażone na działanie pestycydów i leków psychotropowych niż mężczyźni; czynniki genetyczne – np. genetycznie uwarunkowane choroby metaboliczne; czynniki środowiskowe – ciśnienie atmosferyczne, temperatura, promienie jonizujące

Co oznacza, że czynnik chemiczny jest drażniący?

Działanie drażniące jest wynikiem bezpośredniej styczności substancji chemicznej z oczami, skórą oraz poprzez drogi oddechowe. Substancje, które drażnią oczy to m.in. kwasy, zasady i rozpuszczalniki, skórę to zasady, kwasy, rozpuszczalniki organiczne, mydła i środki piorące, a na drogi oddechowe drażniącą działają gazy, pyły lub pary substancji chemicznych.

Efektem podrażnień oczu może być np. łzawienie, a nawet trwałe ich uszkodzenie. Podczas bezpośredniego kontaktu ze skórą, niektóre substancje chemiczne mogą niszczyć jej warstwę ochronną powodując wysuszenie, chropowatość i owrzodzenie. Stan taki określa się jako wyprysk z podrażnienia lub wyprysk toksyczny.

Następstwem drażniącego działania gazów, pyłów lub par substancji chemicznych są zmiany zapalne w drogach oddechowych. Odczyny te obejmują



różne odcinki dróg oddechowych i mogą występować z różną intensywnością. Gazy i pary takich substancji, jak: fluorowodór, chlorowodór, amoniak, formaldehyd, kwas octowy wywołują przede wszystkim zmiany w górnych drogach oddechowych. Chlor, ditlenek siarki, trichlorek arsenu, trichlorek fosforu wywołują zmiany w górnych drogach oddechowych i oskrzelach. Pod wpływem działania drażniącego dochodzi do kaszlu i kichania. Fosgen czy tlenki azotu wywołują zmiany bezpośrednio w tkance płucnej, które mogą doprowadzić do obrzęku płuc i pojawienia się wysięku w pęcherzykach płucnych. Należy pamiętać, że substancje, które działają na układ oddechowy uszkadzają również jego mechanizmy obronne. Prowadzi to do znacznego obniżenia odporności i zwiększa podatność na infekcje, astmę, może nawet powodować rozedmę płuc.

Co oznacza, że czynnik chemiczny jest uczulający?

Uczulenie, inaczej alergia, jest reakcją immunologiczną organizmu na stymulację alergenem. Prowadzi do wzrostu histaminy w surowicy krwi, która wywołuje spadek ciśnienia tętniczego. Towarzyszy mu przyspieszenie akcji serca i zwiększeniem temperatury ciała. Dodatkowo występują skurcze mięśni gładkich oskrzeli, przewodu pokarmowego oraz obrzęk. Reakcja alergiczna może doprowadzić do śpiączki, a nawet śmierci.

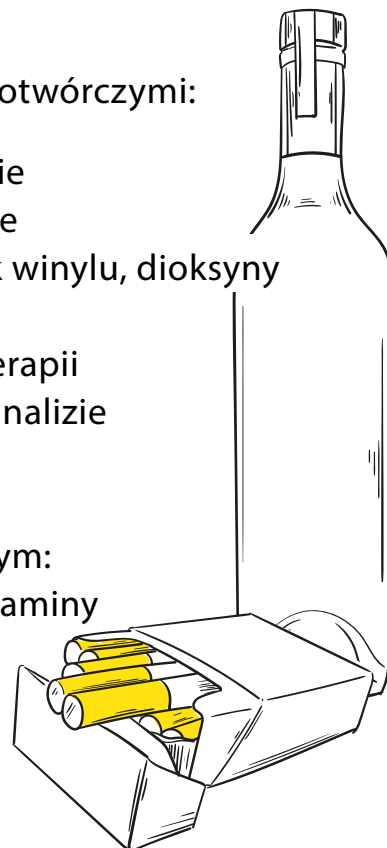


Co oznacza, że czynnik chemiczny jest rakotwórczy?

Czynnik rakotwórczy, inaczej zwany kancerogennym, to zewnętrzne działanie, które wywołuje zmiany w materiale genetycznym komórki, prowadząc do rozwoju nowotworu.

Przykładowe substancje chemiczne będące czynnikami rakotwórczymi:

- azbest – materiał wykorzystywany w budownictwie
- organiczne substancje chemiczne wykorzystywane w przemyśle: aminy aromatyczne, benzen, chlorek winylu, dioksyny
- alkohol
- leki alkilujące – cytostatyki stosowane w chemioterapii
- thorotrast – substancja używana jako kontrast w analizie rentgenowskiej
- wolne rodniki
- substancje smoliste zawarte w dymie papierosowym: antraceny, benzopiren, aminy aromatyczne, nitrozaminy
- aflatoksyna – toksyna wytwarzane pleśń
- metale ciężkie: arsen, nikiel, ołów



Co oznacza, że czynnik chemiczny jest mutagenny?

Mutagenne czynniki chemiczne to bodźce, które wpływają na komórkę żywego organizmu, powodując powstawanie mutacji w materiale genetycznym komórki, co z kolei prowadzi do zaburzenia budowy komórek. W efekcie ich struktura jest nieprawidłowo odtwarzana w chwili podziału lub w trakcie wytwarzania nowych elementów budulcowych – białek. Prowadzi to do powstawania zmian nowotworowych, wad wrodzonych lub przekazywania nowych cech potomstwu.

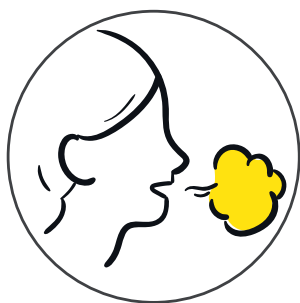
Do chemicznych czynników mutagennych należą n.in. węglowodory aromatyczne (np. benzen) czy pestycydy, w tym powszechnie stosowane kiedyś DDT, alkaloidy, benzopiren, czy nietrwałe związki tlenu.

Nietrwałe związki tlenu powodują utlenienie (oksydację) i zmianę budowy innych związków, w tym kwasu DNA. Należą do bardzo aktywnych czynników. Nazywane są inaczej oksydantami lub wolnymi rodnikami. Ich nadmiar wynikający z ekspozycji na szkodliwe związki chemiczne może prowadzić do licznych mutacji. Sposobem na zmniejszenie szkodliwości oksydantów jest dostarczanie organizmowi antyoksydantów, które wiążą wolne rodniki w związkach obojętnych, w ten sposób je neutralizując.

Antyoksydantami są m.in.: witamina A, witamina C, witamina E, beta karoten, likopen, luteina, selen, mangan.

Długotrwały kontakt z czynnikiem chemicznym powoduje choroby zawodowe.

Substancje chemiczne mogą przenikać do organizmu przez:



drogi oddechowe



skórę



przewód pokarmowy

3. Niebezpieczne substancje chemiczne

We współczesnym świecie, właściwie w każdej dziedzinie życia mamy do czynienia z niebezpiecznymi substancjami chemicznymi, od tych wykorzystywanych w domu jak np. środki czystości oparte na chlorze czy preparaty do udrażniania rur, po te stosowane w przemyśle. Praktycznie każdy większy zakład przemysłowy szczególnie chemiczny, pirotechniczny energetyczny, farmaceutyczny, przetwórczy, metalurgiczny, celulozowo-papierniczy może stanowić zagrożenie, właśnie ze względu na wykorzystywane w procesach technologicznych niebezpieczne substancje.

Dlatego warto wiedzieć, jak postępować w przypadku, zagrożenia lub, gdy dojdzie do kontaktu, oparzenia czy zatrucia substancją chemiczną. Warto też zainteresować się, czy zakłady przemysłowe w okolicy, którą zamieszkujemy (o ile takie oczywiście są) wykorzystują w procesie produkcyjnym substancje chemiczne, a jeżeli tak to jakie, aby w przypadku np. awarii wiedzieć jak postępować.

W przypadku substancji chemicznych wykorzystywanych w domu należy zawsze postępować zgodnie z instrukcją producenta i przechowywać je w szczelnie zamkniętych pojemnikach z dala od dzieci. Brak zachowania tych, jakby się wydawało podstawowych zasad, może doprowadzić do trwałego uszczerbku na zdrowiu.

4. Oparzenia chemiczne

O oparzeniach chemicznych mówimy wtedy, gdy dochodzi do bezpośredniego działania substancji żrących (kwasów, zasad) na skórę i błony śluzowe lub toksycznych oparów na drogi oddechowe.

Objawy oparzeń chemicznych, a także ich intensywność i rozległość, zależą od środka chemicznego, z którym poszkodowany miał kontakt, a także m.in. od jego ilości, czasu kontaktu substancji ze skórą, stężenia, rodzaju substancji (ciecz, gaz, ciało stałe), lokalizacji oparzenia itd.

Do oparzeń najczęściej dochodzi w przemyśle, gdzie kwasy są powszechnie stosowane np. przy produkcji tkanin, farb, nawozów sztucznych, w rafineriach czy zakładach farmaceutycznych. Również w domu nierzadko dochodzi do oparzeń, w związku z nieprawidłowym stosowaniem detergentów – należy pamiętać, wszystkich chorych oparzonych środkiem chemicznym należy leczyć w warunkach szpitalnych.



Oparzenia kwasem

Oparzenie kwasem powoduje uszkodzenie skóry, błon śluzowych różnej głębokości. Zazwyczaj powstają zaczerwienienia i podrażnienia skóry. Tworzą się rany i pęcherze. Charakterystyczne dla oparzeń kwasem są twarde, suche strupy (sucha martwica). W przypadku kwasu solnego strupy mają odcień biały, zaś kwas siarkowy powoduje czarne strupy. Szczególnie niebezpiecznym kwasem jest kwas fluorowodorowy (fluorowodór), ponieważ w małych stężeniach nie powoduje dolegliwości bólowych ani zmian na skórze, jednak bardzo łatwo wnika przez skórę do głębszych narządów (np. kości) i uszkadza je.

Oparzenia zasadą

Oparzenia zasadą powodują powstanie martwicy rozplwnej na skórze (wskutek enzymatycznego strawienia komórek i tkanek dochodzi do przekształcenia martwej tkanki w gęstą masę). Tego typu oparzenia głęboko uszkadzają skórę (także drogi oddechowe), a w związku z martwicą rozplwną trudno jednoznacznie określić granicę urazu. Również, jak w przypadku oparzenia kwasami, powstają strupy. Jednak są one miękkie i wilgotne białego koloru.

SKALA ph

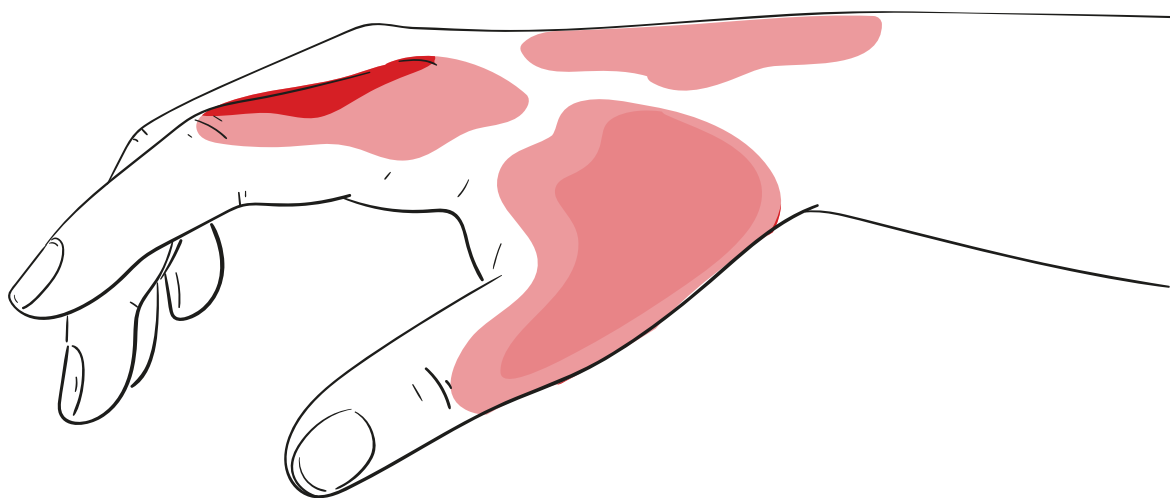
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
KWAŚNY							OBOJĘTNY	ZASADOWY						

5. Postępowanie w przypadku oparzenia chemicznego

W pierwszej kolejności należy jak najszybciej usunąć substancję chemiczną z powierzchni skóry. Jeśli uda się to zrobić w ciągu 2 minut, jej wpływ na skórę nie będzie tak wielki. Należy więc płukać miejsce kontaktu z substancją chemiczną pod strumieniem wody przez kilkanaście minut.

- W przypadku poparzenia wapnem niegaszonym, najpierw ścieramy substancję ze skóry suchą szmatką, a następnie płuczemy poparzone miejsce silnym strumieniem wody.
- Przy oparzeniu kwasem skórę płuczemy płynami zasadowymi, np. roztworem mydła, 3% roztworem soli oczyszczonej, wodą wapienną.
- Przy oparzeniu ługami skórę spłukujemy roztworami kwasów, np. 1% kwasem cytrynowym, 1% kwasem octowym, 3% kwasem borowym.

Po zakończeniu płukania, oparzone miejsce trzeba zabezpieczyć suchym, jałowym opatrunkiem i jak najszybciej skontaktować się z lekarzem.



6. Postępowanie w przypadku połknięcia środka chemicznego

Objawy, które mogą się pojawić na skutek połknięcia środka chemicznego to:

- kaszel
- bóle głowy
- zawroty głowy
- zaburzenia rytmu serca
- osłabienie
- drżenie mięśni
- niskie ciśnienie krwi

W przypadku połknięcia substancji chemicznej należy jak najszybciej wezwać pomoc lekarską (gdy chory jest nieprzytomny) lub udać się do najbliższego szpitala.



UWAGA!

Osobie, która połknęła substancję chemiczną, nie wolno na własną rękę podawać niczego doustnie!

7. Postępowanie w przypadku kontaktu z niebezpieczną substancją chemiczną w formie gazu



WAŻNE!

Zapach środków chemicznych/substancji chemicznej jest na ogół wyczuwalny znacznie wcześniej, nim ich stężenie osiągnie stan groźny dla życia. Chociaż należy mieć także na uwadze, że są również substancje bezwonne, jak np. tlenek węgla (czad), który jest gazem trującym.

PAMIĘTAJ!

Jeżeli słyszysz sygnał ostrzegawczy lub komunikat o zagrożeniu chemicznym

NATYCHMIAST REAGUJ!

Jeśli jesteś w samochodzie:

- zamknij okna
- wyłącz nawiew i klimatyzację
- jak najszybciej opuść strefę skażenia
- słuchaj lokalnego radia

Jeśli jesteś poza budynkiem:

- najszybciej jak to możliwe udaj się do najbliższego budynku
- jeśli to możliwe poruszaj się prostopadle do kierunku wiatru
- w miarę możliwości chroń drogi oddechowe np. oddychając przez chusteczkę do nosa, ubranie lub inny materiał
- zostaw odzież wierzchnią i obuwie przed budynkiem

Jeśli jesteś w budynku (wewnątrz budynku toksyczne opary mają mniejsze stężenie):

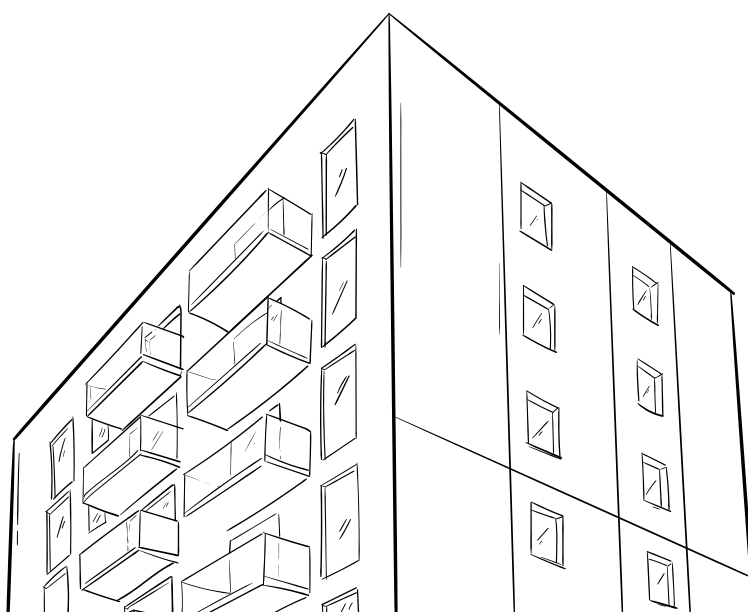
- zamknij wszystkie okna i drzwi
- wyłącz wentylację i klimatyzację
- słuchaj cały czas lokalnego radia lub TV
- uszczelnij otwory wokół drzwi i okien
- zamknij zasuwy do pieców, kominków
- zaklej wszystkie otwory i kanały
- gdy miałeś kontakt z niebezpiecznymi substancjami:
 - nie dotykaj ust i oczu
 - umyj się pod prysznicem, a jeśli to jest niemożliwe umyj pod bieżącą wodą ręce, twarz
- jeżeli podejrzewasz, że gaz albo szkodliwe opary dostają się do środka, oddychaj płytko przez wilgotne ubranie lub inny materiał

Po przybyciu właściwych służb bezwzględnie stosuj się do poleceń prowadzącego akcję ratowniczą!

Jeżeli podczas zdarzenia z substancjami chemicznymi znajdujesz się w strefie bezpośredniego zagrożenia:

Poza budynkiem:

- unikaj kontaktu z jakimikolwiek podejrzanymi substancjami i przedmiotami
- nie dotykaj i nie wężaj ich
- chroń swoje drogi oddechowe – oddychaj płytko przez ubranie lub inny materiał
- staraj się najszybciej jak to możliwe opuścić niebezpieczną strefę



W budynku:

- unikaj kontaktu z jakimikolwiek podejrzanymi substancjami i przedmiotami
- nie dotykaj i nie wężaj ich
- zamknij okna
- wyłącz wentylatory i klimatyzację
- opuść pomieszczenie zamykając za sobą drzwi
- chroń swoje drogi oddechowe – oddychaj płytko przez ubranie lub ręcznik
- staraj się najszybciej jak to możliwe opuścić niebezpieczną strefę

8. Cechy charakterystyczne wybranych substancji chemicznych

Kwas solny (kwas chlorowodorowy, HCl)

Czysty kwas solny jest bezbarwny. Niekiedy spotykane żółtawe zabarwienie technicznego kwasu solnego spowodowane jest zanieczyszczeniem jonami żelaza. Jest jednym z najmocniejszych kwasów nieorganicznych. Nie ma własności utleniających i jest lotny, co sprawia, że jest mniej żrący od mocnych kwasów tlenowych (np. kwasu azotowego, nadchlorowego czy siarkowego).

Zapach jest lekko duszący – przy stężeniu około 9%, natomiast przy stężeniu 28% kwas solny jest ostry duszący.

Ze stężonego kwasu solnego ulatnia się gazowy chlorowodór, który z kolei reaguje z wilgocią w powietrzu, tworząc mgłę. Z tej przyczyny stężony kwas solny określa się jako „dymiący”. Kwas solny o stężeniu poniżej 30% nie wykazuje już tendencji do dymienia.

Kwas siarkowy (VI) (H_2SO_4)

Bezwodny kwas siarkowy jest gęstą, oleistą cieczą cięższą od wody. Jest mocnym, silnie żrącym kwasem. To jeden z najmocniej działających kwasów mineralnych. Kwas siarkowy niezwykle dobrze rozpuszcza się w wodzie we wszystkich proporcjach, wydzielając spore ilości ciepła. Z tego właśnie powodu przy jego rozcieńczaniu należy bezwzględnie pamiętać o nalewaniu kwasu do wody, a nie odwrotnie.

Stężony kwas siarkowy jest kwasem silnie utleniającym. Podgrzany do około 100 °C reaguje z miedzią i srebrem, z wydzielaniem dwutlenku siarki (w warunkach normalnych jest to bezbarwny gaz o ostrym, gryzącym i duszącym zapachu, silnie drażniący drogi oddechowe).

Kwas siarkowy niszczy strukturę białka oraz zwęglą większość związków organicznych zawierających tlen.

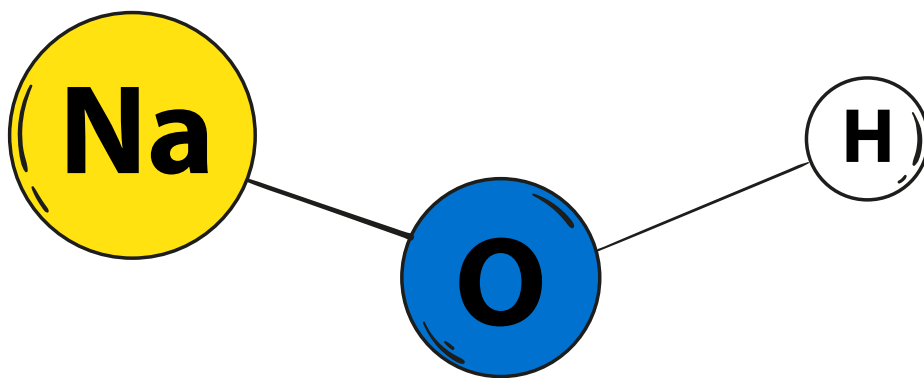
Kwas azotowy (HNO_3)

Kwas azotowy jest bezbarwną cieczą o wyjątkowo ostrym zapachu i właściwościach żrących. Przy dłuższym przechowywaniu, pod wpływem temperatury, zmienia barwę na żółtą wskutek spontanicznego rozkładu na tlenki azotu oraz wodę. Łatwo reaguje z wieloma substancjami, a rozpuszczany w wodzie produkuje ciepło. Znacząca część reakcji z jego udziałem ma wręcz charakter wybuchowy.

Stężony kwas azotowy jest substancją bardzo niebezpieczną. Przy kontakcie ze skórą powoduje poważne oparzenia, a nawet martwicę. W postaci oparów atakuje drogi oddechowe, prowadząc do obrzęku i zapalenia płuc. Przypadkowe połknięcie może natomiast spowodować śmierć, z powodu perforacji ściany żołądka lub jelit.

Wodorotlenek sodu (NaOH) soda kaustyczna

Roztwór wodorotlenku sodu jest jedną z najsilniejszych zasad. To krystaliczna, biała substancja, która rozpuszcza się w wodzie, tworząc żrący ług sodowy. Soda kaustyczna ma silne właściwości higroskopijne, jest żrąca. Nie wydziela żadnego zapachu i nie ma smaku.



Wodorotlenek potasu (KOH)

Wodorotlenek potasu, podobnie jak soda kaustyczna, należy do jednych z najsilniejszych zasad. To białe ciało stałe o bardzo wysokiej higroskopijności. Dobrze rozpuszcza się w wodzie tworząc ług potasowy o silnie zasadowym odczynie.

Wodorotlenek litu (LiOH)

Wodorotlenek litu to bezbarwne lub białe ciało stałe. Ma właściwości higroskopijne. Jest toksyczny. Powoduje zmianę struktury białek, która polega na zerwaniu wiązań wodorowych, tzw. ścięcie białek.

Wodorotlenek wapnia (Ca(OH)₂)

Roztwór wodny wodorotlenku wapnia to woda wapienna, która jest mocną zasadą o działaniu żrącym (woda wapienna jest wykorzystywana m.in. do wykrywania dwutlenku węgla).



Wodorotlenek baru (Ba(OH)₂)

Wodorotlenek baru to mocna, żrąca substancja w postaci białych granulek lub proszku.

9. Środki chemiczne, które mogą być zastosowane jako broń chemiczna

Powodujące oparzenia:

- Iperyt siarkowy (HD), Iperyt azotowy (HN), Luizyt (L), mieszanki Iperyt/Luizyt (HL), Iperyt tlenowy (T), Oksym fosgenu (CX), Etylodichloroarsyna (ED), Metylodichloroarsyna (MD)

Blokujące hemoglobinę:

- Arsenowodór (S.A), Chlorocyjan (CK), Chlorowodór, Cyjanowodór (AC)

Uszkodzające układ oddechowy:

- Chlor (Cl), Difosgen (DP), Fosgen (CG), Tlenek azotu (NO), Nadfluoroizobutylen (PHIB), Fosfor czerwony, Tlenek cynku (HC)

Psychotoksyczne:

- LSD, Kannabinole (haszysz, marihuana), Fentanyle, Fenotiazyny

Gazy paralityczno-drgawkowe:

- Sarin (GB), Soman (GD), Tabun (GA), VE, VG, V-gazy, VM, VX

Drażniące:

- Chloroacetofenon (CN), Chloropikryna (PS), CS, CNS, CNC, CR, Bromocyjanek benzalu (CA)

Wymiotne:

- Adamsyt, Difenylchloroarsyna (DA), Difenylocyjanoarsyna (DC)

10. Sposoby ogłaszania i odwołania alarmu o skażeniach

Ogłoszenie alarmu

Sygnal dźwiękowy:

Przerywany, modulowany dźwięk syreny

Sekwencja krótkich sygnałów, wydawanych sygnałem dźwiękowym pojazdu lub innym, podobnym urządzeniem lub też uderzenia metalem czy też innym przedmiotem w stosunku 1:1, w przybliżeniu 1 sekunda wydawania dźwięku oraz 1 sekunda przerwy.

W środkach masowego przekazu:

Powtarzana trzykrotnie zapowiedź słowna:

UWAGA! UWAGA!

Ogłaszam alarm o skażeniach (podać rodzaj skażenia) dla

Wizualny sygnał alarmowy:

Znak czarny, najlepiej w kształcie trójkąta.



Odwołanie alarmu

Sygnał dźwiękowy:

Dźwięk ciągły trwający 3 minuty.

W środkach masowego przekazu:

Powtarzana trzykrotnie zapowiedź słowna:

UWAGA! UWAGA!

Odwołuję alarm o skażeniach dla

11. Telefony alarmowe

W Polsce funkcjonuje numer alarmowy **112**

Wprowadzenie numeru alarmowego nie wyłączyło pozostałych numerów alarmowych do służb ratunkowych, które także funkcjonują:

- **997** – Policja
- **998** – Państwowa Straż Pożarna
- **999** – Państwowe Ratownictwo Medyczne



12. Przykłady zdarzeń, w których doszło do wypadków/awarii z użyciem środków chemicznych lub i ich celowego wykorzystania

Flixborough, Wielka Brytania, 1 czerwca 1974 r.

Awaria wydarzyła się w zakładach chemicznych Nypro Ltd, Flixborough (niedaleko od Scunthorpe), które produkowały głównie surowiec do produkcji nylonu. Z pękniętego 20-calowego rurociągu uwolniło się około 80 t gorącego (155°C) ciekłego cykloheksanu, znajdującego się pod ciśnieniem 8 barów. Utworzona mieszanina par cykloheksanu i powietrza spowodowała eksplozję o sile równoważnej wybuchowi 30 t TNT. W wyniku katastrofy śmierć poniosło 28 pracowników zakładu, 36 pracowników odniosło obrażenia, kilkaset osób, poza terenem zakładu, zostało dotkniętych różnymi skutkami wybuchu, w tym 53 osoby doznały ciężkich obrażeń ciała. Zakład został całkowicie zniszczony (w promieniu około 5 km), poza jego terenem również wystąpiły znaczne zniszczenia.

Schweizerhalle, Bazylea, Szwajcaria, 1 listopada 1986 r.

W magazynach firmy Sandoz, w których znajdowało się około 680 ton pestycydów, wybuchł pożar. Zanieczyszczona pestycydami na bazie rtęci oraz cynku, a także fosforoorganicznymi insektycydami (dichlorvos, disulfoton, parathion i inne) woda użyta do gaszenia pożaru spłynęła systemem kanalizacyjnym do Renu. Masa substancji, które dostały się do Renu, wynosiła od 5 do około 20 ton. Skutki tej awarii były katastrofalne – życie biologiczne w Renie zostało zniszczone na około 400 km długości rzeki, ujęcia wody dla wodociągów w Niemczech i w Holandii zostały zamknięte, a na francuskim brzegu rzeki całkowicie została zlikwidowana turystyka oraz działalność gospodarcza związana z Renem.

Tuluza, Francja, 21 września 2001 r

W zakładach AZF firmy Grande Paroisse, w obiekcie magazynowym azotanu amonu, gdzie znajdowało się około 400 t tego produktu doszło do serii wybuchów. Liczba ofiar śmiertelnych – 30 osób, w tym 8 na zewnątrz zakładów. Rannych zostało około. 2500 osób, w tym 30 bardzo ciężko. Siła wybuchu wyniosła 20 – 40 ton TNT.

Flixborough, Wielka Brytania, 1 czerwca 1974 r.

Schweizerhalle, Bazylea, Szwajcaria,
1 listopada 1986 r.

Tuluza, Francja, 21 września 2001 r

Treść poradników przygotowanych w ramach projektu predefiniowanego
„Wzmocnienie bezpieczeństwa w zakresie CBRNE - koordynacja i standaryzacja”
PA23/NMF2014-2021, finansowanego ze środków Norweskiego Mechanizmu
Finansowego 2014-2021, była konsultowana z: Policją, Państwową Strażą Pożarną,
Państwową Agencją Atomistyki, Głównym Inspektoratem Weterynarii, Głównym
Inspektoratem Sanitarnym, Agencją Bezpieczeństwa Wewnętrznego.