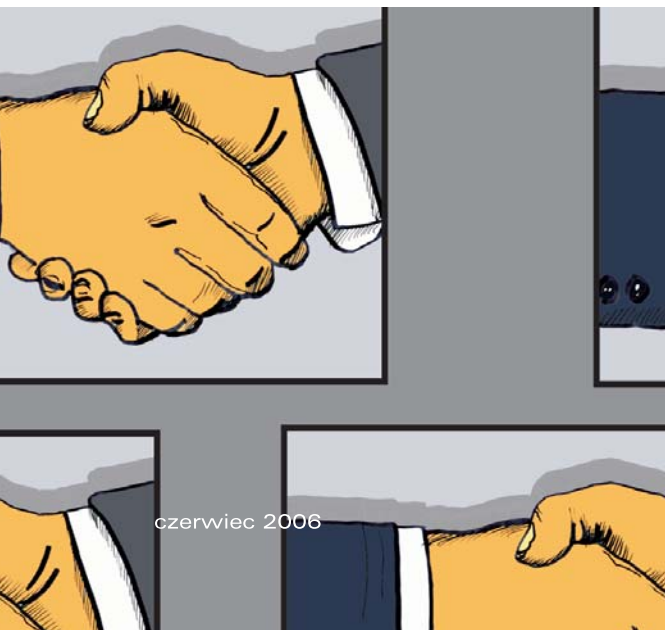




**Michał Górny**  
Hestia Loss Control,  
specjalista ds. oceny ryzyka,  
zajmuje się zagadnieniami  
odpowiedzialności cywilnej ogólnej  
oraz za produkt, inżynier,  
absolwent Wydziału Chemicznego  
Politechniki Gdańskiej,  
w Grupie Ergo Hestia od 2005 roku.

# Racja Paracelsusa

To, że niektóre substancje działają toksycznie na organizm wiadomo od stuleci. Warto jednak odpowiedzieć sobie na następujące pytania: które są to substancje i jaka ich ilość jest potrzebna aby spowodować niekorzystny efekt w organizmie?



Amoniak, chlor, fosgen, formaldehyd - to znane, ale z pewnością nie lubiane substancje chemiczne wykorzystywane w przemyśle. Czy należy się ich bać? Oczywiście, ponieważ różne właściwości tych substancji oraz swoista „zjadliwość” powodują, że są one zagrożeniem dla ludzi i środowiska naturalnego. W jaki sposób można profesjonalnie podejść do oceny ryzyka związanego z tymi niebezpiecznymi substancjami? Które parametry, właściwości danej substancji powodują, że stanowi ona większe zagrożenie od innej?

*„Była tam w ich wojsku między innymi chorągwiemi jedna ogromnej wielkości. Na wierzchołku jej drzewca tkwiła postać głowy wielce szpetnej i potwornej z brodą, kiedy więc Tatarzy*

---

*„Wszystko jest trucizną i nic nią nie jest  
bo to dawka czyni truciznę”.*

Paracelsus

---

*o jedną stałą w tył byli cofnęli i zabierali do ucieczki, chorąży niosący ów proporzec począł tą głową z całej siły machać, a natychmiast buchnęła z niej jakaś para gęsta, dym i wiew tak smrodliwy, że za rozejściem się między wojskami tej zabójczej woni Polacy mdlejący i ledwo żywi ustali na silach i niezdolnymi się stali do walki.”*

Ten cytat pochodzi z opisu bitwy pod Legnicą w 1241 roku autorstwa Jana Długosza. Według najnowszych badań historycznych prof. Józefa Włodarskiego z Uniwersytetu Gdańskiego jest to najstarsza dostępna relacja użycia broni chemicznej w postaci gazów bojowych na polu walki w Europie. Jednakże już w IV w. p.n.e. Chińczycy wiedzieli, że pewne substancje chemiczne niekorzystnie działające na ludzki organizm, można wykorzystać w boju. Powszechną wiedzę o truciznach posiadali starożytni Egipcjanie i Grecy. To właśnie od koininy - trującego alkaloidu zawartego w roślinie *Cicuta Mirosa* - zmarł Sokrates na Areopagu w 399 r. p.n.e. skazany za szerzenie treści politycznie niepoprawnych.

To, że niektóre substancje działają toksycznie na organizm, wiadomo od stuleci. Pozostawało jednak odpowiedzieć na następujące pytania - które są to substancje i jaka ich ilość jest potrzebna aby spowodować niekorzystny efekt w organizmie? Takie pytania postawił sobie pewien niemiecki medyk - Phillippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim, znany jako Paracelsus. To właśnie najprawdopodobniej on użył po raz pierwszy pojęcia dawki. Paracelsus jest autorem powiedzenia „Wszystko jest trucizną i nic nią nie jest, bo to dawka czyni truciznę”. Przyczynił się w ten sposób do myślenia „ilościowego” o substancjach, właściwego lekarzom, farmaceutom i chemikom - w odróżnieniu od myślenia „jakościowego”, w tamtych czasach charakterystycznego dla różnej maści szarlatanów i alchemików, próbujących zamienić ołów w złoto.

## Zagrożenie i dawka

Dawka, stężenie danej substancji wynikające ze specyficznych właściwości czynią ją niebezpieczną. Nawet czysta, destylowana woda pita w nadmiarze może zaszkodzić, poprzez wypłukiwanie sodu z organizmu. Pojęcie dawki może mieć zatem znaczenie przy ocenie ryzyka związanego z substancjami niebezpiecznymi stosowanymi w przemyśle, jako stały punkt odniesienia w klasyfikacji zagrożeń. Bo konia z rzędem temu, kto powie, co jest bardziej niebezpieczne dla człowieka - chlor czy amoniak. Jednym z parametrów pomagających zrozumieć zagrożenie jest właśnie szkodliwe stężenie (natężenie, dawka).

Oczywiście na ryzyko związane z substancjami niebezpiecznymi wpływa bardzo wiele czynników, czyniąc proces jego oceny wielopłaszczyznowym. Jednakże wartości toksycznej dawki czy też wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń, które wynikają ze stopnia szkodliwości danej substancji, a są powszechnie dostępne w licznych źródłach, mogą być podstawowym punktem odniesienia w analizie zagrożeń chemicznych.

## Klasyfikacja substancji niebezpiecznych

Zanim jednak zaproponuję sposób wykorzystania wiedzy o szkodliwych stężeniach, przypomnijmy sobie co to tak naprawdę jest substancja niebezpieczna. Artykuł 3 Ustawy Prawo Ochrony Środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 roku mówi, że substancją taką jest jedna lub więcej substancji albo mieszaniny substancji, które ze względu na swoje właściwości chemiczne, biologiczne lub promieniotwórcze mogą, w razie nieprawidłowego obchodzenia się z nimi, spowodować zagrożenie życia lub zdrowia ludzi lub środowiska. Substancją niebezpieczną może być surowiec, produkt, półprodukt, odpad, a także substancja powstała w wyniku awarii. Zatem substancją niebezpieczną będzie nie tylko wcześniej przytaczany amoniak czy chlor (surowce), lecz także na przykład woda pogaśnicza, w której mogą znajdować się szkodliwe produkty spalania.

Podstawowym aktem prawnym, który określa warunki, zakazy lub ograniczenia produkcji, wprowadzania do obrotu lub stosowania substancji i preparatów chemicznych w celu ochrony przed ich szkodliwym wpływem na zdrowie człowieka lub na środowisko, jest Ustawa z dnia 11 stycznia 2001 r. o substancjach i preparatach chemicznych (Dz. U. z 2001 r., nr 11, poz. 84) oraz rozporządzenia do tej oraz innych ustaw - między innymi Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 września 2003 r. w sprawie

Tabela 1.

Charakterystyka oddziaływania substancji niebezpiecznej na organizmy żywe	
1. Działanie narkotyczne	Polega na wpływie substancji na ośrodkowy układ nerwowy (o.u.n), a zwłaszcza na korę mózgową
2. Działanie duszące	Truczna dusząca uniemożliwia swobodne oddychanie poprzez obniżenie stężenia tlenu w powietrzu (duszenie proste) lub poprzez oddziaływanie na krew i enzymy (duszenie chemiczne). Substancjami duszącymi są azot, metan, tlenek węgla, cyjanowodór).
3. Działanie drażniące	Substancja podrażnia błony śluzowe dróg oddechowych, oczu i skórę. Substancje drażniące wywołują stany zapalne, którym mogą towarzyszyć zakażenia bakteryjne. W tej grupie substancji znajdują się kwasy i ługi, kwaśne pary i gazy, a także amoniak.
4. Działanie rakotwórcze i mutagenne, teratogenne	Truczna zaburza normalne zachowanie się tkanki wywołując działanie kancerogenne. Zaburzenie może dotyczyć zmiany w materiale genetycznym komórki także na poziomie płodu (działanie teratogenne). W ten sposób działają kadm, benzen, sadze i smoły, chlorek winylu, butadien i inne.

oznakowania opakowań substancji niebezpiecznych i preparatów niebezpiecznych oraz Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 28 września 2005 r. (Dz. U. nr 201 poz. 1674) w sprawie wykazu substancji niebezpiecznych wraz z ich klasyfikacją i oznakowaniem.

We wspomnianych rozporządzeniach substancje niebezpieczne klasyfikuje się pod względem zagrożenia i nadaje się im różne symbole. Symbole takie można znaleźć w zakładach przemysłowych w kartach charakterystyki substancji niebezpiecznych oraz na opakowaniach. Są to zwroty R (określające zagrożenie) oraz S (określające warunki bezpiecznego stosowania). Na przykład zwrot R10 oznacza, że produkt jest łatwopalny, zwroty od R23 do R25 oznaczają działanie toksyczne. Przepisy te określają także podstawową klasyfikację substancji niebezpiecznych w formie piętnastu kategorii, wyróżniając m. in. substancje wybuchowe, łatwopalne, toksyczne, szkodliwe, drażniące, rakotwórcze, niebezpieczne dla środowiska. Krótką charakterystykę wybranych oddziaływań przedstawia tabela 1.

Tak jak powiedzieliśmy na wstępie, informacja tylko o oddziaływaniu danej substancji często bywa niewystarczająca. Ważne jest także stwierdzenie w jakim stopniu dana substancja jest szkodliwa. W zależności od rodzaju zagrożenia, można znaleźć przydatne w ocenie ryzyka kwantyfikatory określające najwyższe dopuszczalne dawki lub stężenia.

## Dopuszczalne stężenie

Koncepcja dopuszczalnych poziomów dla substancji chemicznych w powietrzu zakłada, że dla każdej substancji istnieje stężenie, przy którym i poniżej którego u człowieka

nie wystąpią żadne szkodliwe zmiany w stanie zdrowia. Są to trzy kategorie stężeń dopuszczalnych:

### 1. NDS - najwyższe dopuszczalne stężenie

Jest to najwyższa wartość stężenia danej substancji chemicznej występująca w ciągu ośmiogodzinnego dnia pracy, przy którym ta substancja nie powinna spowodować ujemnych zmian w stanie zdrowia.

### 2. NDSch - najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe

Jest to najwyższe stężenie substancji chemicznej, przy którym nie powinno dojść do niekorzystnych zmian zdrowia, jeśli występuje w środowisku pracy nie dłużej niż piętnaście minut i nie częściej niż dwa razy w ciągu zmiany roboczej.

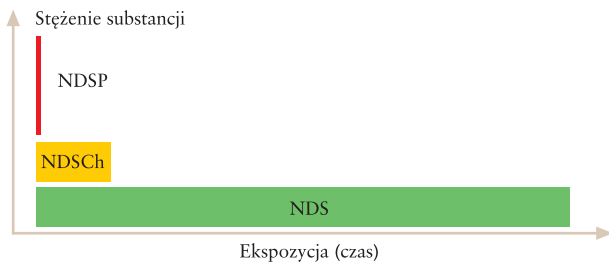
### 3. NDSP - najwyższe dopuszczalne stężenie pułapowe

To wartość stężenia, która ze względu na zagrożenie zdrowia lub życia pracownika nie może być w środowisku pracy przekroczona w żadnym momencie.

Wartości tych stężeń określa Minister Pracy i Polityki Społecznej w Rozporządzeniu z dnia 29 listopada 2002 roku w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.

Zasada jest prosta - im właściwości danej substancji są bardziej szkodliwe, tym jej dopuszczalne stężenie jest niższe. Dla łatwiejszego zrozumienia tego zagadnienia, na wykresie przedstawiłem zależność dawki (dopuszczalne stężenie) od czasu narażenia się na działanie substancji szkodliwej (ekspozycja). Oczywiście w szeroko pojętym interesie przedsiębiorcy jest unikanie powstawania jakichkolwiek stężeń substancji niebezpiecznych w miejscach pracy.

Wykres 1. Graficzne ujęcie ogólnej koncepcji dopuszczalnych stężeń w kontekście wielkości stężenia i czasu ekspozycji.



Do oceny z kolei toksyczności badanej substancji wyznacza się wartość LD50 (ang. *lethal dose*) oznaczaną czasami symbolem DL50 (łac. *dosis letalis*). Jest to taka dawka substancji, która podana zwierzętom laboratoryjnym powoduje śmierć połowy z nich w badanej grupie. Wynik podaje się w jednostkach wagowych badanego związku na jednostkę masy organizmu - np. w mg/kg lub  $\mu\text{g/g}$ . Przy symbolu LD50 można znaleźć nazwę zwierzęcia: mysz, królik, szczur. Są to informacje o gatunkach zwierząt, jakich użyto do doświadczeń. Jeśli dana substancja jest gazem, to zamiast LD50 podaje się LC50 (ang. *lethal concentration*), oznaczane także symbolem CL50 (łac. *concentratio letalis*) - jest to takie stężenie związku toksycznego w powietrzu, które powoduje śmierć połowy zwierząt w badanej grupie. W celu dokładnego opisu substancji, oprócz LD50 czy LC50 podaje się także wartości:

- TDLo (najniższa dawka toksyczna) - dawka substancji wprowadzonej do organizmu jakąkolwiek drogą (z wyjątkiem inhalacyjnej), która po jakimkolwiek czasie powoduje działanie toksyczne u ludzi.
  - TCLo (najniższe stężenie toksyczne) - stężenie substancji w powietrzu, które po dowolnym czasie narażenia powoduje skutek toksyczny u ludzi.
  - LDLo (najniższa dawka śmiertelna) - dawka substancji wprowadzonej do organizmu jakąkolwiek drogą (z wyjątkiem inhalacyjnej), która po jakimkolwiek czasie, przyjęta jednorazowo lub w dawkach podzielonych, powoduje śmierć ludzi lub zwierząt.
  - LCLo (najniższe stężenie śmiertelne) - stężenie związku w powietrzu, które powoduje śmierć ludzi lub zwierząt.
- Na podstawie wartości LD50 można sklasyfikować substancje chemiczne ze względu na ich toksyczność (a tym samym na zagrożenie!) zarówno dla ludzi jak i dla zwierząt.

Tabela 2. Wskaźniki NDS i NDSCh dla wybranych, często występujących w przemyśle substancji niebezpiecznych.

Porównanie wskaźników stężeń dopuszczalnych dla kilku, powszechnie występujących w przemyśle, substancji		
	NDS mg/m <sup>3</sup>	NDSCh mg/m <sup>3</sup>
Fosgen	0,08	0,16
Formaldehyd	0,5	1
Epichlorohydryna	1	-
Chlor	1,5	9
Benzen	1,6	-
Chlorek winylu	5	30
Siarkowodór	10	20
Amoniak	14	28
Glikol etylenowy	15	50
Izopren	100	300
Cykloheksan	300	1000

Przypomnijmy - zwroty R służą określeniu oddziaływania danej substancji, o czym była mowa na początku artykułu. Na przykład dla amoniaku zwroty R są następujące: R: 10-23-34-50, a dla chloru R: 23-36-37-38-50. Jaka jest między nimi różnica poza tym, że amoniak jest palny (R10) i wywołuje oparzenia (R34), a chlor działa drażniąco na drogi oddechowe, oczy i skórę (R36-38)? Swoją drogą, czy amoniak nie działa drażniąco na drogi oddechowe? Odpowiedź brzmi: żadna - obydwie substancje są bardzo toksyczne (R23/50). Dopiero informacja o toksyczności (TCL, LCL) oraz o wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń obydwu związków pomoże nam określić zagrożenie związane z tymi substancjami (bez zagłębiania się w takie szczegóły jak warunki techniczne instalacji). Dla chloru LCLo (człowiek, inhalacja) wynosi 2530 mg/m<sup>3</sup> (ekspozycja 30 minutowa), natomiast dla amoniaku ta wartość jest

*Zasada jest prosta - im właściwości substancji są bardziej szkodliwe, tym jej dopuszczalne stężenie jest niższe.*

Porównywanie wartości NDS czy TCL jest skuteczne na przykład w przypadku substancji o takich samych lub podobnych oznaczeniach R, ponieważ te wskazują tylko rodzaj zagrożenia, są natomiast bezużyteczne w przypadku oceny stopnia zagrożenia.

większa i wynosi od 500 do 2000 mg/m<sup>3</sup> w ciągu 4 godzin! Także porównanie wartości NDSCh wskazuje na wyższą pozycję chloru w tym „toksycznym” rankingu - NDSCh (w mg/m<sup>3</sup>) dla chloru wynosi 9, dla amoniaku 28.

## Czy wiesz...

...co jest bardziej niebezpieczne? Mleko z oczyszczalni ścieków czy ścieki komunalne zrzucone do wody? Zanim pojawi się odpowiedź, przybliżmy pojęcie Biologicznego Zapotrzebowania Tlenu (BZT). W dużym uproszczeniu, biologiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT) to parametr określający na podstawie zużycia tlenu zawartość związków organicznych rozkładalnych biologicznie. Inaczej rzecz ujmując, jest to ilość tlenu potrzebna do redukcji przez mikroorganizmy zanieczyszczenia organicznego w wodzie. Im więcej tlenu (określanego w mg O<sub>2</sub> na litr lub kg) potrzeba do redukcji substancji, tym substancja jest bardziej szkodliwa dla środowiska wodnego, ze względu na pobór przez bakterie redukujące życiodajnego tlenu z wody. Zabranie tlenu z wody przez mikroorganizmy powoduje śnięcie ryb. BZT dla ścieków komunalnych wynosi w zależności od stężenia ścieków od około 350 mg O<sub>2</sub>/litr (przeciętna wartość BZT dla ścieków surowych) - do 2500 mg O<sub>2</sub>/litr (ścieki stężone). Natomiast BZT dla mleka wynosi 104.000 mg O<sub>2</sub>/litr, czyli 40 razy więcej! Zatem potrzeba 40 razy więcej tlenu aby zredukować mleko w wodzie. Fakt ten ma bezpośrednie przełożenie na bezpieczeństwo np. stawów hodowlanych lub też ujęć czerpalnych wody pitnej. Jeżeli natomiast kogoś nie przekonuje argument BZT, może wpuścić kroplę mleka do szklanki z wodą i zaobserwować co się stanie. Nawet ta mała kropla mleka spowoduje zmętnienie wody, którego usunięcie jest trudne. Podane wartości pokazują, jak ważne jest zapobieganie przedostawaniu się surowca lub produktów mleczarskich zarówno do ścieków, jak i bezpośrednio do środowiska.

## Trucizny w wodzie. Trucizny w glebie

Ktoś może zadać pytanie: no dobrze, ale co z substancjami niebezpiecznymi, które stanowią zagrożenie dla pozostałych elementów środowiska naturalnego - wody i gleby? Jak znaleźć obiektywny parametr, który pomógłby „posegregować” substancje zagrażające np. glebom uprawnym? Czy tutaj także możemy mówić o dawce? Jak najbardziej, lecz w przypadku gleby czy wody (na przykład stawu hodowlanego) jako „odbiornika” zanieczyszczenia, sprawa o wiele bardziej się komplikuje. Gleba i woda to środowiska reakcji i na ryzyko związane z substancjami niebezpiecznymi wpływa wiele innych czynników - już nie tylko toksyczność danej substancji, lecz także zdolność do bioakumulacji w organizmach, rozpuszczalność w wodzie, ilość tlenu niezbędna do zredukowania zanieczyszczenia (tzw. BZT5 - biologiczne zapotrzebowanie tlenu), prędkość migracji (albo czas retencji w glebie) i inne - np. rodzaje przemian chemicznych danej substancji w wodzie i pod wpływem działania mikroorganizmów. W związku z tymoma czynnikami wpływającymi na zagrożenie, takich kwantyfikatorów określających to zagrożenie może być więcej. Dla środowiska wodnego parametrem kwantyfikującym zagrożenie może być **toksyczność ostra dla ryb LC50** (ang. *median lethal concentration*), która określa stężenia substancji w wodzie powodujące śmierć połowy osobników badanej grupy gatunków ryb podczas

okresu badania trwającego co najmniej 96 godzin. Szczególnej uwagi wymagają substancje lub ich mieszaniny zawierające metale ciężkie: kadm, rtęć, ołów, cynę i cynk. Metale ciężkie w środowisku wodnym i glebie podlegają skomplikowanym reakcjom biochemicznym i stają się jeszcze bardziej toksyczne niż by to wynikało z ich pierwotnej formy. Jako przykład podam rtęć i jej przemianę w rtęć organiczną (metylortęć i dimetylortęć). Najbardziej znany przypadek skażenia rtęcią organiczną nastąpił w Japonii, w rejonie zatoki Minamata, gdzie firma chemiczna wprowadzała do wody ścieki zawierające rtęć metaliczną. Działo się to w połowie XX wieku zanim dowiedziano się, że bakterie przekształcają rtęć metaliczną w jej niezwykle toksyczną pochodną metylową. Metylortęć zaczęła akumulować się w rybach i skorupiakach żyjących w zatoce, które następnie stały się pokarmem dla ludzi. Ponad 3500 osób zostało dotkniętych chorobą zwaną chorobą Minamata (zatrucie rtęcią i jej pochodnymi), a około pięćdziesięciu z nich zmarło. Nawet stosunkowo niewielkie dawki rtęci, niewynikające z bioakumulacji, mogą powodować zaburzenia neurorozwojowe u ludzi i zwierząt hodowlanych. Toksyczne działanie rtęci organicznej wiąże się z jej rozpuszczalnością w lipidach. Właśnie to determinuje jej łatwe przenikanie z krwi do mózgu (poprzez barierę krew/mózg), gdzie substancja się gromadzi, powodując zmiany w układzie nerwowym. Rtęć organiczna migruje także przez barierę łożyskową i wywiera działanie toksyczne i teratogenne na płód. Fakt niezwyklej toksyczności rtęci zauważył prawodawca. W rozporządzeniu z dnia 19 listopada 2002 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. nr 203 poz.1718) Minister Zdrowia określił dopuszczalną wartość rtęci w wodzie, która wynosi 0,001 mg/litr czyli 0,000001 g/litr!

Trudność w znalezieniu optymalnego kwantifikatora ryzyka (na przykład dawki) dla substancji niebezpiecznej, która przedostała się do gleby, pokazuje także przypadek MTBE (metyl tert-butyl ether) czyli eteru metylowo-tert-butylowego. MTBE to dodatek do paliwa poprawiający właściwości antystukowe benzyny (kiedyś dodawano tetraetyk ołowiu, ale jego użycie zostało zakazane). Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 19 października 2005 r. w sprawie wymagań jakościowych dla paliw ciekłych (Dz.U. nr 216, poz.1825) określa maksymalną zawartość eterów pięciowęglowych (a takim jest MTBE) na poziomie 15% objętości paliwa. Jest to stosunkowo dużo.

Eter metylowo-tert-butylowy charakteryzuje się nieprzyjemnym odorem oraz dobrą rozpuszczalnością w wodzie. MTBE nie posiada znaczących właściwości toksycznych (dlatego wskaźnik LD nie będzie tutaj pomocny), lecz zagrożenie jakie się wiąże z tą substancją polega na tym, że eter ten po przedostaniu się do gleby (na przykład w wyniku rozszczelnienia się rurociągu lub wypadku autocysterny z paliwem) bardzo szybko migruje wraz z wodami podziemnymi. Migracja MTBE jest o wiele szybsza niż pozostałych składników paliwa, które przenoszą się w glebie wolniej. Szybka migracja MTBE z wodami podziemnymi wpływa niekorzystnie na ryzyko skażenia ujęć

wody pitnej lub technologicznej. Scenariusze szkód w przypadku uwolnienia MTBE mogą w tym przypadku przerosnąć możliwości naszej wyobraźni.

## **UWAGA!** **Substancja niebezpieczna w produktach**

Substancja chemiczna może być wchłaniana do organizmu przez drogi oddechowe, skórę, doustnie, dożylnie, dootrzewnowo itd. Wydawałoby się, że największym zagrożeniem przemysłowym będzie zatrucie poprzez drogi oddechowe (tak działa amoniak, chlor). Jednakże bardzo dużo substancji niebezpiecznych wprowadzanych jest do organizmu człowieka doustnie. Szczególnie narażony na to ryzyko może być przemysł spożywczy, który dodaje do żywności różnego rodzaju suplementy chemiczne (np. konserwanty, spulchniacze i inne). Nieostrożna praktyka produkcyjna może doprowadzić do przedawkowania danego dodatku i zatrucia konsumenta.

Na przykład w branży mięsnej zagrożenie chemiczne stanowi azotyn sodu (nitryt), dodatek konserwujący do wędlin (symbol E250), którego dawkowanie w masarniach powinno być objęte szczegółową kontrolą weterynaryjną. Już jeden gram azotynu może spowodować zgon człowieka. Norma prawna podaje wartości od 50 do 150 mg nitrytu na kilogram środka spożywczego.

Ilość dodatków do żywności reguluje rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 23 kwietnia 2003 roku w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych i substancji pomagających w przetwarzaniu (Dz. U. nr 94, poz. 933).

## **Pomoc Paracelsusa**

Artykuł ten podejmuje tylko pewien wybrany aspekt oceny ryzyka związanego z emisją substancji niebezpiecznej do środowiska. Jest próbą usystematyzowania wiedzy oraz wskazaniem wygodnych i szybkich, aczkolwiek uproszonych sposobów oceny ryzyka, która, jak wszyscy wiemy, jest procesem trudnym i wielowątkowym. Ocena ta, w kontekście odpowiedzialności cywilnej zakładu może być tak samo trudna jak analiza właściwości substancji i ich wpływu na zdrowie człowieka. Tym zajmuje się toksykologia (oddziaływanie substancji na człowieka) oraz ekotoksykologia (oddziaływanie substancji na elementy środowiska naturalnego). Na ryzyko związane z emisją substancji szkodliwej do środowiska wpływa między innymi nie tylko sposób oddziaływania danej substancji, lecz także jej dawka. Warto w związku z tym, dla ułatwienia sobie pracy, spróbować wyodrębnić kilka czynników, które pomogłyby zarówno brokerowi, jak i underwriterowi określić niebezpieczeństwo związane z substancjami niebezpiecznymi w przemyśle w kontekście odpowiedzialności cywilnej. Takimi parametrami pomocnymi w określeniu zagrożenia mogą być właśnie NDS-y. LD czy też LC i inne wskaźniki ilościowe, czyli przysłowiowa „paracelsusowa” dawka. Bo tak naprawdę nic nie jest trucizną i wszystko nią jest, ponieważ to dawka czyni trucizną i w dużym stopniu określa zagrożenie związane z emisją substancji niebezpiecznej.

---

*Michał Górny  
michal.gorny@hestia.pl*