

Bogdan Montana

# WODA

NIE WYSTARCZY, ŻEBY ŻYĆ,  
ALE BEZ NIEJ ŻYĆ SIĘ NIE DA

Wrocław, wrzesień 2000

Konsultant: dr Andrzej Kozirowicz  
Skład tekstu: Joanna Mikołajczak  
Rysunki: Eda Pelczarska, Andrzej Kukuła,  
mgr inż. Bartosz Łukaszewicz, mgr Mirosław Grzegorek  
Korekta: mgr Bogusława Idzik

© Copyright by HYDROPURE 2000

Rozpowszechnianie tekstu, rysunków (nawet fragmentaryczne) bez zezwolenia wydawcy jest przestępstwem przeciwko prawom autorskim i będzie karane. Dotyczy to także powielań ksero, tłumaczeń i przetwarzania za pomocą systemów elektronicznych.

Wydanie I

Nakład 5 000 egz.

Wydawca: **HYDROPURE - POLSKA** Sp. z o.o.

51-650 Wrocław

ul. Canaletta 41

tel./fax (0-71) 345-28-70

tel. centr. (0-71) 345-28-60

tel. (0-71) 345-28-67

(0-71) 345-28-72

(0-71) 345-20-12

(0-71) 345-22-49

(0-71) 345-16-23

Druk: ANTEX- Sobótka, tel. (0-71) 316-21-53

# SPIS TREŚCI

Wstęp	str.
1. Woda - fascynująca substancja .....	7
1.1. Znaczenie wody w organizmie człowieka .....	9
2. Ponad 80% współczesnych chorób ma bezpośredni związek z jakością wody pitnej .....	12
3. Ruch wody w przyrodzie i jej zanieczyszczenie .....	19
4. Źródła wody pitnej w Polsce .....	27
4.1. Wody powierzchniowe .....	27
4.1.1. Klasy czystości wód powierzchniowych .....	31
4.1.2. Oczyszczanie wód powierzchniowych w zakładach wodociagowych .....	35
4.1.3. Wtórne zanieczyszczenie wody pitnej w przewodach wodociagowych .....	40
4.2. Wody gruntowe .....	47
4.3. Wody głębinowe .....	68
5. Pierwiastki i związki chemiczne w wodzie powierzchniowej i pitnej .....	71
6. Domowe metody oczyszczania wody pitnej .....	75
6.1. Filtry mechaniczne .....	75
6.2. Filtry z węglem aktywnym .....	77
6.3. Gotowanie wody .....	78
6.4. Magnetyzery .....	79
6.5. Filtry chemiczne .....	80

---

7. Minerale w wodzie .....	83
7.1. Co to są minerale? .....	83
7.2. Stare i nowe wody mineralne w Polsce .....	88
7.3. Jak zatem pi wod? .....	92
8. Osmoza naturalna i odwrócona .....	95
8.1. Osmoza naturalna .....	95
8.2. Osmoza odwrócona .....	98
8.3. Historia osmozy odwróconej .....	99
9. Budowa i działanie domowych aparatów osmotycznych .....	101
9.1. Działanie membrany .....	101
9.2. Filtry ochronne .....	108
9.3. Mineralizatory .....	111
9.4. Akcesoria .....	115
9.5. Minerale i bakterie w wodzie osmotycznej .....	120
10. Porównanie róznych klas aparatów osmotycznych .....	123
11. Miernik TDS i elektrolizer .....	131
12. Podsumowanie .....	135
13. Słownik tematyczny .....	139
Spis rysunków .....	153
Spis tabel .....	155
Zaaczniki .....	156
Bibliografia .....	164



# Wstęp

Wraz z transformacją ustrojową w Polsce nastąpiło wiele pozytywnych zmian w naszym życiu - otworzyły się granice, szybciej zaczęło przybywać nam dóbr materialnych, poprawiła się stopa życiowa większości społeczeństwa itd. Jednocześnie z demokracją zaistniała wolność słowa - dziś można mówić otwarcie o sprawach, które wcześniej były okryte tajemnicą. Jedną z takich spraw jest kwestia jakości wody pitnej w Polsce. Obecnie, gdy poznajemy całą prawdę o jakości tych wód, odkrywamy, że jesteśmy nimi systematycznie podtruwani. Katastrofalny jest stan czystości zarówno wód powierzchniowych i gruntowych, jak i wód pitnych, których są one podstawowym źródłem. Od kilkunastu lat praktycznie nie ma w Polsce wód powierzchniowych I klasy czystości, które jako jedyne dopuszczone są do przetwarzania na wodę pitną. Połowa polskiego społeczeństwa korzysta jeszcze z wód studziennych, z których ponad 80% nie jest zdatne do picia. To właśnie woda, która jest najważniejszym składnikiem w naszym odżywianiu, jest przyczyną chorób alergicznych, nowotworowych i wielu innych, oraz wysokiej umieralności Polaków.

Długość życia ludzi w Polsce jest obecnie średnio 7,5 roku krótsza niż ludzi żyjących na Zachodzie Europy. W roku 1996 ogłoszono w naszym kraju epidemię raka, której nie odwołano do dnia dzisiejszego - ilość umierających na raka jest w Polsce większa niż ilość rannych w wypadkach samochodowych. Wśród chorób rakowych przeważają choroby powodowane związkami rakotwórczymi wypijanymi z wodą kranową i studzienną.

Szybko narastające zanieczyszczenie środowiska naturalnego stawia przed nami zadania zatrzymania lub przynajmniej zahamowania tego niepokojącego procesu. Dostępne człowiekowi zasoby wody pitnej zmniejszają się w zastraszającym tempie i od dawna odczuwamy ich brak. Do wody dostają się i kumulują w niej coraz większe ilości związków chemicznych, których nie da się usunąć z niej żadną z tradycyjnych metod oczyszczania. Opracowanie skutecznych oraz wydajnych metod ich usuwania stało się jednym z najważniejszych zadań współczesnych naukowców i technologów. Przez wiele lat poszukiwano prostych, szybkich, tanich oraz skutecznych metod oczyszczania wody ze związków chemicznych i poszukiwania te przyniosły w koń-

cu pozytywne efekty. Jediną skuteczną metodą okazała się osmoza odwrócona, metoda, która podpatruje podobny proces (osmoza naturalna), znany nam z biologii - z życia ludzi, zwierząt i roślin.

Pierwsze domowe urządzenia działające na zasadzie osmozy odwróconej pojawiły się na Zachodzie już w 1965 r., a do Polski zaczęto je sprowadzać dopiero na początku lat 90. Nikogo nie dziwi, że urządzenia te zdobywają w Polsce w szybkim tempie coraz więcej zwolenników. Ceny tych urządzeń systematycznie maleją, bowiem wraz z ciągłym zagęszczaniem sieci serwisowej maleją koszty ich obsługi. To tylko kwestia czasu i niedługo każda rodzina w Polsce dowie się o konieczności posiadania domowej, osmotycznej stacji oczyszczania wody. Urządzenia te staną się równie nieodzownym sprzętem w domu jakim jest pralka, lodówka czy telewizor. W tych krajach zachodnich, w których brakuje czystej i bezpiecznej wody pitnej już dawno konieczność taką rozumiano. Również w Polsce konsumenci wody pitnej oraz czynniki odpowiedzialne za jej jakość muszą zrozumieć, że problemu z wodą nie da się rozwiązać w inny sposób.

Niniejsza książka kierowana jest do Czytelników, którzy chcą dowiedzieć się wszystkiego na temat wody i poznać sposób, w jaki można dzisiaj zrobić ze ścieków czystą, smaczną, zdrową i bezpieczną wodę do picia. Jest to także podstawowy podręcznik dla wszystkich sprzedawców filtrów do wody, a zwłaszcza dla sprzedawców nowoczesnych urządzeń osmotycznych. Książkę tę kierujemy również do wszystkich tych P.T. Klientów, którzy nie są jeszcze przekonani do konieczności ochrony swojego zdrowia i życia poprzez picie tylko czystej, zdrowej i bezpiecznej wody.

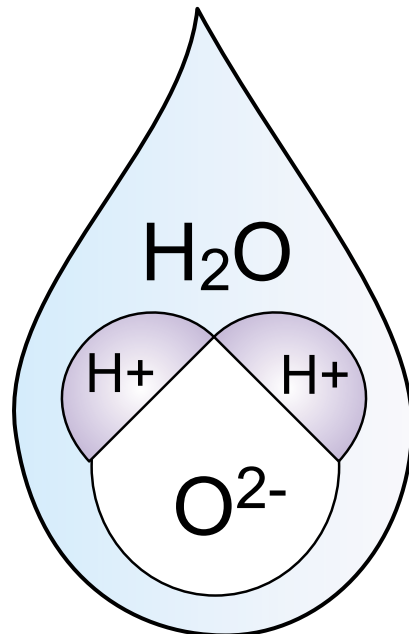
Z życzeniami zdrowia  
AUTOR

# 1

## WODA - FASCYNUJĄCA SUBSTANCJA

Dwie trzecie powierzchni ziemi pokryte jest wodą, z czego tylko 1% stanowi woda słodka nadająca się do celów konsumpcyjnych. Około 99% wody na globie ziemskim to woda słona tworząca morza i oceany, woda w lodowcach lub para wodna w atmosferze. Polska należy do obszarów z bardzo skromnymi zasobami wodnymi - na 1 mieszkańca przypada w naszym kraju 10 razy mniej wody niż w pozostałych rejonach świata, co stawia nas dopiero na 20 miejscu w Europie.

Woda jest związkiem chemicznym zbudowanym tylko z dwóch pierwiastków - z jednego atomu tlenu oraz z dwóch atomów wodoru (rys. 1). Poszczególne atomy tworzą ze sobą trójkąt, stąd cząsteczka wody jest obdarzona elektryczną biegunowością (wodór jest naładowany dodatnio, natomiast tlen - ujemnie). W temperaturze dodatniej woda tworzy ciecz bez smaku i zapachu.



Rys.1 Budowa cząstki wody.

Woda jest najlepszym i najbardziej uniwersalnym rozpuszczalnikiem zarówno ciał stałych jak cieczy i gazów i jest najbardziej rozpowszechnionym związkiem chemicznym w przyrodzie, znajdującym się w stałym obiegu. Szczególną cechą wody jest jej duża pojemność cieplna, która jest dziesięciokrotnie większa od pojemności cieplnej żelaza. Woda ogrzewa się bardzo wolno, ale za to długo utrzymuje ciepło i dzięki temu jest w stanie skutecznie łagodzić klimat i zmniejszać wahania temperatury. W czasie zamarzania powiększa swoją objętość - zmniejsza się jej ciężar właściwy, a więc staje się „lżejsza”. To właśnie dlatego lód utrzymuje się na powierzchni wody i chroni ją przed dalszą utratą ciepła. Dzięki temu rzeki, jeziora, morza i oceany nie zamarzają do dna, co jest bardzo ważne dla egzystencji w nich żywych organizmów.

Woda jest głównym składnikiem każdego napoju - jest środkiem spożywczym nr 1. Stanowi jeden z podstawowych składników wszystkich żywych organizmów i bierze udział w wielu procesach potrzebnych do ich funkcjonowania. Jest niezbędna w procesach przemiany materii i bez niej nie byłaby możliwa żadna forma życia. Niemałe znaczenie ma woda w gospodarce - bez niej nie może się obejść przemysł, rolnictwo, transport oraz wiele innych dziedzin ludzkiej działalności.

Niestety, duża dostępność oraz powszechność występowania wody utrwaliły we współczesnych ogromną bez troskę w traktowaniu jej zasobów. Skutki takiego postępowania uciążliwe są już dziś, a przyszłość budzi refleksje pełne niepokoju.

## 1.1. ZNACZENIE WODY W ORGANIZMIE CZŁOWIEKA

Woda jest jednym z najważniejszych składników środowiska, w którym żyjemy. Jest ona, oprócz powietrza, podstawowym elementem potrzebnym do życia. Jak ogromne znaczenie ma w naszym życiu niech świadczy fakt, że jej zawartość w organizmie wynosi od 70 do 90% i zmienia się z wiekiem; w trzymiesięcznym płodzie znajduje się około 90%, u noworodka około 80%, a u człowieka dorosłego 70% wody.

Rys. 2. Człowiek zbudowany jest w 70% z wody.



### **Człowiek zbudowany jest w 70% z wody**

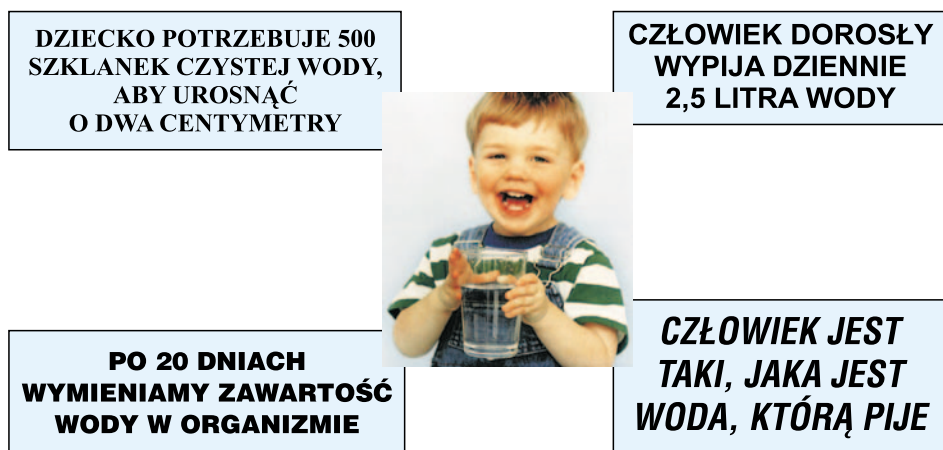
#### **Funkcje wody w organizmie człowieka:**

1. Rozpuszczanie pokarmu oraz jego transport.
2. Wchłanianie pożywienia z jelit i odżywianie komórek.
3. Usuwanie szkodliwych produktów przemiany materii.
4. Udział w reakcjach biochemicznych.
5. Regulacja temperatury.
6. Zwilżanie błony śluzowej, stawów, gałki ocznej.

Woda występuje we wszystkich tkankach naszego ustroju, chociaż jej rozmieszczenie w nim jest nierównomierne. Niezbędna w podtrzymywaniu wszystkich procesów biologicznych, bierze udział w procesie wchłaniania pożywienia z jelit i w odżywianiu komórek. Podczas trawienia pokarmy doprowadzane są do stanu umożliwiającego rozpuszczenie ich w wodzie i rozłożone na drobne cząstki przenikają przez ścianki jelit do krwi i płynu śródkomórkowego, a stamtąd do komórek.

Woda w organizmie jest przenośnikiem i regulatorem ciepła, pochłania jego nadwyżki i wydala je w czasie parowania przez skórę i drogami oddechowymi. Bierze udział we wszystkich reakcjach biochemicznych, zwilża błony śluzowe, gałkę oczną i zapewnia ruchliwość stawów. Dorosły człowiek jest w stanie przeżyć bez jedzenia ponad miesiąc, lecz bez wody zaledwie kilka dni. Niedostateczna jej podaż doprowadza do szybkiego odwodnienia organizmu - niedobór wody wynoszący około 10% masy ciała powoduje niewydolność fizyczną i psychiczną, a utrata 20% może doprowadzić do śmierci.

Dzienne zapotrzebowanie człowieka wynosi średnio 2,5 litra wody, co oznacza wymianę w ciągu doby od 3% do 6% wody ustrojowej. Całość wody znajdującej się w naszym organizmie wymieniana jest w ciągu 20 dni. Ilość wody potrzebna do uzupełnienia bilansu wodnego zależy od wielu czynników, przede wszystkim od wieku, aktywności fizycznej, temperatury otoczenia i wilgotności powietrza.



Rys. 3. Bez wody nie ma życia.

Jest sprawą oczywistą, że przy tak olbrzymim znaczeniu wody dla życia ludzkiego niebagatelną sprawą jest jej odpowiednia jakość. Woda musi być odpowiednio czysta, bo jeśli będzie zawierać jakiegokolwiek substancje szkodliwe, dostarczy je natychmiast do najdalszych zakątków naszego organizmu. Nie tylko woda bezpośrednio wypijana musi być pozbawiona szko-

dliwych składników, wysoka jakość wody jest także niezbędna w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym i medycynie.

Wymagania, jakim powinna odpowiadać woda pitna, reguluje Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z 4.05.1990 r., w którym określono najwyższe dopuszczalne wartości cech fizycznych wody (**smak, zapach, barwę, mętność**) i niektórych związków chemicznych, a także jej właściwości bakteriologiczne.

**CZŁOWIEK JEST TAKI, JAKA JEST WODA, KTÓRĄ PIJE**

# 2

## **PONAD 80% WSPÓŁCZESNYCH CHORÓB MA BEZPOŚREDNI ZWIĄZEK Z JAKOŚCIĄ WODY PITNEJ**

Hasło zawarte w powyższym tytule ogłosiła w roku 1991 Światowa Organizacja Zdrowia (WHO). Od wielu lat hasło to nie schodzi z ust tysięcy znawców problemu wody pitnej na całym świecie. Dociera ono również do coraz szerszych kręgów konsumentów wody pitnej, do ludzi, którzy nie znają prawdy o wypijanej przez nich wodzie, ponieważ jest ona przed nimi ukrywana.

Odsetki te są szokujące; to świadczy, że na 5 chorób aż 4 mają dzisiaj związek z jakością wypijanej wody. Czy to możliwe, zapytasz Czytelniku? Zatem przeczytaj uważnie niniejszą książkę, a przekonasz się, że jest to prawda. W kolejnych rozdziałach pokażemy, jak instytucje i ludzie odpowiedzialni za jakość wody pitnej mogą łatwo sprzedawać nam „kota w worku”. Jest to możliwe, ponieważ my - konsumenci takiej wody, zarówno z kranu, jak i ze studni, nie potrafimy sprawdzić, czy jest ona zgodna z normą, czy jest zdrowa i bezpieczna. Jeśli z kolei przyjrzymy się dokładnie tej normie, to stwierdzimy, że nie daje ona żadnych gwarancji bezpieczeństwa.

Woda jest tak samo ważna dla utrzymania życia, jak tlen i pożywienie. Tam, gdzie jej brakuje, umiera każdy żywy organizm, obojętne, czy jest to człowiek, zwierzę czy roślina. Woda kranowa lub studzienna pochodzi z obiegu hydrologicznego z oceanów, jezior i rzek, z pól i lasów, które parują i tworzą chmury. Powstawanie chmur prowadzi do opadów w postaci deszczu, śniegu i gradu. Czysta woda z chmur staje się kwaśna na skutek pochłaniania dwutlenku węgla, amoniaku i innych gazów oraz wszelkich pyłów znajdujących się w atmosferze. Kwaśna woda opadowa rozpuszcza przy wnikananiu w ziemię toksyczne składniki gleby i przenosi je do wód gruntowych. W ten sposób zanieczyszczane są nasze ujęcia wodne, ale również źródła niegdyś czyste.

Woda deszczowa lub śnieg zmywają z powierzchni Ziemi wszystkie możliwe brudy w postaci pyłów pochodzących z zużywania się na drogach



opon samochodowych, z toksycznych substancji zawartych w pokryciach dachowych (azbest, asfalt), z odchodów ptaków i innych zwierząt itd. Do wód gruntowych oraz powierzchniowych przedostają się łatwo odcieki ze wszystkich śmietnisk komunalnych oraz dzikich. Ale największe zło zaczyna się w momencie, gdy do wód rzecznych dostaną się ogromne ilości toksycznych ścieków przemysłowych i komunalnych. Zakłady wodociągowe nie mają dziś żadnych skutecznych metod w oczyszczaniu z metali ciężkich, azotanów, azbestu, polimerów i bakterii. Duże ilości trucizn otrzymują wody gruntowe wskutek prac rolnych, np. przez nadmierne nawożenie i bezmyślne stosowanie pestycydów.

Wisła - królowa polskich rzek - prowadzi dzisiaj w europejskiej statystyce najbardziej zanieczyszczonych rzek, a Bałtyk nazywany jest „morzem śmieci”. Każdego roku wpływa do Bałtyku wraz z wodami Wisły i Odry 2500 ton cynku, 370 ton ołowiu, 80 ton rtęci oraz 42 tony kadmu (ołów, rtęć i kadm zaliczane są z powodu wyjątkowej toksyczności do **metali śmierci**). Największe polskie miasta wciąż nie mają oczyszczalni ścieków. Tylko 13% ścieków trafia do nowoczesnych oczyszczalni, podczas gdy w pozostałych krajach Europy wskaźnik ten sięga 90%. Zakładom pracy opłaca się zanieczyszczać środowisko naturalne, ponieważ kary za wylewanie ścieków do środowiska są bardzo niskie. W wielu krajach, gdzie społeczeństwa troszczą się o dobrą jakość wody pitnej, korzysta się coraz częściej z wód głębinowych, oddzielonych jeszcze od brudów cywilizacji. W Polsce jednak nie mamy już wód podziemnych wolnych od zanieczyszczeń powierzchniowych, jak podaje Główny Urząd Statystyczny.

Przy tak daleko posuniętym skażeniu wód powierzchniowych i gruntowych, z których produkuje się wodę pitną, nie możemy oczekiwać, że będzie ona czysta, zdrowa i bezpieczna. O bezsilności komunalnych zakładów oczyszczania wody, o braku skuteczności starych, tradycyjnych metod jej filtrowania, o tym, dlaczego dzisiejsze studnie są po prostu źródłem trucizn, napisano w dalszych rozdziałach tej książki. W tym miejscu chcemy opisać skutki picia wody skażonej. A są katastrofalne, jeśli zważyć, że Polska należy do krajów o najwyższym współczynniku umieralności na nowotwory złośliwe w Europie. Każdego roku umiera w Polsce na raka około 80 tysięcy osób, mimo iż od wielu lat wiadomo o istnieniu źródeł chorób rakotwórczych w wodzie pitnej. Aż 6 związków rakotwórczych, które pijemy z wodą w niekontrolowanych ilościach, nie jest w Polsce badanych. Są to:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> chlorek winylu   | <input type="checkbox"/> akrylamid          |
| <input type="checkbox"/> antymon          | <input type="checkbox"/> bromiany           |
| <input type="checkbox"/> epichlorohydryna | <input type="checkbox"/> bromodichlorometan |

Już kilka lat temu udowodniono bezpośredni związek jakości wody z rakiem pęcherza moczowego, odbytu oraz z rakiem piersi. Z współczesnych badań wynika, że kobiety cierpiące na raka piersi mają w swych tkankach więcej chloru, niż kobiety zdrowe. Jednak najczęściej występują te choroby nowotworowe, których bezpośredniej przyczyny nie umiemy obecnie stwierdzić. Czy zauważyłeś Czytelniku, w jakim tempie przybywa dzisiaj chorób alergicznych? Jeszcze kilka lat temu mówiło się o alergii z powodu pierza, sierści kota, pyłków roślinnych albo mleka. Dzisiaj alergolodzy podają wiele innych przyczyn chorób alergicznych i ciągle przybywa wiele nowych chorób, których nie potrafią wytłumaczyć. Pewne jest jedno - jesteśmy coraz mniej odporni na wiele czynników wywołujących te alergię. Choroby nowotworowe i alergię to tylko dwie główne grupy chorobowe, których początek bardzo często bierze się ze złej jakości wody pitnej.

### **WYBRANE CHOROBY SPOWODOWANE ZANIECZYSZCZONĄ WODĄ**

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| - choroba Alzheimera      | - nadciśnienie  |
| - astma                   | - nadczynność i niedoczynność tarczycy  |
| - anemia                  | - zawał serca   |
| - białaczka               | - nowotwór nerek, wątroby, żołądka,<br>piersi, płuc, pęcherza moczowego,<br>jelita prostego i skóry |
| - choroby serca           | - zaburzenia układu nerwowego, układu<br>rozrodczego i układu krążenia                              |
| - egzemę                  | - zaburzenia wzrostu  |
| - łysienie                | - marskość wątroby  |
| - sinica                  |   |
| - mocznica                |   |
| - nieżyty żołądka i jelit |   |
| - fluoroza                |   |

Rozszerzoną listę listę chorób powodowanych różnymi związkami chemicznymi w wodzie podajemy w rozdziale 4.2 (tabela nr 1).

Współczesna medycyna dysponuje nowoczesnym sprzętem i aparaturą, zarówno do diagnostyki, jak i leczenia. Jednak praca lekarzy polega najczęściej na leczeniu chorób, a nie na znajdowaniu ich przyczyn. W dalszej

części niniejszej broszury zobaczysz Czytelniku, jak trudno jest szukać przyczyn chorób w wodzie pitnej i dlaczego problemem tym nie zajmuje się żaden lekarz.



**Współczesna medycyna  
coraz rzadziej wykrywa  
przyczyny naszych chorób,  
a tylko je zalecza.  
A może źródłem tych chorób  
jest woda pitna?**

Rys. 4. Lepiej zapobiegać czy leczyć?

Każda choroba może być przyczyną śmierci. Jednak główną przyczyną wcześniejszej umieralności Polaków są choroby nowotworowe i w tej kwestii należymy do rekordzistów w skali Europy. Według najnowszych statystyk mężczyźni umierają w Polsce o 9 lat, a kobiety o 6 lat wcześniej niż mężczyźni i kobiety w zachodnich krajach Europy.

Choroby wynikające z zanieczyszczenia wody nie są nowością. Jeszcze 100 lat temu ogromnym problemem były epidemie chorób spowodowanych zarazkami znajdującymi się w niej. Ówczesne społeczeństwa nie wiedziały o istnieniu bakterii i wirusów, a nauka dopiero zaczynała się tym problemem zajmować. Badania dotyczące chorób na skutek zakażonej wody prowadził przez wiele lat francuski lekarz i uczyony Ludwik Pasteur (1822-1895). To on powiedział, że „człowiek wypija 90% swoich chorób”, podobnie jak współcześnie głosi Światowa Organizacja Zdrowia (WHO). Na przełomie XIX i XX w. były to inne choroby, bo też inna była ich przyczyna. Na szczę-

ście, problem chorób powodowanych wirusami i bakteriami znajdującymi się w wodzie zażegnano dzięki wykryciu gazu, skutecznie je unieszkodliwiającego - chloru, który do dziś używany jest do dezynfekcji wody do picia. Wprowadzając chlor do dezynfekcji rozwiązano wprawdzie problem epidemii chorób zakaźnych, ale przywołano nowe problemy - pierwiastek ten powoduje wiele skutków ubocznych. Współcześnie najbardziej niebezpieczne są rakotwórcze związki w wodzie, które są wynikiem reakcji chloru z innymi substancjami znajdującymi się w niej.

Obecnie mamy do czynienia z innym problemem niż ten, który miał Pasteur przed stu laty. Problem ten jest bardziej złożony i dotychczas nierozwiązany, bowiem w wodzie pitnej znajdują się ogromne ilości związków chemicznych, które sami bezkarnie wypuszczamy do wód gruntowych i powierzchniowych. „Producentem” tych zanieczyszczeń jest przemysł, rolnictwo, motoryzacja, gospodarstwa domowe itd.

W sprawie jakości wody do picia zajął stanowisko Senat Rzeczypospolitej Polskiej. W raporcie ogłoszonym w dniu 13 maja 1997 r. (Załącznik nr 1) stwierdza się m. in., że:

1. Od wielu lat powiększa się (na niekorzyść naszego kraju) różnica pomiędzy długością życia ludzi w Polsce a długością życia ludzi w innych krajach europejskich.
2. Liczba zgonów z powodu nowotworów jest w Polsce dwukrotnie większa niż średnio w świecie. Mamy więc do czynienia z epidemią raka. Opinia publiczna nie jest świadoma rozmiaru tego problemu. Wystarczy powiedzieć, że liczba zmarłych z powodu nowotworów jest wielokrotnie wyższa nie tylko od liczby zabitych w wypadkach drogowych, ale nawet od liczby rannych w tych wypadkach.
3. Jakość wód powierzchniowych pozyskiwanych do uzdatniania w celu zaopatrzenia ludności w wodę jest bardzo zła, natomiast zagrożone skażeniem zasoby wód podziemnych wymagają podjęcia zdecydowanych działań w celu ich ochrony.
4. Brak jest odpowiednich uregulowań prawnych gwarantujących polskiemu konsumentowi dostateczną ochronę przed substancjami toksycznymi, które mogą być zawarte w wodzie do picia w wyniku skażenia wody surowej, nieodpowiednich procesów jej uzdatniania oraz kontaminacji (kontaminacja - skażenie promieniotwórcze) w sieci wodociągowej i instalacjach wewnętrznych.

W związku z powyższym Senat apeluje w raporcie o:

- rozszerzenie norm jakości wody do picia na substancje rakotwórcze,
- szybkie dostosowanie polskich norm jakościowych wody do ich europejskich odpowiedników.

Media również zajmują się coraz częściej problemem wody pitnej w Polsce, ponieważ mamy nareszcie wolność słowa w radio, telewizji i prasie, a po drugie woda pitna nigdy wcześniej nie była taka zła jak obecnie.

TRYBUNA ŚLĄSKA, 7 PAŹDZIERNIA

## Rak z rury?

W 1981 roku choroba wyryła został wpisany, przez Międzynarodową Agencję Badań nad Rakiem, na listę substancji rakotwórczych, natomiast w polskim prawodawstwie się ma nawet normy zawartości tej trującej substancji, na przykład w PCW. Większość instalacji doprowadzających wodę do naszych mieszkań...

...nieestety, uciążliwe chlorowanie wody. W Polsce brak także jakiegokolwiek norm zawartości w wodzie pitnej w przypadku takich substancji rakotwórczych jak azotan, bromoform, bromodichlorometan i epichlorohydrin. W krajach Unii Europejskiej także normy są ustalane i przestrzegane bardzo rygorystycznie.

Monorochloru chłoraku przez Astwo No sany na l... bezsensu, toksyczny, teraz na...

Trucizna płynie rurą

— Oni kłócą się o pieniądze, a rzecze to i tak nie pomoże — mówi Dorothea Matuszewska, mieszkanka na nowej trasie w miejscowości Grunin. — Może też nie, bo co to za różnica, a takiej smrodu będą nam. A tak dostają parę złotych odszkodowania. Ziemia tu słaba, a...

**Uważaj, co pijesz!**

Zamiast wody z kranu, płynie szkodliwa trucizna

**Rak z wodociągu**

W Warszawie... W województwie inspektor sanitarny wyśłał komunikat demagogiczny płod. Wynikło z tego, że woda...

**Rak w kranie**

Woda z naszego kranu może zawierać śmiertelne dawki substancji rakotwórczych. Zezwala na to polskie prawo.

Unia Europejska wprowadza ścisłe normy, stosowane dotychczas w Polsce. W naszym kraju nie ma takich norm, a woda z kranu...

— Nasza woda z kranu nie jest badana... służby sanitarne na obecność az...

**Herbata z nowotworem**

Siedemdziesiąt dwa kilometry czarnych rur wodokanalizacyjnych wykonano z asfaltu i betonu. Tysiąc pięćset przylączek do sieci (średnia długość jednego wynosi około 10 metrów - czarno, red.) wykonano z dżutu. Woi...

...stn, wykorzystywanego w rurach przemysłowych, za zachowawczość za rak. Pani Elżbieta sadzi nie wie, czy może pić przygotowaną wo...

Politechnika

Pracownik Roman Knapczyk z Instytutu Medycyny Pracy i Higieny Środowiskowego wrocławskiego uniwersytetu, badającego skutki...

...został... (3) ... (4) ... (5) ... (6) ... (7) ... (8) ... (9) ... (10) ... (11) ... (12) ... (13) ... (14) ... (15) ... (16) ... (17) ... (18) ... (19) ... (20) ... (21) ... (22) ... (23) ... (24) ... (25) ... (26) ... (27) ... (28) ... (29) ... (30) ... (31) ... (32) ... (33) ... (34) ... (35) ... (36) ... (37) ... (38) ... (39) ... (40) ... (41) ... (42) ... (43) ... (44) ... (45) ... (46) ... (47) ... (48) ... (49) ... (50) ... (51) ... (52) ... (53) ... (54) ... (55) ... (56) ... (57) ... (58) ... (59) ... (60) ... (61) ... (62) ... (63) ... (64) ... (65) ... (66) ... (67) ... (68) ... (69) ... (70) ... (71) ... (72) ... (73) ... (74) ... (75) ... (76) ... (77) ... (78) ... (79) ... (80) ... (81) ... (82) ... (83) ... (84) ... (85) ... (86) ... (87) ... (88) ... (89) ... (90) ... (91) ... (92) ... (93) ... (94) ... (95) ... (96) ... (97) ... (98) ... (99) ... (100) ...

Rys. 5. ... i również media przestrzegają...

Człowiek dorosły przyjmuje codziennie ok. 2,5 kg żywności oraz 2,5 litra wody. Tą drogą otrzymujemy od wielu lat coraz więcej zanieczyszczeń pochodzących ze środowiska. Różnica polega na tym, że jeśli jadalne rośliny lub mięso dostaną od środowiska zbyt dużo trucizn, to zachorują lub zginą i w efekcie nie zostaną dopuszczone do spożycia przez ludzi. Woda nie zgini, woda przyjmie od środowiska każdą ilość trucizn i zostanie przyjęta przez każdy zakład wodociągowy lub studnię. Tylko, że tam nikt nie potrafi tych trucizn z niej usunąć, a my musimy ją pić.

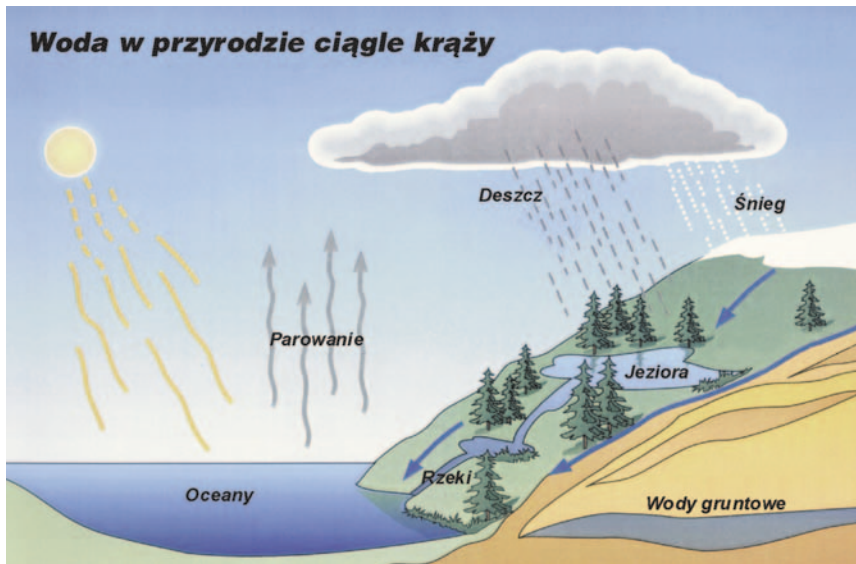
Drogi Czytelniku, czy przekonałeś się już, że 80% współczesnych chorób ma bezpośredni związek z jakością wody pitnej? Jeśli nie, to zapraszamy do następujących rozdziałów.



# 3

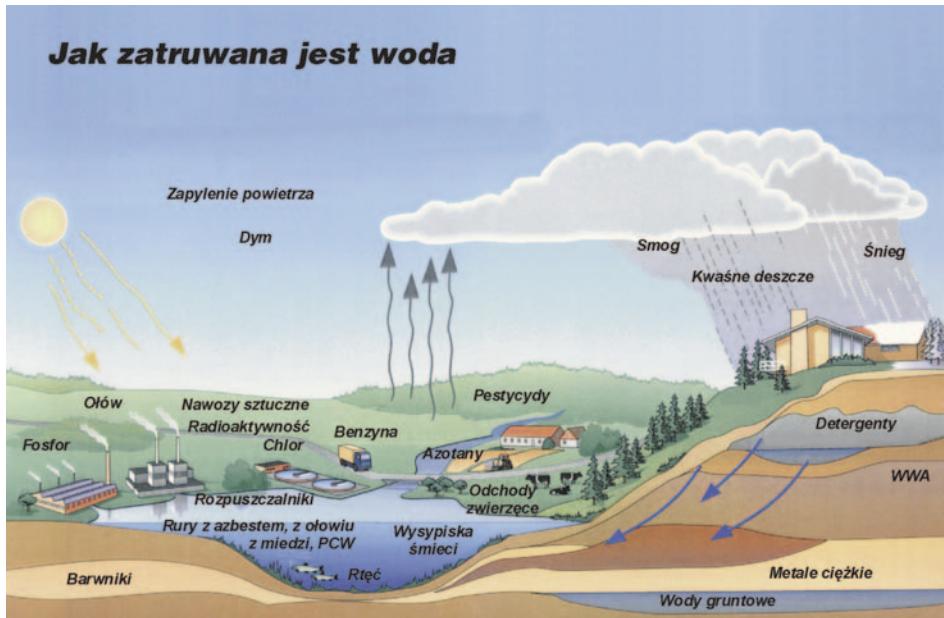
## RUCH WODY W PRZYRODZIE I JEJ ZANIECZYSZCZENIE

Wody nie brakuje na globie ziemskim. Większą część powierzchni Ziemi, tj. około 70% zajmują oceany i morza. Do tego dochodzą rzeki i jeziora, niemało wody zgromadzonej jest w roślinach. Zapytasz więc Czytelniku, na czym polega problem z wodą? Odpowiedź jest jedna - brak czystej wody. Woda nieustannie paruje do atmosfery, paruje oczywiście tylko woda, a nie związki chemiczne rozpuszczone w oceanach, rzekach czy jeziorach. Czysta woda z atmosfery powraca w postaci opadów - deszczu, śniegu lub gradu. Woda ta przez długie wieki tworzyła na powierzchni Ziemi czyste rzeki i jeziora. Do XIX w. wszystkie rzeki i jeziora na naszym globie spełniały dzisiejsze warunki I klasy czystości. Wtedy zresztą nikt nie dzielił wód powierzchniowych na klasy, bo była tylko jedna - ta najlepsza.



Rys. 6. Krążenie wody w przyrodzie.

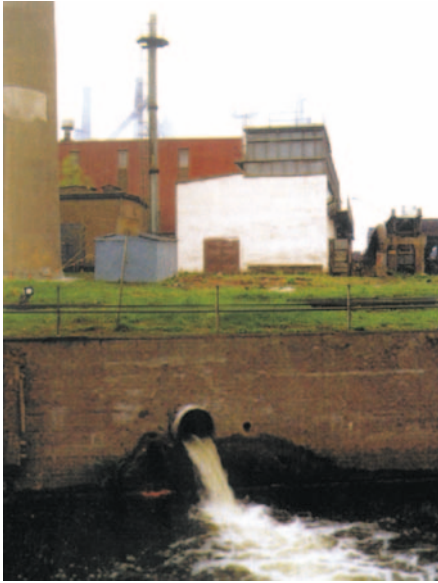
Ale z początkiem XX w. nastąpiła nowa era w historii ludzkości - industrializacja. Nie krytykujemy jej, przecież ta era przyniosła i przynosi ciągle jeszcze wiele dobrego. Tylko w tym wyścigu o kolejne zdobycze cywilizacji zapominamy o ochronie środowiska naturalnego - sami zatruwamy je, a później dziwimy się, że przybywa również nowych chorób i mimo zdobyczy medycyny, w niektórych krajach wzrasta umieralność ludzi.



Rys. 7. Jak zatruwana jest woda?

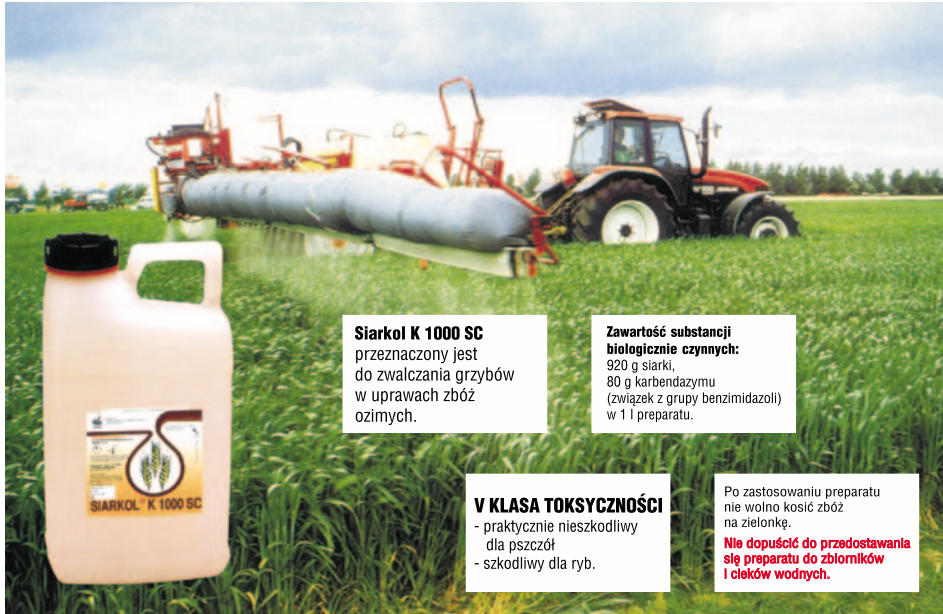
W Polsce zaniedbania w ochronie środowiska naturalnego są szczególnie daleko posunięte. Czy zastanawiałeś się Czytelniku kiedyś, co dzieje się z milionami metrów sześciennych ścieków przemysłowych wylewanych każdego dnia do naszych rzek. Zacołowanie w tej kwestii jest ciągle jeszcze wyjątkowe, bowiem zakładom i fabrykom opłaca się bardziej wypuszczanie ścieków do rzek, niż oczyszczanie ich.





Rys. 8. Ścieki przemysłowe wylewane bezkarnie do rzek.

Czy pomyślałeś Czytelniku kiedyś, co się dzieje z milionami ton pestycydów (środki ochrony roślin) wylewanych i wysypywanych na nasze pola? Niech nikt się nie łudzi, że pestycydy szkodzą tylko chwastom, grzybom, trują tylko insekty i szczury, a nie szkodzą wcale ludziom. Każdego dnia tysiące ton tych trujących środków jest splukiwane na skutek opadów atmosferycznych do rzek i jezior.



Rys. 9. Pestycydy i nawozy sztuczne również zaturują środowisko naturalne człowieka.

A co ze ściekami komunalnymi? Proszę wyobrazić sobie, że dzisiaj, w pół wieku po zakończeniu II wojny światowej, tylko połowa polskich miast posiada oczyszczalnie ścieków komunalnych. O sytuacji na wsi lepiej nie wspominać - połowa ludności polskiej konsumuje wodę ze studni i połowa polskich wsi nie jest dotąd skanalizowana. Ze ściekami komunalnymi kojarzą się nam najczęściej odchody ludzkie, ale pamiętajmy również o tysiącach ton środków do pielęgnacji ciała oraz środków do ochrony czystości, jakimi są współcześnie:

- mydła,
- proszki do prania,
- płyny do zmywania podłóg i sanitariatów,
- płyny do zmywania szyb,
- kremy, perfumy

i wszystkie inne produkty, które widzimy dzisiaj w sklepach drogeryjnych i chemicznych. Przecież to wszystko bez wyjątku spływa ze ściekami do rzek.

Zatruwa środowisko naturalne motoryzacja, która rozwija się w ostatnich latach tak szybko, jak nigdy wcześniej. Ale okazuje się, że tylko 20% sprzedawanych i zużywanych w Polsce olejów samochodowych powraca w recyklingu do rafinerii. A co z resztą? Przecież wiemy - wylewana jest prosto do kanałów i gleby, a stąd dostaje się do rzek i jezior.

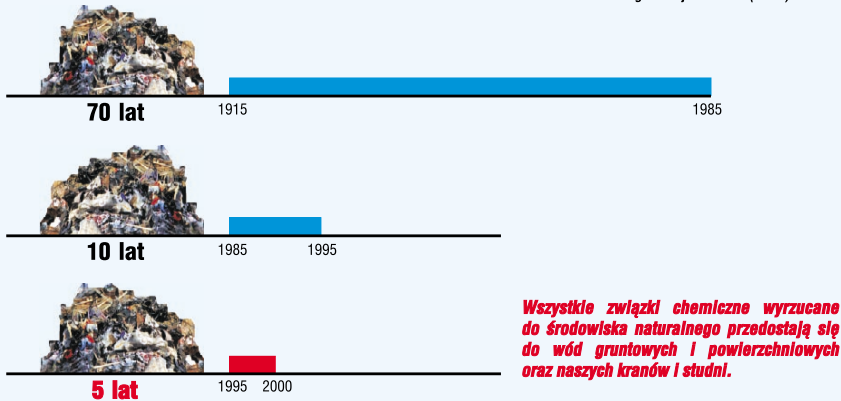
Zastanów się Czytelniku, jaki jest los milionów lekarstw, których coraz więcej kupujemy w aptekach. Czy wiesz, że ich zdecydowana większość łąduje w ubikacjach lub na śmietniskach? W Wielkiej Brytanii mówi się głośno o problemie związków hormonalnych w wodzie pitnej z kranu. Skąd wzięły się one w wodzie pitnej? Okazuje się, że w Wielkiej Brytanii spożywa się takie ilości lekarstw hormonalnych, że wydalane przez człowieka do ścieków komunalnych, dostają się do rzek, zakładów oczyszczania wody, a stąd do wody pitnej, stanowiąc coraz większe zagrożenie dla jej konsumentów.

Tych hormonów nie da się bowiem usunąć z wody tradycyjnymi metodami. W Polsce słyhać już, że podobny problem mamy z antybiotykami. Spożywamy je w takich ilościach, że mamy ich również niemało w wodzie pitnej z kranu.

Wraz ze stałym wzrostem produkcji wszelkiego rodzaju towarów przybywa na świecie odpadów w postaci pyłów, ścieków i śmieci. Światowa Organizacja Zdrowia obliczyła w 1995 r., że w poprzednich dziesięciu latach powstało na świecie tyle odpadów, ile wcześniej przez 70 lat. Jednocześnie prognozowano, że taka sama ilość odpadów powstanie przez następne 5 lat.

**W ostatnich 10 latach powstało na świecie tyle odpadów w postaci ścieków, pyłów i śmieci, ile wcześniej przez okres 70 lat. Jednocześnie prognozy zapowiadają, że taka sama ilość odpadów powstanie przez okres najbliższych 5 lat.**

Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) 1995



Rys. 10. Postęp degradacji środowiska naturalnego.

Należy wiedzieć, że wszystkie odpady mają bezpośrednią styczność z wodami gruntowymi i powierzchniowymi. Od wielu lat zatrute wody powierzchniowe są zasysane w głąb ziemi w miejsce eksploatowanych wód mineralnych powodując ich degradację. Tylko bogate kraje zachodnie posiadają drogie, nowoczesne spalarnie, w których śmieci przerabiane są na niegroźny tlen, azot i parę wodną. Jak na razie tylko kraje, w których jest bardzo duża świadomość ekologiczna, nie dopuszczają do tego, aby wypłuczyny ze śmietnisk komunalnych przedostawały się do gruntu, budując nowoczesne urządzenia, które je wychwytyują i spalają. W takich krajach rzeki są czyste.

A jak jest w Polsce? Przepis mówiący, że wody pobierane z rzek jako surowiec przeznaczony dla zakładów wodociągowych do przerobienia na wodę pitną, muszą być pobierane wyłącznie z rzek I klasy czystości, jest ustawicznie łamany. Bowiem w Polsce nie ma już takich rzek, a wodę pitną produkuje się ze ścieków. Połowa polskiego społeczeństwa ciągle jeszcze korzysta z wody pitnej ze studni, a z badań sanepidów wynika, że ponad 80% tych studni należałoby zamknąć. Nie zamknięto ani jednej.

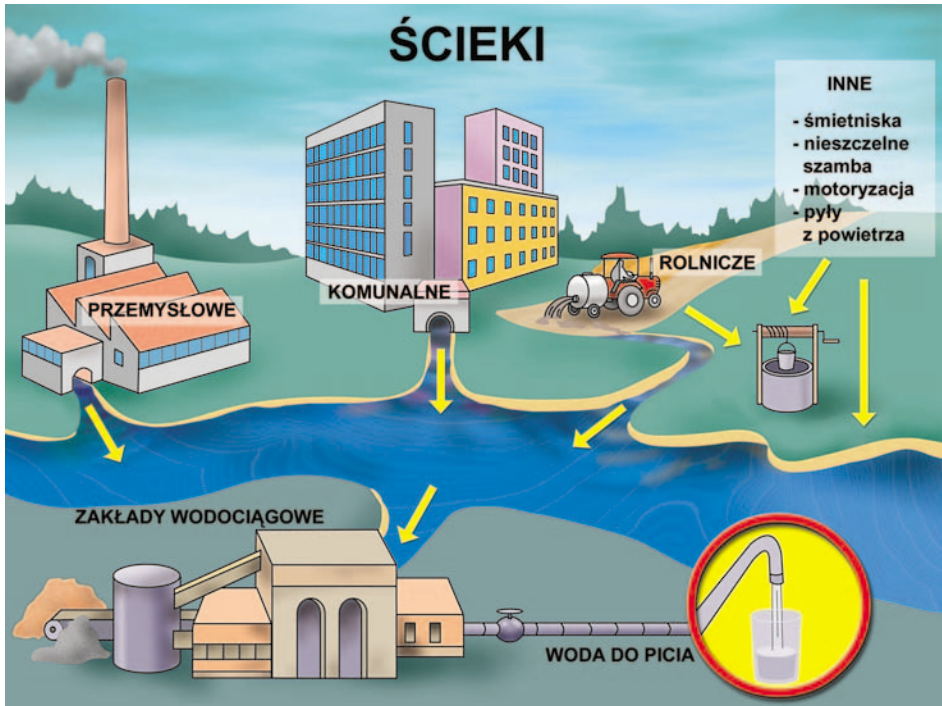
Opady atmosferyczne, które biorą udział w obiegu wody w przyrodzie są jednocześnie najlepszym nośnikiem większości trucizn produkowanych przez nas. Deszcze i śniegi zbierają z atmosfery pyły fabryczne oraz gazy (tak powstają kwaśne deszcze), spłukują pyły z powierzchni ziemi, dachów, ulic, a z pól, łąk i lasów miliony ton pestycydów i nawozów sztucznych, którymi rolnicy faszerają je. Pochłaniają ścieki z tysięcy nieszczelnych szamb, których w Polsce nie brakuje. Takie bogate w toksyny oraz bakterie i wirusy wody wypełniają nasze studnie, znajdują się w najbliższej rzece lub jeziorze. Ponadto do rzek dostają się ścieki przemysłowe i komunalne i w ten sposób tworzy się w nich chemiczny cocktail, który codziennie wypijamy (rys. 12).



Rys. 11. Śmietniska źródłem skażenia wody pitnej.

**WSZYSTKIE ZWIĄZKI CHEMICZNE ZAWARTE W ŚCIEKACH  
KOMUNALNYCH, PRZEMYSŁOWYCH ORAZ ROLNICZYCH  
I WYDALANE DO ŚRODOWISKA NATURALNEGO  
PRZEDOSTAJĄ SIĘ DO WÓD GRUNTOWYCH  
I POWIERZCHNIOWYCH, A DALEJ DO WÓD PITNYCH**

Woda pitna pobierana z kranu czy studni zawiera dzisiaj w jednym litrze około 1000 mg związków chemicznych pochodzących z różnych odpadów. Oznacza to, że statystyczny Polak, spożywając dziennie około 3 litrów takiej wody, wypija (zjada!!!) około 3 gramów „chemii”, co w ciągu roku daje 1 kilogram.



Rys. 12. Największe źródła trucizn w wodach gruntowych i powierzchniowych.

Wśród związków chemicznych spożywanych z wodą pitną znajduje się nie więcej niż 5% tych, które pochodzą z rozpuszczenia naturalnych skał skorupy ziemskiej. Pozostałe 95% to związki pochodzące z odpadów - ścieków, śmieci i pyłów. Organizm ludzki część z nich wydalą, a część kumuluje. Ale skutki picia takiej wody pojawiają się najczęściej po latach, a niekiedy w następnych pokoleniach.

**SKUTKI SPOŻYWANIA Z WODĄ PITNĄ NIEBEZPIECZNYCH ZWIĄZKÓW CHEMICZNYCH POJAWIAJĄ SIĘ DOPIERO PO WIELU LATACH. DLATEGO NIKT NIE KOJARZY PRZYCZYN NASZYCH CHORÓB Z JAKOŚCIĄ WODY PITNEJ**



# 4

## ŹRÓDŁA WODY PITNEJ W POLSCE

### 4.1. WODY POWIERZCHNIOWE

Rzeki i jeziora, które tworzą **wody powierzchniowe**, są źródłem wody pitnej dla około 50% ludności Polski. Wody te zawierają wszystkie zanieczyszczenia chemiczne, o których pisałem już wcześniej i jeszcze raz powtórzę dla uporządkowania tych informacji. Źródłem ich zanieczyszczenia są:

- pyły i gazy z atmosfery,
- ścieki komunalne,
- ścieki rolnicze,
- ścieki przemysłowe,
- ścieki ze śmietnisk komunalnych i innych.

Jedne z groźniejszych związków zawartych w **ściekach komunalnych to detergenty**, czyli związki wchodzące w skład proszków do prania, mydeł, płynów oraz proszków do mycia, czyszczenia i zmywania. Źródłem tych związków w wodach powierzchniowych są również ścieki z fabryk produkujących środki czystości i z pralni chemicznych. Detergenty gromadzą się w komórkach tkankowych lub błonach komórkowych, gdzie zakłócają przemianę kwasów tłuszczowych i uszkadzają błony, co może prowadzić do obumierania komórek. Długotrwałe przyjmowanie detergentów wywołuje uszkodzenia wątroby i kory nadnerczy, działa szkodliwie na skórę powodując jej wysuszenie, pękanie, podrażnienie i różnego rodzaju egzemy.

**Ścieki rolnicze** zawierające **nawozy sztuczne i pestycydy** są również źródłem skażenia wód powierzchniowych. Ponieważ zanieczyszczają one w pierwszej kolejności wody gruntowe i studzienne, zostaną opisane dokładniej w następnym rozdziale.

Źródłem największej ilości najgroźniejszych chemikalii w rzekach i jeziorach są **ścieki przemysłowe**. Do wód powierzchniowych dostają się zatem tysiące przeróżnych pierwiastków i związków chemicznych, z których większość jest bardzo toksyczna. Tylko niektóre z nich zostaną omówione w niniejszym rozdziale.

**ARSEN** pochodzi głównie z procesów spalania węgla. Arsen i jego związki wykazują bardzo silne działanie toksyczne oraz zdolność kumulowania się w kościach, włosach i wątrobie. Ostre zatrucie arsenem uszkadza centralny układ nerwowy, pokarmowy, oddechowy i skórę. Picie wody o podwyższonej zawartości arsenu zwiększa ryzyko zachorowania na raka skóry.

**AZOTANY i AZOTYNY** pochodzą głównie z rolnictwa, ale do wód powierzchniowych dostają się również ze ściekami komunalnymi i przemysłowymi. Ich nadmiar może doprowadzić u niemowląt do uduszenia przez sinicę (brak tlenu we krwi). Chroniczne niedotlenienie organizmu u niemowląt i dzieci powoduje opóźnienie rozwoju psychiki lub niedorozwój umysłowy. Podwyższona zawartość azotanów w wodzie pitnej jest u dorosłych przyczyną nadciśnienia tętniczego i zawału serca.

**BAR** trafia do wód powierzchniowych wraz ze ściekami przemysłowymi lub może być wypłukiwany z podłoża geologicznego. Wszystkie związki baru są dla człowieka bardzo trujące. Działa on toksycznie na centralny układ nerwowy, na mięśnie gładkie oraz na mięsień sercowy. Długotrwałe spożywanie baru powoduje osłabienie, zadyszkę, ślinotok, przyspieszenie akcji serca, zaburzenia w oddawaniu moczu oraz wypadanie włosów z głowy i brwi.

Źródłem **BENZENU** w wodach powierzchniowych jest przemysł chemiczny, farmaceutyczny i koksowniczy. Benzen jest silnym związkiem rakotwórczym i działa szkodliwie na centralny układ nerwowy. Przy zatruciach chronicznych występują bóle głowy, podniecenie, senność lub bezsenność oraz anemia.

Również **BERYL** należy do pierwiastków o silnych właściwościach toksycznych i kancerogennych. Do wód powierzchniowych trafia wraz z opadami pyłów z przemysłu energetycznego.

**BOR** i jego związki używane są jako środki dezynfekujące, odkażające, wybielające oraz do konserwacji drewna i łatwo dostają się do wód powierzchniowych wraz ze ściekami. Bor działa toksycznie na wszystkie rodzaje komórek w organizmie, przy czym najbardziej uszkadza nerki. Przewlekłe działanie boru objawia się brakiem łaknienia, wymiotami, biegunkami, wysypką skórą, łysieniem, drgawkami i niedokrwistością (anemia).

**CHLOROFORM** występuje w ściekach pochodzących z przemysłu chemicznego. Powstaje również w procesach uzdatniania wody pitnej. Substancja ta zalicza się do silnie toksycznych. Powoduje zaburzenia wzroku, stany oszołomienia i odurzenia, zawroty głowy, nerwobóle, ogólną utratę sił i bóle żołądka, ponadto uszkodzenia i zwyrodnienia wątroby oraz nerek,



a także zakłócenia akcji serca. Chloroform zaliczany jest do związków o działaniu rakotwórczym. Działając na skórę wywołuje jej zapalenia i egzemy.

**CHLORONAFTALENY** znajdują się w wodach pitnych w wyniku niedokładnego oczyszczenia wód powierzchniowych lub jako efekt chlorowania naftalenu podczas dezynfekcji wody chlorem. Chloronaftaleny należą do silnych trucizn, szczególnie niebezpiecznych dla dzieci do szóstego roku życia. Powodują hemolizę krwi oraz zaccopowanie kanalików nerkowych. Są często przyczyną uszkodzenia wątroby, żółtaczk i zmian skóry w postaci wysypki.

**CYJANKI** w wodach powierzchniowych pochodzą przede wszystkim z galwanizerni i są silnymi truciznami. Chroniczne zatrucia cyjankami powodują bóle głowy, mdłości, zaburzenia akcji serca. Działają szkodliwie na skórę, prowadzą do egzemy, wysypek oraz owrzodzeń.

**CZTEROCHLOREK WĘGLA** dostaje się do wód powierzchniowych ze ścieków przemysłu chemicznego. Należy on do powszechnie stosowanych rozpuszczalników używanych często w produkcji farb i lakierów. Związek ten ma działanie narkotyczne. Atakuje centralny układ nerwowy, powoduje zaburzenia wzroku, nerwobóle i zaliczany jest do substancji rakotwórczych. Działa ujemnie na wątrobę powodując jej zwyrodnienie i powiększenie. Uszkadza również nerki.

Źródłem **FENOLI** w wodach powierzchniowych są koksownie. Fenol jest silną trucizną, działa porażająco na układ nerwowy i krążenia. Uszkadza drogi oddechowe, powoduje denaturację (ściananie) białek, działa silnie na skórę powodując jej bielenie, a później łuszczenie.

**FLUOR** i jego związki dostają się do wód powierzchniowych z zakładów produkujących nawozy fosforowe, z hut aluminium, z fabryk produkujących sprzęt chłodniczy, z przemysłu kosmetycznego. Jest składnikiem preparatów grzybobójczych i impregnacyjnych do drewna. Fluor należy wprawdzie do mikroelementów potrzebnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu, jednakże liczne badania dowodzą jego szkodliwości przy większym spożyciu. Skutkiem nadmiaru fluoru w wodzie są nieżyty żołądka i jelit, ostre zapalenie nerek, uszkodzenia wątroby i mięśnia sercowego. Chroniczne narażenie na wysokie stężenie fluoru prowadzi do cętkowania szkliwa zębów oraz do fluorozy szkieletowej, polegającej na dużych zmianach kostnych. Ponadto wystąpić może kruchość kości, sztywność stawów, niedokrwistość i osłabienie.

**KADM** w wodach powierzchniowych pochodzi najczęściej z galwanizerni, zakładów chemicznych, metalurgicznych oraz zakładów wzbogacania wody. Źródłem kadmu w wodzie pitnej są również rury wodociągowe wykonane z PCV, w których stabilizatorem są sole kadmu. Z części instalacji wodociągowej wykonanych z mosiądzu, metali lutowanych oraz rur ocynkowanych woda także wypłukuje kadm.

Kadm jest pierwiastkiem bardzo toksycznym i zaliczany do **metali śmierci**. Metal ten gromadzi się głównie w wątrobie, nerkach, trzustce, tarczycy, kościach i we włosach. W większych ilościach kadm uszkadza mięsień sercowy i jest czynnikiem rakotwórczym. Powoduje zmiany w funkcjonowaniu szpiku kostnego, zaburzenia układu nerwowego oraz deformację kości i szkieletu.

**OŁÓW** należy do najczęściej spotykanych w wodzie metali ciężkich, a ze względu na jego wysoką toksyczność zaliczany jest do **metali śmierci**. Ołów znajdujący się w pyłach i dymach przemysłowych dostaje się do wód powierzchniowych wraz z opadami atmosferycznymi. Ogromne ilości ołowiu pochodzą z silnie rozwijającej się motoryzacji, z powłok antykorozyjnych stosowanych do zabezpieczenia zbiorników na wodę, z rur PCV oraz rur ołowianych do przesyłania wody pitnej.

Ołów ma właściwości kumulowania się w organizmie człowieka, głównie w kościach. Jest silnym czynnikiem rakotwórczym. Niewielkie dawki ołowiu oddziałują negatywnie na rozwój psychiczny człowieka. Ponadto powoduje zmiany degeneracyjne w łożysku kobiet, co ogranicza prawidłowe odżywianie rozwijającego się płodu i wywołuje wysoką umieralność noworodków. Na skutek zaniku aktywności enzymów utleniających następuje niedotlenienie płodu i noworodków, ich niedorozwój wewnętrzny, rzutujący na późniejszą sprawność fizyczną i umysłową.

Oto najważniejsze skutki uboczne zatrucia ołowiem z wody:

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> przedwczesny poród       | <input type="checkbox"/> problemy z zachowaniem  |
| <input type="checkbox"/> nadciśnienie             | <input type="checkbox"/> anemia                  |
| <input type="checkbox"/> utrata słuchu            | <input type="checkbox"/> uszkodzenia nerek       |
| <input type="checkbox"/> zaburzenia żołądkowe     | <input type="checkbox"/> ograniczenie umysłowe   |
| <input type="checkbox"/> kłopoty z czytaniem      | <input type="checkbox"/> antysocjalne zachowanie |
| <input type="checkbox"/> zaburzenia w uczeniu się | <input type="checkbox"/> ciągłe rozdrażnienie    |
| <input type="checkbox"/> karłowatość              | <input type="checkbox"/> nadpobudliwość          |

Źródłem **RTEŃCI** w wodach powierzchniowych jest przemysł chemiczny, elektrotechniczny, producenci przyrządów pomiarowych, środków leczniczych, środków ochrony roślin oraz katalizatorów. Rtęć pochodzi również z procesów spalania węgla, olejów pędnych, produkcji cementu. Zaliczana jest do **metali śmierci**. Metal ten oraz jego związki są silnymi truciznami komórkowymi, a skutki ich działania na organizm człowieka są nieodwracalne. Najbardziej narażone są mózg i układ nerwowy człowieka. Na skutek jej toksycznego działania w wątrobie występują zmiany chorobowe i bóle. Zatrucie rtęcią u kobiet powoduje poronienie i ma wpływ na życie płodowe dziecka. Rtęć już w małych ilościach powoduje zmiany, które uwidaczniają się w późniejszym okresie jako upośledzenie umysłowe, trudności w nauce, zaburzenia wzroku i słuchu, a także upośledzenie rozwoju fizycznego.

Do substancji stanowiących bardzo poważne zagrożenie dla zdrowia należą **WIELOPIERŚCIENIOWE WĘGLOWODORY AROMATYCZNE (WWA)**, które mają silne działanie rakotwórcze. Wśród około 800 znanych substancji rakotwórczych, WWA stanowią największą grupę, bowiem ponad 200 tych związków. W wodach powierzchniowych na terenie Polski wykryto już ponad 100 różnych związków należących do WWA. Źródłem WWA w środowisku są przemysł petrochemiczny, koksowniczy i motoryzacyjny, a ponadto elektrociepłownie, urządzenia grzewcze w gospodarstwach domowych oraz spaliny z samochodów i samolotów. WWA są łatwo kumulowane w organizmie człowieka i dlatego narażenie na najmniejsze dawki tych trucizn może być przyczyną zachorowania. Są czynnikiem rakotwórczym całego układu pokarmowego (najczęściej żołądka).

W rozdziale tym omówiono tylko wybrane trucizny dostające się wraz ze ściekami do wód powierzchniowych, ponieważ nie sposób mówić o wszystkich. Na liście tych trucizn znajdują się obecnie tysiące związków chemicznych, które powstają w naszych współczesnych laboratoriach chemicznych.

#### **4.1.1. KLASY CZYSTOŚCI WÓD POWIERZCHNIOWYCH**

Morza zasilane są wodami rzek, a te z kolei wodami gruntowymi, których źródłem są kwaśne opady deszczowe. Ponadto deszcze wypłukały pestycydy i nawozy sztuczne z gruntów ornych, wymyły zapyłone dachy, ulice i drogi, przepłukały wszystkie śmietniska komunalne itp. To jeszcze nie wszystko - należy pamiętać o ściekach komunalnych, czyli o tym, co wylewamy i wyrzucamy w naszych domach do muszli klozetowych i umywalek.

I nie zapominajmy o ściekach przemysłowych, czyli wszelkich odpadach i ściekach płynących z tysięcy fabryk w Polsce.

Nie zdziwi zatem nikogo, że naszych rzekach znajduje się wszystko:

1. Zawiesiny\*, takie jak: muł, ły, piasek, humusy, żywe i martwe organizmy wodne.
2. Bakterie i wirusy.
3. Związki chemiczne.

W zależności od zawartości wyżej wymienionych zanieczyszczeń w rzekach dzieli się je na **trzy klasy czystości**, a mianowicie:

- **I klasa czystości** - są to najczystsze rzeki, w których żyją ryby wymagające najczystszych wód, takie jak: pstrąg i sielawa. Tylko rzeki I klasy są według ustawy Ministra Ochrony Środowiska dopuszczone do uzdatniania w zakładach wodociągowych, bowiem tylko tak dobry surowiec daje gwarancję uzyskania dobrej i bezpiecznej wody pitnej;
- **II klasa czystości** - rzeki gorszej jakości, nie nadają się do uzdatnienia na wodę pitną. Wodę tej kategorii można używać do celów rekreacyjnych (baseny i pływalnie) oraz do hodowli zwierząt;
- **III klasa czystości** - najgorsza jakość wód powierzchniowych. Ta kategoria nadaje się jedynie do przemysłu i rolnictwa.

Zatem podział jasny i logiczny. Czytelniku, czy chciałbyś wiedzieć, jaka jest obecnie jakość wód powierzchniowych w Polsce? Otóż odsetek wód powierzchniowych w poszczególnych kategoriach jest następujący:

I klasa czystości - 1%

II klasa czystości - 6%

III klasa czystości - 33% (Rocznik statystyczny 1998).

To daje razem 40%, a gdzie reszta? Pozostałe 60% to wody, które nie mieszczą się w żadnej z wyżej wymienionych klas, tzw. **wody pozaklasowe**. Wody tak zanieczyszczone i zatrute, że ustawodawcy, którzy ustalili powyższą normę kilkanaście lat temu, nie przewidywali pojawienia się jeszcze gor-

\*Zawiesiny w wodzie mają w literaturze fachowej również inne określenia:

☐ *sedymenty*

☐ *części lub zanieczyszczenia mechaniczne*

☐ *części nierozpuszczone*

☐ *osady*

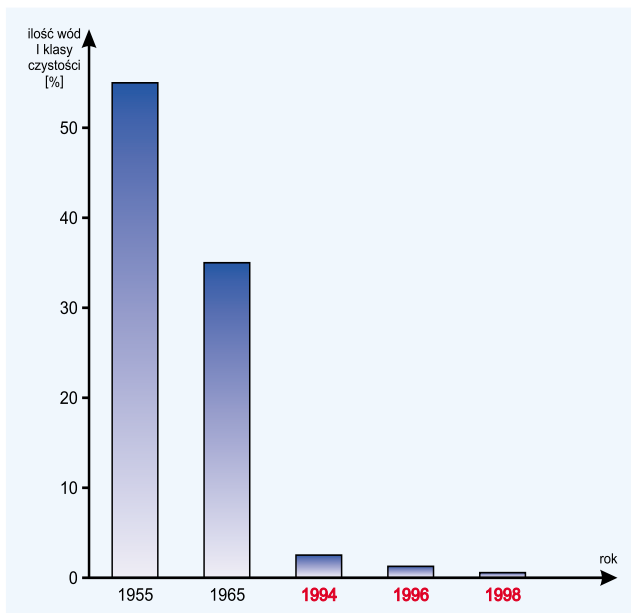
☐ *mętność*



Rys. 13. Klasy czystości wód powierzchniowych w Polsce.

-szej jakości rzek. O rzekach pozaklasowych mówi się często, że nie ma w nich bakterii i wirusów - nie ma, bo wytepiła je „chemia”.

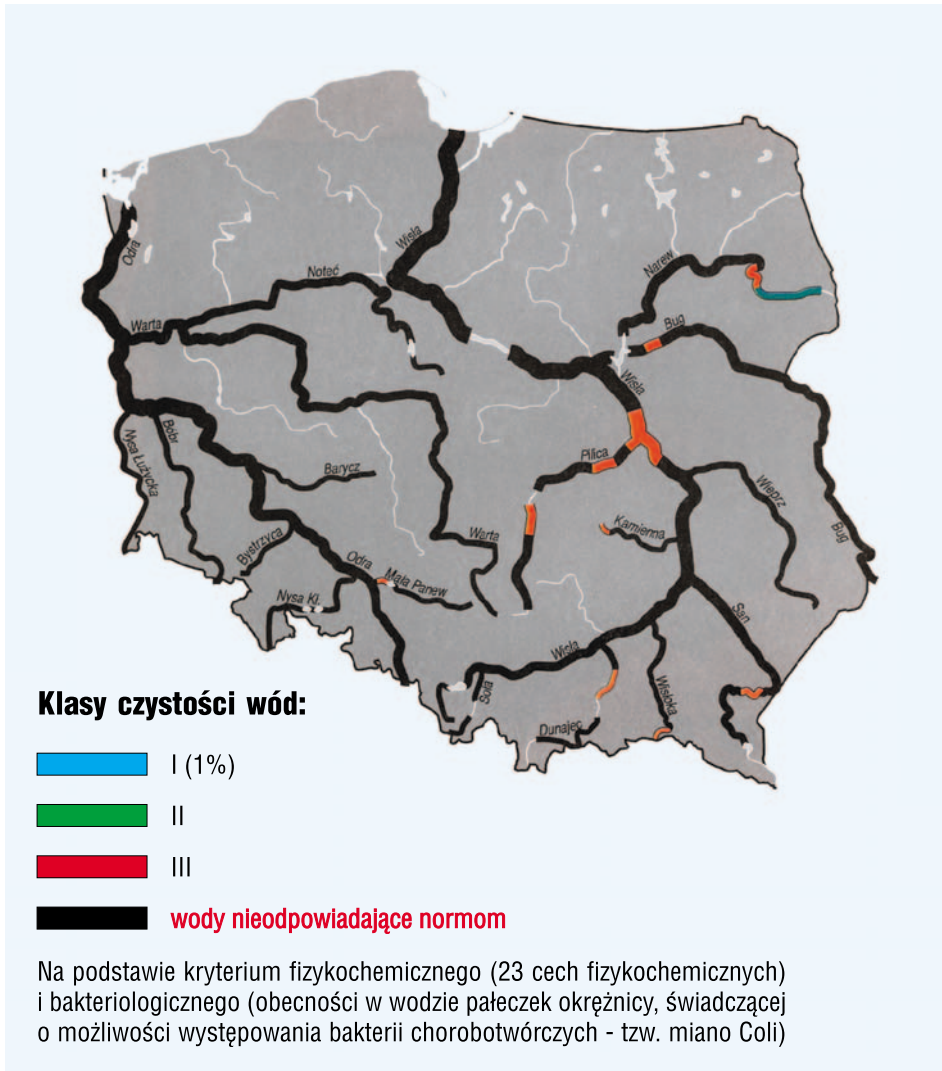
Czy nasze rzeki zawsze były takie brudne? Z pewnością nie. Zanim



rozwinął się współczesny przemysł, zanim zbudowaliśmy tysiące fabryk i zanim zaczęliśmy stosować chemizację rolnictwa, wszystkie rzeki były czyste. Jeszcze w latach 50. mieliśmy ich niemało, bo 55%. W jakim tempie ubywało czystych wód

Rys. 14. Ilość czystych wód powierzchniowych w Polsce powojennej.

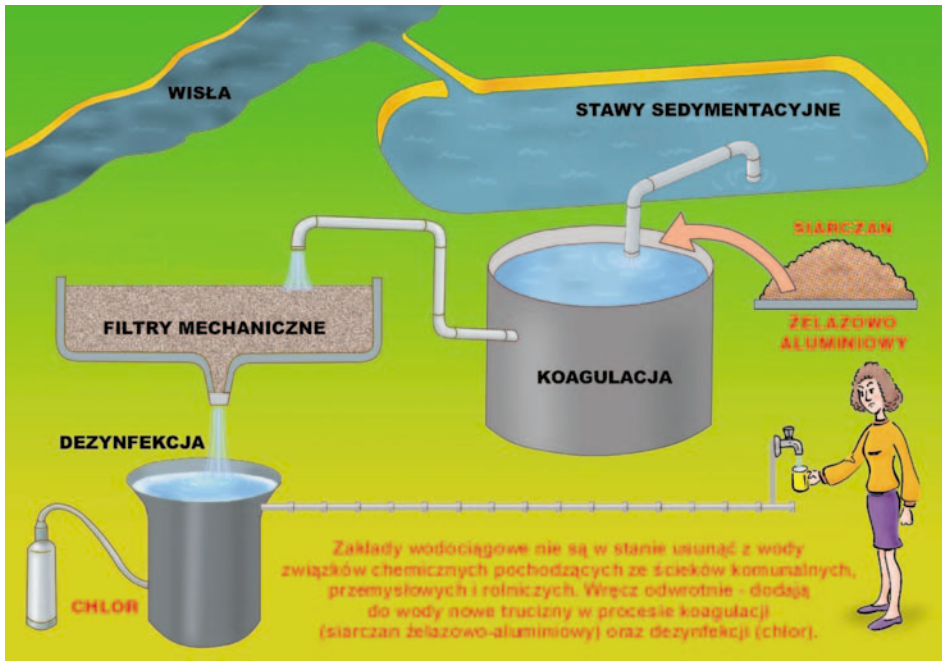
w Polsce, pokazuje najlepiej rysunek 14. A jak czyste są polskie rzeki obecnie, pokazują mapka na rysunku 15.



Rys. 15. Czystość głównych rzek w Polsce w 1998 r.

#### 4.1.2. OCZYSZCZANIE WÓD POWIERZCHNIOWYCH W ZAKŁADACH WODOCIĄGOWYCH

Wiemy już, jak daleko jest posunięte zatrucie wód powierzchniowych związkami chemicznymi. Wiemy także, że w Polsce praktycznie nie ma już wód powierzchniowych I klasy czystości, które jako jedyne dopuszczone są do przerobienia w zakładach wodociągowych na wodę pitną i zbyt mało jest wód II klasy. Z powodu braku czystych wód zmuszeni jesteśmy korzystać ze źródeł III klasy oraz z wód pozaklasowych, których jest obecnie najwięcej (60%!!!). Tak zanieczyszczone wody kierowane są do **zakładów wodociągowych** w celu oczyszczenia i uzdatnienia na wodę pitną. Rysunek 16 pokazuje typowy schemat technologiczny zakładu wodociągowego, który następnie zostanie dokładniej opisany.



Rys. 16. Schemat oczyszczania i uzdatniania wody w typowym zakładzie wodociągowym.

## Etapy przerabiania wody powierzchniowej na wodę pitną

**1. Sedymentacja.** Woda, najczęściej rzeczna, kierowana jest do dużych stawów sedymentacyjnych, przez które bardzo wolno przepływa. Dzięki temu większość nierozpuszczonych części (sedymentów) jak muł, ropy, piasek, humusy itp., które wcześniej pływały w wzburzonej rzece, teraz dzięki grawitacji w naturalny sposób osiadają na dnie tych stawów. W procesie sedymentacji wytrąca się z wody do 70% sedymentów, woda staje się dużo bardziej klarowna niż wcześniej, gdy była jeszcze wodą rzeczna. Pozostała część sedymentów usunie się w następnych procesach.

**2. Koagulacja** (inaczej żelowanie). Małe i lekkie części nierozpuszczalne, które nie opadły na dno stawów sedymentacyjnych zostaną wytrącone z wody w inny sposób. Otóż odkryto, że siarczan żelazowo-aluminiowy dodany do mętnej wody zlepia ze sobą pływające w niej zawiesiny tworząc charakterystyczne kłaczkę, galaretkę. Te kłaczkę łatwiej opadną na dno stawów koagulacyjnych albo zostaną skutecznie zatrzymane w procesie następnym - na filtrach mechanicznych. Woda surowa po koagulacji ma już zdecydowanie lepszy wygląd, ale nie jest jeszcze całkowicie klarowna.

W wielu krajach odstępuje się od stosowania siarczanu żelazowo-aluminiowego jako koagulantu. Przyczyną takiego postępowania jest coraz bardziej powszechna choroba Alzheimera, która polega na niszczeniu komórek nerwowych, szczególnie mózgu. Naukowcy z dziedziny medycyny już dawno stwierdzili, że mózg osób chorych na Alzheimera zawiera więcej aluminium niż ludzi zdrowych. Obecne spory polegają tylko na ustaleniu źródła pochodzenia tego groźnego metalu w mózgu. Wyniki badań naukowców z USA i Wielkiej Brytanii potwierdziły, że nadmiar aluminium znajduje się w pożywieniu, a jego większość dostała się tam wraz z wodą pochodzącą z koagulacji z zastosowaniem siarczanu żelazowo-aluminiowego. W Polsce większość zakładów wodociągowych stosuje ten związek do oczyszczania wody.

**3. Filtry mechaniczne.** W ogromnych filtrach wypełnionych naturalnym materiałem filtracyjnym jakim są piaski i żwiry następuje dokładniejsze i ostateczne oddzielenie od wody sedymentów oraz kłaczekw pokoagulacyjnych. Woda po przejściu przez te filtry ma wprawdzie klarowny wygląd, ale czy ten ładny wygląd wody po filtrach mechanicznych dowodzi, że jest ona już zdrowa i bezpieczna? A co stało się z setkami związków chemicznych rozpuszczonych w tej wodzie? Gdzie podziała się cała „chemia” pochodząca ze ścieków komunalnych, przemysłowych, rolniczych, ze śmietnisk, motoryzacji itd.? Otóż **wszystkie** związki rozpuszczone w wodzie dostarczonej do



zakładów wodociągowych przeszły przez **wszystkie** wymienione wcześniej etapy jej oczyszczania. Ba, dodaliśmy do tej chemicznej zupy następną związek - siarczan żelazowo-aluminiowy.

Wszystkie poprzednie procesy, czyli sedymentacja, koagulacja oraz filtry mechaniczne służyły tylko i wyłącznie do usunięcia z wody części nierozpuszczonych, które czyniły ją mętną. Paradoksem tych procesów jest to, że usuwają z wody części, które są mało szkodliwe dla naszego zdrowia (piasek, iły itp. jeszcze nikomu nie zaszkodziły). Wygląd wody wprawdzie zdecydowanie poprawił się, ale to, co dzisiaj w niej najgroźniejsze - związki chemiczne - nadal pozostaje. Oprócz związków chemicznych są w niej bakterie i wirusy, które zostaną unieszkodliwione dopiero w końcowym etapie.

**W ZAKŁADACH WODOCIĄGOWYCH USUWA SIĘ Z WODY WIDOCZNĄ, ALE MAŁO SZKODLIWĄ MĘTNOŚĆ (PIASEK, IŁY, MUŁ ITP.), NATOMIAST PRZEPUSZCZA SIĘ WSZYSTKIE ROZPUSZCZONE W WODZIE ZWIĄZKI CHEMICZNE.**

**4. Dezynfekcja.** Bakterie i wirusy nie zostały zatrzymane w procesie sedymentacji, nie podziałał na nie siarczan żelazowo-aluminiowy, nie powstrzymały ich również filtry mechaniczne. Stąd też ostatnim etapem uzdatniania wody jest jej dezynfekcja, która polega na zahamowaniu dalszego rozwoju bakterii i wirusów. Dezynfekcji nie należy mylić z wyjąławianiem, które powoduje całkowite zabijanie tych drobnoustrojów.

W procesie dezynfekcji stosowany jest od około 100 lat **chlor**. Należy tu podkreślić, że wprowadzenie przed wielu laty chloru do dezynfekcji wody zatrzymało szerzenie się epidemii powodowanych wirusami i bakteriami. Jednak warto przy tym wiedzieć, że chlorowanie wody, jak każde lekarstwo, ma również swoje uboczne skutki, takie jak:

- a) podrażnienie, suchość i pęknięcie skóry,
- b) obniżenie odporności skóry na zakażenie grzybicami i drożdżycami,
- c) marskość wątroby,
- d) rak wątroby i nerek,
- e) rak pęcherza moczowego i prostaty,
- f) rak piersi, dwunastnicy i żołądka,
- g) białaczka,
- h) guzy chłonnałkowe,
- i) nowe związki rakotwórcze pochodzące z reakcji aktywnego chloru z innymi związkami chemicznymi.



Rys. 17. Chlorowanie wody pitnej.

Badania przeprowadzone ostatnio w USA dowodzą, że ludzie, którzy przez wiele lat piją chlorowaną wodę, są bardziej narażeni na raka pęcherza moczowego oraz odbytu. Podkreślić należy, że spośród wymienionych wcześniej ujemnych skutków chlorowania wody, najbardziej niebezpieczne są związki rakotwórcze, które powstają w momencie wprowadzenia chloru do wody. Groźne również z tego powodu, że aż sześć tych związków, których istnienie w wodzie pitnej w Polsce jest nam znane, nie występuje w normie dotyczącej wody pitnej. Ponieważ nikt w Polsce nie bada wody pitnej na zawartość tych groźnych związków rakotwórczych (do takich badań zobowiązane są laboratoria w zakładach wodociągowych oraz sanepidy), więc pijemy je w dowolnych ilościach.

W wielu krajach częściej stosowana jest inna metoda dezynfekcji wody polegająca na jej **ozonowaniu**. Metoda bardziej bezpieczna, jednakże również obciążona skutkami ujemnymi. W Polsce metoda ta ma małe szanse na zastosowanie z dwóch powodów:

- jest dużo droższa,
- ozon bardzo szybko wytraca swoją aktywność ze względu na długie i bardzo zaniedbane magistrale wodociągowe i staje się nieskuteczny.

Przedstawiona wyżej technologia oczyszczania wody w zakładach wodociągowych nie zmieniła się od wieku. Przy coraz większym zużyciu wody pitnej i gospodarczej i stale rosnącym jej zanieczyszczeniu, zakłady wodociągowe są po prostu nieprzystosowane do takiego jej uzdatniania, jakiego oczekiwaliby konsumenci. Gdy powstawały 100 lat temu, przerabiały zupełnie inny surowiec - wtedy wszystkie rzeki były chemicznie czyste.

Istnieje jeszcze jeden ważny argument, który tłumaczy, dlaczego w wielu krajach rezygnuje się z produkcji wody pitnej w zakładach wodociągowych. W tym miejscu należy wyjaśnić, że niemałe ilości wody, które te zakłady produkują dzielone są, w zależności od ich przeznaczenia, na dwie kategorie:

1. **Woda pitna** - czyli woda przeznaczona do picia;
2. **Woda gospodarcza** - czyli woda, którą wykorzystuje się w różnych zakładach przemysłowych do procesów produkcyjnych (nie każda fabryka posiada własne ujęcie wody), w mieście do zmywania ulic w lecie, mycia samochodów itp., a w domach do zmywania naczyń, higieny osobistej, WC, mycia okien, podlewania ogródków itp.

Przykładów wody gospodarczej możemy wymieniać jeszcze wiele, co nie jest konieczne, bowiem jej definicja jest jasna - jest to woda używana do wszystkich innych celów poza piciem. Jednak należy wiedzieć, że jest to ciągle ta sama woda; pochodzi z tego samego źródła i tłoczona jest do odbiorców tymi samymi rurociągami. I tylko jej ostateczne spożytkowanie zdecydowanie, czy nazwiemy ją pitną, czy też gospodarczą. Problem polega na tym, że wszędzie na świecie zużycie wody gospodarczej rośnie zdecydowanie szybciej niż zużycie wody pitnej. W Polsce liczby świadczące o zużyciu obu rodzajów tych wód są wyjątkowo krytyczne, bowiem z produkowanej wody pitnej i gospodarczej, pitna stanowi tylko 0,3% (!!!). Innymi słowy na 300 litrów produkowanej w krajowych zakładach wodociągowych wody tylko jeden litr zostanie wypity, a pozostała część, tj. 299 litrów posłuży do wszystkich innych celów jako woda gospodarcza. I ponieważ jest to dokładnie ta sama woda, zatem zakłady wodociągowe zmuszone są również wodę gospodarczą czyścić do poziomu wody pitnej.



Rys. 18. Tylko 0,3% produkowanej w Polsce wody pitnej jest wypijane.

Zatem wodą pitną myjemy nasze samochody, podlewamy ogródki domowe lub trawniki w mieście, zmywamy okna i podłogi, używamy w ubikacjach. Czy rzeczywiście stać nas na taki luksus?

#### 4.1.3 WTÓRNE ZANIECZYSZCZENIE WODY PITNEJ W PRZEWODACH WODOCIĄGOWYCH

Przeznaczona dla ludności woda pitna z zakładów wodociągowych jest rozprowadzana różnego rodzaju rurociągami, które nie powinny wpływać ujemnie na jej jakość. Jednakże z materiałów, z których zbudowany jest system rozdzielczy, przenikają do wody różne substancje zmieniające jej właściwości i wpływające szkodliwie na zdrowie jej konsumenta. Główną przyczyną zmian jakości przesyłanej wody jest korozja instalacji wodociągowych, która powoduje:

- zmianę koloru wody i przebarwienia urządzeń sanitarnych oraz bielizny,
- powstawanie zawiesin produktów korozji i zatykanie się instalacji,
- powstawanie metalicznego posmaku wody,

- wzrost toksyczności wody poprzez zawartość nadmiernych ilości ołowiu, kadmu, miedzi, chlorku winylu lub innych substancji.

Do transportu dużych ilości wody pitnej i gospodarczej do poszczególnych dzielnic i osiedli stosuje się rury żeliwne, cementowo-azbestowe lub z tworzyw sztucznych. Natomiast do przesyłania mniejszych ilości wody w budynkach używane są jeszcze stare rury z ołowiu i żeliwa oraz nowoczesne ze stali ocynkowanej, miedzi lub tworzyw sztucznych.

Do produkcji wszelkiego rodzaju armatury, połączeń rur, zaworów itd. stosuje się najczęściej mosiądz. **Aluminium** używane jest do pokrywania wewnętrznych ścianek rur i zbiorników, natomiast do montażu instalacji wodnych stosuje się różne **metale lutownicze i asfalty**, a do zabezpieczeń **farby i lakiery**. Wszystkie te substancje również wpływają na pogorszenie jakości przesyłanej wody. Omówimy zatem kolejno różne rodzaje rur wodnych oraz ujemne skutki ich użytkowania.

**Żeliwo** jest jednym z najstarszych materiałów stosowanych w ostatnim stuleciu do transportu wody. Jednak obecnie agresywne wody mające styczność z tym metalem powodują jego szybką korozję, dlatego magistrale, których planowana trwałość wynosiła 30 lat, są często po paru latach do wymiany. W niektórych regionach Polski agresywna woda „zjada” w ciągu jednego roku 2 mm ścian tych rur. Do wody przenika żelazo, które w nadmiernych ilościach jest przyczyną wszelkich chorób przewodu pokarmowego. Miękkie i kwaśne wody są w rurach żeliwnych łatwo zabarwiane, co odbija się na jakości wody do picia, kąpieli, prania itd. Wżery w rurach żeliwnych będące wynikiem korozji przyczyniają się łatwo do tworzenia się w nich kamienia. Bardzo szybko rury tracą swoją gładkość, a w miejscach korozji zatrzymują się zanieczyszczenia znajdujące się w wodzie i wskutek tego rury zatykają się.

W ostatnich latach coraz częściej montuje się w Polsce magistrale do transportu wody pitnej wytwarzane z **polichlorku winylu (PCV)**. Głównymi zaletami tych rur są ich lekkość, odporność na korozję oraz gładkość powierzchni, która przeciwdziała zarastaniu przewodów osadami. Niestety, z rur PCV przenikają do wody zawarte w nich monomery, stabilizatory, substancje pomocnicze i rozpuszczalniki, które mają właściwości toksyczne (związki ołowiu), a nawet rakotwórcze (chlorek winylu). Wyniki badań przeprowadzonych w USA, Wielkiej Brytanii i w Niemczech dowiodły wysokiej groźby chorób rakotwórczych, spowodowanych nadmiarem chlorku winylu

w wodzie pitnej. W skład rur PCV wchodzi przede wszystkim węgiel, wódór i chlor, z czego ten ostatni stanowi aż 60% wagi tego tworzywa. Produkcja rur z PCV jest nadzwyczaj tania, co jest powodem ich wyjątkowej popularności pomimo dowiedzionych przez naukowców zagrożeń. Niebezpieczeństwa wynikające ze stosowania polichloroku winylu w bezpośrednim kontakcie z żywnością i ciałem człowieka wynikają głównie z obecności rakotwórczego monomeru i użycia stabilizatorów zawierających ołów, kadm i bar. Używanie tych stabilizatorów jest zabronione do produkcji wyrobów stykających się bezpośrednio z żywnością, ale wolno je używać do produkcji rur wodnych z PCV.

**Uwaga: u osób narażonych na działanie chlorku winylu rak może ujawnić się dopiero po 25 latach. Paradoksem jest również fakt, że przy stosowaniu nowoczesnych (!) rur z polichloroku winylu mamy również do czynienia z ołowiem. Ten metal ciężki zaliczany do metali śmierci wydziela się z rur PCV i przenika bezpośrednio do wody.**

Wiele organizacji ekologicznych i konsumenckich występuje przeciwko produkcji i stosowaniu rur wodnych z PCV, ponieważ:

- wytwarzane są z chloru, który stanowi bombę ekologiczną,
- zawierają rakotwórczy monomer - chlorek winylu,
- przenikają z nich do wody monomery i toksyczne metale, szczególnie ołów.



Rys. 19. Nowoczesne rury wodne z PCV mają tylko ładny wygląd

Rur **cementowo-azbestowych** nie wolno stosować do transportu wody pitnej dopiero od niedawna, kiedy stwierdzono rakotwórcze działanie azbe-

stu. Zanim dokonano tego odkrycia, położono w latach sześćdziesiątych w Polsce około 25 tysięcy kilometrów takich rur, których do dzisiaj nie wymieniono.

**Azbest** jest minerałem występującym w postaci włóknistych skupień. Jego obecność w wodzie przyczynia się do powstawania chorób nowotworowych. Azbest przedostaje się do wody w przypadkach korozji cementu tworzącego spoinę rur cementowo-azbestowych oraz podczas awarii tych rur. Ponadto azbest z wody może być wdychany po wyschnięciu wypranej bielizny lub zmywanej powierzchni mebli, podłóg, okien itd. Wdychanie azbestu prowadzi do przewlekłej i nieuleczalnej choroby zwanej pylicą azbestową.

**Ołów** jest od ponad 30 lat zakazany materiałem do produkcji instalacji wodociągowych. Metal ten, zaliczony do metali śmierci, jest przyczyną nieodwracalnych uszkodzeń mózgu, zwłaszcza u dzieci i młodzieży. Powoduje wypaczenie charakteru oraz zahamowania rozwojowe, sprzyja przestępczości nieletnich i dorosłych. „Im więcej ołowiu, tym mniej rozumu” - to zdanie jest często powtarzane w krajach zachodnich, a odnosi się do ołowiu zawartego w wodzie.



Rys. 20. Im więcej ołowiu, tym mniej rozumu.

Już dawno odkryto, że ołów używany w czasach rzymskich jako podstawowy materiał do rur wodociągowych oraz naczyń kuchennych był bezpośrednio przyczyną upadku imperium rzymskiego.



Obecny zakaz produkcji i sprzedaży rur ołowianych wcale nie oznacza, że ich nie stosuje się. Rury ołowiane powszechnie używane przed II wojną światową, a także po wojnie do lat 60. stanowią nadal niemałą część naszych domowych instalacji wodociągowych. Ołów stosowany jest powszechnie do uszczelnienia rur żeliwnych tworzących magistrale wodne. Znaczne ilości ołowiu wydzielają się z zaworów oraz armatur wykonanych z niektórych stopów mosiądzu. O ołowiu zawartym w wodach powierzchniowych piszemy w podrozdziale 4.1.

**Stal ocynkowana** jest szeroko stosowana do produkcji rur zarówno do transportu zimnej, jak i gorącej wody. Jednak cynkowe powłoki nie chronią całkowicie przed korozją, gdyż mogą rozpuścić się w ciągu kilku lat, a wówczas pewne ilości cynku oraz żelaza przedostają się do wody. Nadmiar cynku w wodzie wywołuje powstanie przykrego metalicznego smaku, który dyskwalifikuje ją jako wodę pitną.

Wraz z cynkiem rozpuszczają się w wodzie również inne składniki znajdujące się w powłoce cynkowej, w tym ołów i kadm. Na podstawie wieloletnich badań i obserwacji stwierdzono, że główną przyczyną przedwczesnej korozji stalowych rur ocynkowanych jest obecność w rurociągu elementów wykonanych z miedzi lub jej stopów, dlatego też przy montażu sieci wodociągowej nie powinno się łączyć wyrobów wykonanych z tych dwóch metali.



Rys. 21. Skorodowane rury ołowiane.

**Miedziane** rury stosowane do instalacji wodnych w domach są ostatnio w modzie. Mają one oczywiście swoje zalety w porównaniu z innymi materiałami. Jednakże nie brakuje im wad szczególnie w polskich warunkach, gdzie transportują wyjątkowo agresywne wody. Zatrucie miedzią jest częstą przyczyną, nie dającej się wyjaśnić bezpłodności, gdyż prowadzi do zaburzeń w mózgu i narusza bilans miedziowo-cynkowy. Ponadto hamuje jajczkowanie, powoduje powstawanie guzów i cyst w obrębie macicy, jajowodów i jaj-



ników, co również utrudnia zapłodnienie. W wyższych stężeniach miedź może wywoływać raka, a w organizmie matki ma szkodliwy wpływ na rozwój mózgu dziecka, u którego mogą pojawić się wady rozwojowe, a w wieku szkolnym trudności z nauką.

Nadmiar miedzi niszczy witaminę C w skórze, co prowadzi do jej napięcia i utraty elastyczności. U kobiet wypadają włosy, u mężczyzn występuje przedwczesne łysienie. Paznokcie stają się cienkie i łamliwe. Ostatnie badania naukowców potwierdzają związek miedzi w wodzie pitnej z hemolizą (rozpad czerwonych krwinek), schizofrenią, nudnościami, biegunką i żółtaczką. Udowodniono związek nadmiaru miedzi w wodzie z niedoborem cynku w organizmie człowieka, gdyż w takich sytuacjach utrudnione jest wyraźnie wchłanianie cynku z pożywienia. W następstwie pojawiają się zaburzenia metaboliczne, które poważnie przeszkadzają w rozmaitych procesach komórkowych. Konsekwencją niedoboru cynku jest karłowatość, zaburzenia rozwojowe w obrębie układu krążenia i utrata zmysłu smaku. Nadmiar miedzi w wodzie można łatwo stwierdzić po następujących sygnałach:

- niebieski kolor wody płynącej z kranu,
- niebiesko-zielony kolor osadów płynących wraz z wodą,
- zabarwiona na niebiesko bielizna po praniu,
- zdychanie rybek w akwariach,
- pojawianie się brązowych plam na twarzy,
- utrata elastyczności skóry,
- pojawienie się na skórze białych plamek po opalaniu.

Rys. 22. Nowoczesne rury miedziane nie są pozbawione wad.



Obecnie stwierdza się trzy główne przyczyny wypłukiwania miedzi z rur, doprowadzających wodę do gospodarstw domowych:

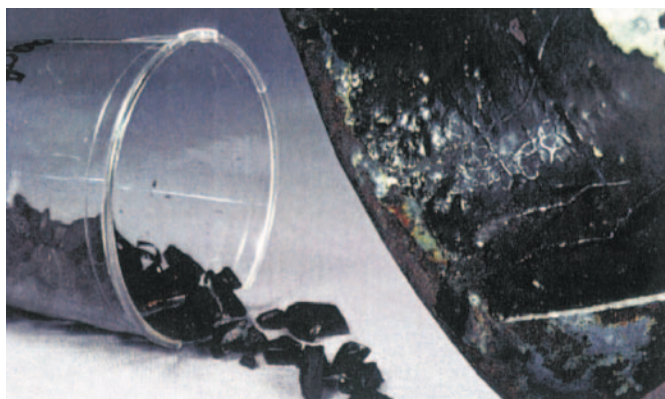
1. Rozpuszczanie miedzi przez agresywną wodę.
2. Uziemienie przewodu elektrycznego przez podłączenie do rury miedzianej, które powoduje elektrolizę i jej rozpuszczanie.
3. Rozmnażanie się i tworzenie na wewnętrznych ściankach rury biofilmu z bakterii żywiących się brudem z wody, w efekcie czego powstają polimery zdolne do tworzenia ładunku elektrycznego, który powoduje korozję rur.

**Mosiądze** stosowane do wyrobu zaworów, złączek oraz elementów urządzeń pomiarowych i armatury są stopami miedzi i cynku z dodatkiem ołowiu. Mosiądz ulega korozji przez rozpuszczenie i wymywanie z niego cynku.

Do łączenia instalacji wodociągowych wykonanych z metali używa się różnych metali lutowniczych. Zabrania się jedynie stosować **lutów ołowiowo-cynkowych**, z których przedostają się do wody ołów i kadm.

**Aluminium** wykorzystywane jest jako wewnętrzne zabezpieczenie rur i zbiorników. Trwałość rur pokrytych aluminium jest porównywalna z trwałością rur ocynkowanych, jednakże metal ten nie jest dostatecznie odporny na korozję w wodach agresywnych i chlorowanych. Nadmiar aluminium w wodzie zmienia jej barwę, podnosi mętność i wyraźnie pogarsza smak.

Do powłok antykorozyjnych używa się również innych materiałów, jak: **asfalty, farby, lakiery lub tworzywa sztuczne**. Ostatnio zabroniono używać do tych celów zabezpieczenia smołami ze względu na zawarte w nich związki rakotwórcze oraz intensywne zapach. Rury zabezpieczone tymi materiałami mogą źle wpływać na jakość wody.



Rys. 23. Asphalt używany do uszczelniania rur.

Osobnym źródłem zanieczyszczenia i skażenia rur wodociągowych są **bakterie i wirusy**,

których ogromne ilości i różne gatunki znajdują się we wszystkich wodach powierzchniowych, gdzie mają doskonałe warunki do życia i rozmnażania się. Wody powierzchniowe uzdatniane w zakładach na wodę pitną są wpraw-

dzie poddawane dezynfekcji (najczęściej chlorem), to jednak taka obróbka wody nie eliminuje z niej całkowicie mikroorganizmów. Ponadto zbyt małe dawki chloru u wyjścia wody z zakładów jej uzdatniania oraz jej przepływ na zbyt duże odległości (zupełny spadek aktywności chloru) powodują, że bakterie w wodzie zaczynają ponownie rozmnażać się w gwałtowny sposób.

W efekcie tworzą one na wewnętrznych ściankach instalacji **biofilm**, który jest przyczyną pogorszenia smaku wody oraz powstawania kożucha na jej powierzchni. Fragmenty biofilmu są łatwo odrywane od powierzchni wewnętrznej rur, szczególnie w przypadkach awarii lub napraw, wymiany odcinków rur, ich płukania, wstrzymania i wznowienia przepływu wody, zmian jej prędkości. Jeżeli bakterie mnożące się w rurociągach wodnych nie zostaną zniszczone odpowiednią dawką chloru, mogą stać się niebezpieczne dla zdrowia ludzi.

## 4.2. WODY GRUNTOWE

**Wody gruntowe** zgromadzone są w górnych warstwach wodonośnych skorupy ziemskiej. W Polsce, podobnie jak wielu innych krajach Europy, wody te sięgają do około 25 m głębokości, licząc od powierzchni gruntu, bowiem na takiej głębokości znajduje się pierwsza nieprzepuszczalna dla wody warstwa geologiczna. Wody gruntowe są źródłem wody pitnej w studniach przydomowych oraz zasilają rzeki.

W Polsce w połowie wieku po zakończeniu wojny jeszcze 48% społeczeństwa korzysta ze studni, w których woda pitna pochodzi z gruntu. Warto więc zastanowić się, jakie są to wody. Przyznać należy, że ścieki przemysłowe oraz komunalne wylewane bezpośrednio do rzek rzadziej przedostają się do gruntu oddalonego od nich. Jednak w związku ze stosowaniem ogromnych ilości chemicznych środków ochrony roślin i nawozów sztucznych nastąpiło wyraźne pogorszenie wód gruntowych i studziennych oraz warunków zdrowotnych na wsi. Tam, gdzie nie ma wodociągów ponad 80% studni zawiera wodę skażoną pestycydami, azotanami, fosforanami i bakteriami. Skażenie wody w studniach wpływa na powstawanie raka żołądka, dziesiątkującego w Polsce populację wiejską, wśród której umieralność jest obecnie ponad 10% wyższa niż w mieście. Na taki stan na wsiach wpływa skażenie wód bardzo toksycznymi nitrozoaminami i pestycydami, położenie gnojowisk zbyt blisko studni, brak wysypisk śmieci, wodociągów i kanalizacji.

**Pestycydy** są związkami chemicznymi służącymi do zwalczania wszelkich szkodników w uprawie roślin lub hodowli zwierząt. Dzielimy je na następujące grupy:

- akarycydy** - do zwalczania roztoczy
- algicydy** - do zwalczania glonów
- herbicydy** - do zwalczania chwastów
- insektycydy** - do zwalczania owadów
- fungicydy** - do zwalczania grzybów
- nematocydy** - do zwalczania nicieni
- rodentycydy** - do zwalczania gryzoni
- moluskocydy** - do zwalczania ślimaków.

Setki tysięcy ton pestycydów wysypuje się i wylewa w ciągu roku na nasze pola. Żadne z nich nie są obojętne dla ludzi, bowiem związki chemiczne stosowane do produkcji pestycydów wykazują dużą odporność na rozkład i posiadają duże powinowactwo ze związkami tłuszczowymi. Dlatego łatwiej kumulują się w tkankach tłuszczowych ludzi i zwierząt niż w wodzie czy glebie. Takie pestycydy jak **DDT, dieldryna, chlordan, heptachlor i lindan są silnie rakotwórcze.**

A tymczasem na wszystkich etykietkach i reklamach środków ochrony roślin czytamy, jak skutecznie działają przeciwko wszelkim szkodnikom, a jednocześnie są „przyjazne” dla środowiska naturalnego i człowieka. Pestycydy oraz nawozy sztuczne zaliczane są do głównych promotorów procesów nowotworowych.

**WSZYSTKIE PESTYCYDY SĄ MNIEJ LUB BARDZIEJ TRUJĄCE  
DLA LUDZI, DLATEGO PODZIELONO JE NA KILKA KLAS  
TOKSYCZNOŚCI.**

Wymienimy i opiszemy zatem tylko kilka wybranych związków chemicznych znajdujących się w pestycydach oraz działania uboczne wynikające ze spożywania wody nimi zanieczyszczonej.

**Chlorany sodu i potasu** należą do herbicydów tzw. totalnych, które niszczą wszelką roślinność. Stosowane są do odchwaszczania nasypów kolejowych, dróg, autostrad itd. Związki te mogą również występować w wodzie pitnej ozonowanej, a później chlorowanej. Chlorany powodują w organizmie ludzkim methemoglobinemię (niedotlenienie), co jest dokładniej opisane przy zatruciach azotanami.

**Chlorowane fenole** należą do grupy fungicydów (środki grzybobójcze). Są one silnymi truciznami, które działają na układ nerwowy, krążeniowy i oddechowy. Są często przyczyną białaczki, tworzą guzy chłoniakowe, zmiany alergiczne skóry i błon śluzowych.

**Cyna** jest częstym składnikiem fungicydów. Związki zawierające cynę uszkadzają komórki nerwowe, mogą prowadzić do zaburzenia pamięci i koordynacji ruchów, zwiększonej pobudliwości i agresywności, a także do zakłócenia połączeń nerwowo-mięśniowych w tkankach oraz do obrzęku mózgu.

**Aldryna i dieldryna** należą do insektycydów. Charakteryzują się dużą toksycznością oraz zdolnością do odkładania się w organizmie ludzkim, co może być przyczyną chronicznego zatrucia. Pestycydy te działają pobudzająco na układ nerwowy powodując pobudliwość ruchową, drgawki i obniżenie ciśnienia. Łatwo przenikają przez skórę i uszkadzają ją.

**DDT** (dwuchloro-dwufenylo-trójchloroetan) należy do groźnej grupy węglowodorów chlorowanych. Był stosowany do zwalczania owadów począwszy od II wojny światowej. Dopiero gdy odkryto, że środek ten potrzebuje aż 40 lat, aby się całkowicie rozłożyć biologicznie oraz zaobserwowano ogromne skutki uboczne jego stosowania, postanowiono wycofać go z obiegu. W USA i Europie Zachodniej skreślono DDT z listy pestycydów w 1971 r., a w Polsce trzy lata później. Oznacza to, że musimy teraz czekać do 2014 roku, aby setki tysięcy ton DDT zalegających jeszcze w naszych gruntach rolnych przestały być aktywne. Nic dziwnego, że DDT jeszcze dziś figuruje w normie dotyczącej wody pitnej na liście związków, które sanepidy muszą szukać w wodzie.

DDT jest czynnikiem kancero- i mutagennym. Może uszkadzać centralny układ nerwowy i doprowadzić do osłabienia pamięci i niedorozwoju umysłowego. Jako środek rakotwórczy powoduje najczęściej nowotwory wątroby. Jest kumulowany w tkance tłuszczowej, w wątrobie i mózgu. W przypadku zbyt szybkiego odchudzania się może dojść do szybkiego uwolnienia się DDT z tkanki tłuszczowej i zatrucia całego organizmu, a nawet zgonu. Polska norma dopuszcza 0,001 miligrama DDT w 1 litrze wody. Na rys. 36 pokazujemy cząstkę DDT na tle błony osmotycznej.

**Lindan** (heksachlorocykloheksan) jest pestycydem owadobójczym i jest stosowany od wielu lat do zwalczania szkodników upraw rolnych oraz jako środek do konserwacji drewna. Ponieważ jest szeroko rozpowszechnionym zanieczyszczeniem środowiska, może łatwo znaleźć się w wodzie. Jest szkodliwy dla zwierząt oraz trujący dla pszczoł. Podwyższone dawki lindanu w organizmie człowieka powodują gorączkę, obrzęk płuc, uszkodzenie

wątroby, nerek, układu nerwowego i odpornościowego. Istnieją również dowody dotyczące stymulowania przez lindan procesów nowotworowych. Polska norma dopuszcza 0,005 mg lindanu w 1 litrze wody. Na rysunku 36 pokazujemy cząstkę lindanu na tle pory membrany osmotycznej.

**Pięciochlorofenol** używany jest do zwalczania owadów oraz jako silny środek grzybobójczy. Należy do substancji silnie toksycznych. Pięciochlorofenol po wnikięciu do organizmu człowieka działa na poziomie komórki, powodując zakłócenia procesów oddychania komórkowego, a w następstwie tego zakłócenia w funkcjonowaniu całego ustroju. Uszkadza wątrobę i nerki, a działając na skórę wywołuje reakcje alergiczne.

Osobną grupę szkodliwych związków chemicznych w wodzie stanowią **nawozy sztuczne**. Związki azotu przenikają z gleby do wód gruntowych, a tym samym do źródeł wody pitnej. Najczęściej spotykanym związkiem pochodzącym z nawożenia naszych pól są **azotany**, a ich głównym źródłem są gnojowiska. Azotany spożyte z wodą łatwo zamieniają się w organizmie człowieka w azotyny, które utrudniają transport tlenu we krwi. To może być przyczyną sinicy, a w dalszym stadium śmierci. Najmniej odporne na azotany są oczywiście niemowlęta i dzieci.

Najczęściej nie dostrzegamy objawów choroby wynikającej ze spożywania azotanów, jeśli jest to chroniczne niedotlenienie organizmu. Takie niedotlenienie jest jednak bardzo groźne dla rozwijającego się płodu oraz dla niemowląt. Dziecko, które w łonie matki lub po narodzeniu nie miało odpowiedniej ilości tlenu we krwi, rodzi się z wadami rozwojowymi ośrodkowego układu nerwowego, objawiającymi się opóźnieniem w rozwoju psychiki lub niedorozwojem umysłowym. U dorosłych niedotlenienie krwi



Rys. 24. Czy studnie zawierają dzisiaj taką wodę, jak przed uprzemysłowieniem?

z powodu zatrucia azotanami objawia się nudnościami, ogólnym zmęczeniem oraz chronicznym bólem głowy.

Ekologicznymi bombami na wsiach są tzw. **mogilniki**. Betonowe studnie, w których od ponad 30 lat przechowuje się przeterminowane i wycofane z obiegu nawozy sztuczne i pestycydy. W 343 zarejestrowanych mogilnikach rozmieszczonych w różnych miejscach kraju przechowuje się ponad 60 tysięcy ton toksycznych substancji. Mogilniki budowane ze zwykłych betonowych kręgów studziennych nigdy nie były dostatecznie szczelne, a ich zawartość nieustannie przenika do gruntu i wód pitnych. Do dzisiaj nie ma planu ich likwidacji ani pieniędzy na jej realizację.

Po przeczytaniu tych paru przykładów widzimy, jak łatwo wiele tysięcy toksycznych związków chemicznych przedostaje się na wsiach do wód gruntowych. Jednak wielu posiadaczy studni jest jeszcze przekonanych, że woda w nich jest najlepsza, bo z głębi ziemi, a zatem źródłana. Tymczasem z badań sanepidów wynika, że ponad 80% studni w Polsce zawiera wodę niezdatną do picia, co zgodnie z przepisami kwalifikuje je do zamknięcia. Do chwili obecnej nie zamknięto w Polsce ani jednej takiej studni.

Wody studzienne są silnie zakażone bakteriami i wirusami, spośród których występują najczęściej **bakterie czerwonki, salmonelli, gronkowca, a ponadto grzyby, pierwotniaki, lamblie, substancje z odchodów** itd. Częstą przyczyną istnienia bakterii w wodzie studziennej są nieszczelne lub opróżniane w niedozwolony sposób szamba.

Z początkowych rozdziałów dowiedzieliśmy się, jak ogromne są ilości przeróżnych substancji chemicznych, które przedostają się do wód gruntowych i powierzchniowych ze ścieków komunalnych, przemysłowych i rolniczych. Ponadto dowiedzieliśmy się, że ich zdecydowana większość (aż 97%) jest niewyczuwalna żadnym z naszych zmysłów. Wiemy już, że wraz ze ściekami dodajemy do naszych wód około 1000 mg przeróżnych substancji chemicznych, a ponieważ nie potrafimy ich w żaden sposób z tych wód usunąć, wypijamy je każdego dnia w ilości 3 g, co w ciągu roku daje 1 kg. Ta chemia działa podstępnie, bo powoli (często kilkanaście lat), a nasze władze sanitarne interesują się tylko tym, aby związki chemiczne z wody nie wytruły nas natychmiast, bo szybko wyszłoby na jaw ich pochodzenie. Nikt nie mówi o tym, że ciągłe spożywanie trucizn znajdujących się w wodzie przyniesie skutki po wielu latach lub w przyszłych pokoleniach. W tabeli 1 pokazujemy następstwa spożywania wybranych związków chemicznych zawartych w wodzie.

TABELA 1. Szkodliwe i chorobotwórcze działanie wybranych pierwiastków i związków chemicznych występujących w wodzie pitnej.

ALDRYNA i DIELDRYNA	kumulacja w organizmie, pobudzenie układu nerwowego: - pobudliwość odruchowa, - drgawki, bradykardia, obniżenie ciśnienia, uszkodzenia skóry i przenikanie przez nią.
ARSEN	kumulacja w wątrobie, kościach i włosach, zaburzenia w funkcjonowaniu enzymów, uszkodzenie centralnego układu nerwowego: zaburzenia nerwowe, uszkodzenie układu pokarmowego: - utrata apetytu, - nudności, uszkodzenie układu oddechowego, zapalenie błon śluzowych oczu, nosa i gardła, ogólne osłabienie mięśniowe, chorobowe zmiany skóry: - ostre zapalenie, - zmiana pigmentacji, - rogowacenie, zapalenie nerek, nowotwory: - wątroby, - płuc, - nerek, - pęcherza moczowego, - skóry.



AZOTANY I AZOTYNY	methemoglobinemia - sinica, chroniczne niedotlenienie organizmu, szczególnie u niemowląt: - wady rozwojowe centralnego układu nerwowego, - opóźnienia w rozwoju psychiki, - niedorozwój umysłowy dziecka, nadciśnienie tętnicze, zawał serca, rakotwórczość w wyniku tworzenia nitrozoamin, rak żołądka.
AZBEST	schorzenia układu oddechowego, działanie rakotwórcze.
BAR	szkodliwe działanie na: centralny układ nerwowy, mięsień sercowy, wywołuje: osłabienie, trudności w oddychaniu, ślinotok, przyspieszenie akcji serca, zaburzenia czynności nerek, wypadanie włosów z głowy i brwi.
BENZEN	uszkadza centralny układ nerwowy, uszkadza naczynia krwionośne i orga- ny krwiotwórcze, zaburzenia czynności serca, powoduje bóle głowy, podniecenie, senność lub bezsenność, rakotwórczość, anemia aplastyczna.

BERYL	blokada układów enzymatycznych, drażniące działanie na błony śluzowe, drażniące działanie na skórę, duszności, spadek ciężaru ciała, nowotwory złośliwe.
BOR	zaburzenia pracy komórek, uszkodzenie układu pokarmowego: - utrata ciężaru ciała, - wymioty, - biegunka, uszkodzenia układu nerwowego: - drgawki, uszkodzenie nerek, wysypka skórna, łysienie, niedokrwistość - anemia.
CHLORONAFTALENY	uszkodzenie nerek: - zaczopowanie kanalików nerkowych, uszkodzenie wątroby i jej bolesność, żółtaczką, hemoliza krwi, zmiany na skórze: - wysypka, - egzemy.
CHLOR	zaburzenia w procesach enzymatycznych: - obniżenie zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych w organizmie, nowotwory złośliwe: - pęcherza moczowego, - prostaty (jelita prostego),

	<p>wywołuje:- marskość wątroby, - guzy tarczycy, - podrażnienie, suchość, pękanie, oraz obniżenie odporności skóry, - zmniejszenie wchłaniania jodu.</p>
CHLORANY I NADCHLORANY	<p>niedotlenienie organizmu, methemoglobinemia - sinica.</p>
CHLOROFORM	<p>rakotwórczość, uszkodzenia centralnego układu nerwowego: - działanie narkotyczne, - stany oszołomienia i odurzenia, - zaburzenia wzroku, - zawroty głowy, - nerwobóle, ogólna utrata sił, ból żołądka, zwyrodnienie wątroby, zwyrodnienie nerek, cukromocz, zaburzenia akcji serca, zapalenie i egzemy skóry.</p>
CHLORONAFTALENY	<p>uszkodzenie nerek: - zaciopowanie kanalików nerkowych, uszkodzenie wątroby i jej bolesność, żółtaczka, hemoliza krwi, zmiany na skórze: - wysypka - egzemy</p>

CHLOROWANE FENOLE	uszkodzenie układu nerwowego, uszkodzenie układu krążenia, uszkodzenie układu oddechowego, białaczka, guzy chłoniakowe, zmiany w błonie śluzowej, alergia skórna.
CHROM SZEŚCIO- WARTOŚCIOWY	działanie rakotwórcze: - różne rodzaje nowotworów, schorzenia uczuleniowe skóry.
CYJANKI	wysokie dawki: - śmierć po kilku minutach, dawki niższe: - objawy ze strony układu oddechowego, nerwowego, pokarmowego, - zaburzenia akcji serca, - śmierć po dłuższym czasie stężenia bardzo niskie: - zawroty i bóle głowy, zatrucie chroniczne: - bóle głowy, - mdłości, - ogólna słabość, - zaburzenia akcji serca, uszkodzenia skóry: - wysypka, - owrzodzenia, - egzemy.

CYNA	uszkodzenie centralnego układu nerwowego: <ul style="list-style-type: none"><li>- uszkodzenie komórek nerwowych,</li><li>- zwiększenie pobudliwości,</li><li>- zwiększenie agresji,</li><li>- zaburzenia pamięci,</li><li>- zaburzenia koordynacji ruchów,</li><li>- dysfunkcja połączeń nerwowo-mięśniowych,</li><li>- obrzęk mózgu.</li></ul>
CYNK	uszkodzenie wątroby, uszkodzenie mięśnia sercowego, zaburzenia czynności przewodu pokarmowego.
CZTERO-CHLOROETYLEN (tetrachloroeten)	działanie rakotwórcze, uszkodzenie centralnego i obwodowego układu nerwowego, zaburzenia wzroku, stany oszołomienia i odurzenia, nerwobóle, zwyrodnienie wątroby, zwyrodnienie nerek, zwyrodnienie mięśnia sercowego, podrażnienia skóry.
DDT	kumulacja w organizmie, działanie rakotwórcze: <ul style="list-style-type: none"><li>- nowotwory wątroby,</li></ul> działanie mutagenne, uszkodzenie centralnego układu nerwowego: <ul style="list-style-type: none"><li>- osłabienie pamięci,</li><li>- niedorozwój umysłowy,</li><li>- niedorozwój psychiczny.</li></ul>

DETERGENTY	uszkodzenie błon komórkowych i obumieranie komórek, zakłócenie przemiany materii, nieżyty przewodu pokarmowego, uszkodzenie wątroby, alergie, nowotwory kory nadnerczy.
DWUNITROFENOLE	kumulacja w organizmie, rozprzęganie biochemicznych procesów oddychania i tworzenia energii w komórkach, uszkodzenie wątroby, uszkodzenie nerek, mdłości, bóle żołądka, niepokój, podniecenie, poty, głęboki, gwałtowny oddech, tachykardia, methemoglobinemia - sinica, zapaść, śpiączka, zaćma, alergia skórna.
FENOL	porażenie układu nerwowego, porażenie układu krążenia, uszkodzenie dróg oddechowych, denaturacja białek, nekroza skóry, methemoglobinemia - sinica.

## FLUOR

kumulacja w kościach i zębach,  
 blokowanie enzymów, których  
 aktywatorem jest magnez,  
 hamowanie procesów biochemicznych  
 tworzących energię w organizmie:

- osłabienie sprawności fizycznej,
- osłabienie sprawności psychicznej,
- hamowanie wzrostu organizmu,

działanie mutagenne:

- uszkodzenia chromosomów,
- zakłócenie kodu genetycznego,

działanie kancerogenne,  
 nieżyty żołądkowo-jelitowe,  
 ostre zapalenie nerek,  
 różnego stopnia uszkodzenia wątroby,  
 różnego stopnia uszkodzenia mięśnia  
 sercowego,  
 zatrucia chroniczne:

- cętkowanie szkliwa zębów,
- uszkodzanie nerek,
- zmiany w tarczycy,
- fluoroza szkieletowa:

bolesne sztywnienie kręgosłupa,  
 ograniczenie ruchomości, kruchość kości,  
 sztywność stawów,  
 duszności,  
 astma oskrzelowa,  
 uszkodzenie lub podrażnienie układu  
 nerwowego:

- nadmierna pobudliwość,
- drażliwość,
- ciągłe odczuwanie zmęczenia,  
 bezsenność,
- depresja,
- upośledzenie pamięci,
- spadek ciężaru ciała, niedokrwistość - anemia.

GLIN (aluminium)	kumulacja w kościach, zaburzenia w strukturze i czynnościach komórek nerwowych w centralnym układzie nerwowym (uszkodzenia funkcji mózgu), choroba Alzheimerera.
KOBALT	działanie rakotwórcze, uszkodzenie wątroby, niedoczynność tarczycy: - powstanie wola i zahamowanie rozwoju u dzieci, uszkodzenia skóry.
HALOFORMY i THM-y	działanie rakotwórcze, - nowotwory: wątroby, nerek, depresja centralnego układu nerwowego, pobudzenie centralnego układu nerwowego, działanie narkotyczne, zmiany patologiczne wątroby, zmiany patologiczne nerek, methemoglobinemia - sinica, anemia, nadwrażliwość, leukopenia, podrażnienia skóry, zmiany sercowo-naczyniowe, działanie mutagenne.
JOD	nadczynność tarczycy: - wzmożona akcja serca, - podniecenie, - poty, - drgawki mięśni.



KADM	kumulowanie się w kościach, działanie rakotwórcze, uszkodzenie: - wątroby, - nerek, - mięśnia sercowego, zaburzenia w funkcjonowaniu szpiku kostnego, zaburzenia neurologiczne, nadciśnienie, choroba Itai-itai: - deformacja kości i szkieletu, - bardzo bolesne złamania kończyn.
KRZEM	krzemica: - rozrost tkanki łącznej w płucach i jej włóknienie, działanie toksyczne na komórki, działanie toksyczne na system naczyniowy serca, zmiany: - we krwi, - w narządach moczowych, - w przewodzie pokarmowym (żołądkowo-jelitowe)
MANGAN	kumulacja w wątrobie, marskość wątroby, podrażnienie centralnego układu nerwowego, uszkodzenie ścian naczyń włosowatych krwi.

MIEDŹ	kumulacja w organizmie blokowanie procesów enzymatycznych, uszkodzenie cewek nerkowych: - białkomocz, - cukromocz, - mocznica, uszkodzenie wątroby, uszkodzenie mięśnia sercowego, działanie drażniące na błony śluzowe przewodu pokarmowego, działanie drażniące na błony układu oddechowego, miażdżycy, anemia, negatywny wpływ na rozwój psychiczny człowieka, zwłaszcza dzieci: - zahamowanie rozwoju, - stany lękowe, - pobudzenie ruchowe, - zaburzenia wzroku.
MOLIBDEN	kumulacja w wątrobie, nerkach, zębach i kościach.
NIKIEL	działanie rakotwórcze, zmiany mutagenne: - uszkodzenie DNA, uszkodzenie wątroby, specyficzne uszkodzenia skóry: - egzema, - zaczerwienienie, - pęcherze.

N-NITROZOAMINY	działanie rakotwórcze, nowotwory żołądka, zmiany chorobowe w: - wątrobie, - nerkach, - żołądka, - płucach, - zatokach nosowych.
OŁÓW	kumulacja w różnych narządach i kościach, działanie rakotwórcze, działanie mutagenne, blokowanie aktywności wielu enzymów niezbędnych do życia, w tym oddechowych, blokowanie prawidłowego rozwoju komórek, zaburzenia gospodarki wapniowej w komórkach (nadmierne gromadzenie się wapnia), uszkodzenia mięśnia sercowego, uszkodzenia cewek nerkowych: - białkomocz, - cukromocz, - mocznica, uszkodzenia błony śluzowej jamy ustnej - krwawe wybroczyny i zmleczenia, anemia, ołowica, działanie na układ nerwowy: - objawy nerwowe i psychiczne, - obniżenie ilorazu inteligencji, - niepełnosprawność umysłowa i psychiczna, - zmiany w funkcjonowaniu

	<p>centralnego układu nerwowego: zahamowanie rozwoju psychomotorycznego, stany lękowe, pobudzenie ruchowe, - zaburzenia percepcji wzroku, wysoka umieralność noworodków, zahamowanie prawidłowego rozwoju płodu, niedorozwój wewnętrzny płodu i noworodka.</p>
PESTYCYDY	<p>kumulacja w organizmie (chlorowane węglowodory), działanie rakotwórcze, działanie mutagenne, działanie hepatoksyczne - uszkodzenie wątroby, uszkodzenie nerek, ból głowy, bezsenna noc, drażliwość, zaburzenia w koncentracji, mdłości, ból żołądka, osłabienie mięśni, uszkodzenie centralnego układu nerwowego: - zaburzenia w sferze psychiki, - zwolnienie myślenia, - osłabienie pamięci.</p>
PIĘCIOCHLOROFENOL (pentachlorofenol)	<p>kumulowanie się w organizmie, zakłócenia biochemicznych procesów oddychania komórkowego i tworzenia energii w komórkach, uszkodzenia wątroby, uszkodzenia nerek, uszkodzenia skóry - reakcje alergiczne.</p>

PIĘCIOCHLOREK WINYLU	silne działanie rakotwórcze.
PRODUKTY DESTYLACJI ROPY NAFTOWEJ(oleje)	działanie rakotwórcze, utrudnienie wymiany tlenowej w płucach, zmiany zwyrodnieniowe: - płuc, - wątroby, - nerek, aplazja szpiku, podrażnienie skóry, zwyrodnienia przedrakowe i rakowe skóry.
RAD <sup>226</sup>	działanie kancerogenne.
RTEĆ	kumulacja w organizmie, uszkodzenia tkanki mózgowej, zaburzenia psychiczne, zmiany chorobowe układu nerwowego: - drgawki, - brak koordynacji ruchów, - zaburzenia zmysłu czucia, - zaburzenia lub utrata wzroku, - zaburzenia lub utrata słuchu, - uszkodzenie i bolesność wątroby, - uszkodzenie nerek: białkomocz, cukromocz, mocznica, uszkodzenie mięśnia sercowego, poronienia, toksyczne działanie na płód, widoczne po urodzeniu: - zaburzenia rozwoju fizycznego, - upośledzenie umysłowe dziecka, - trudności w nauce, - zaburzenia wzroku, - zaburzenia słuchu, zatrucie chroniczne - rtęć, cica,

	<p>uszkodzenia skóry:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- silne podrażnienia,</li><li>- ostre zapalenie,</li><li>- zmiany we wrażliwości,</li><li>- wysypka,</li><li>- wypadanie włosów.</li></ul>
SELEN	kumulacja w nerkach, wątrobie i mięśniach.
SREBRO	zatrucie chroniczne - srebrzyca.
TRÓJCHLOROETYLEN (trichloroeten)	<p>działanie rakotwórcze, uszkodzenie układu nerwowego:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- działanie narkotyczne,</li><li>- ogólna nerwowość,</li><li>- bóle głowy,</li><li>- rozdrażnienie,</li><li>- złe samopoczucie psychiczne,</li></ul> <p>zaburzenia akcji serca, utrata apetytu, uszkodzenia wątroby</p> <p>uszkodzenia nerek:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- cukromocz,</li></ul> <p>anemia,</p> <p>działanie toksyczne na nerw wzrokowy aż do utraty wzroku,</p> <p>uszkodzenia skóry:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- osuszenie (odtłuszczenie),</li><li>- zapalenie,</li><li>- egzemy.</li></ul>
TWORZYWA SZTUCZNE	działanie rakotwórcze, schorzenia skóry - dermatozy.

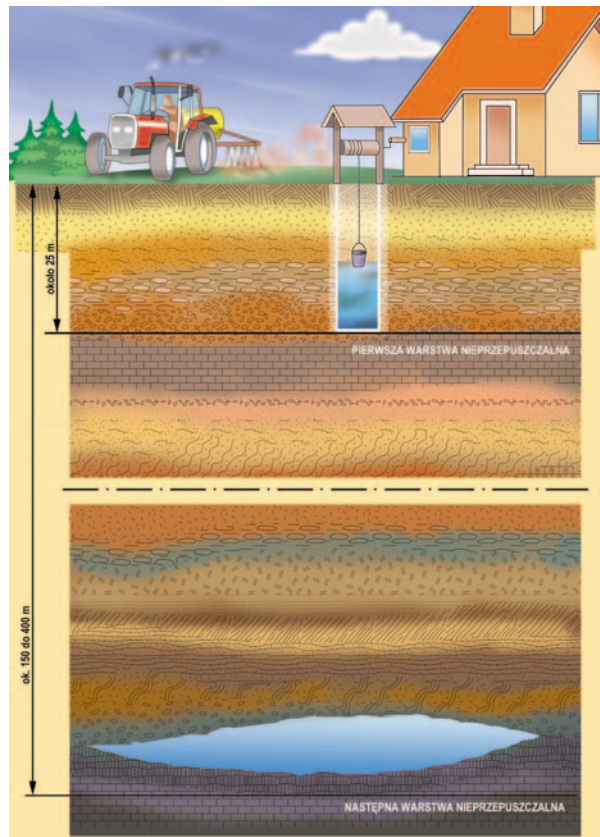
<p>WIELOPIERŚCIENIOWE WĘGLOWODORY AROMATYCZNE (WWA)</p>	<p>kumulacja w organizmie, działanie kancerogenne: - nowotwory: cały przewód pokarmowy (szczególnie żołądek), płuca, działanie mutagenne, uszkodzenia skóry: - zaczerwienienie, - egzemy, - rakowacenie, - nowotwory skóry.</p>
<p>BENZO/A/PIREN (najgroźniejszy przedstawiciel WWA)</p>	<p>kumulacja w organizmie, działanie kancerogenne: - miejscowe: narząd lub tkanka narażone na bezpośrednie działanie, - systemiczne: zagrożenie całego organizmu.</p>
<p>ŻELAZO</p>	<p>choroba Kashin-Becka: - zmiany kostno-stawowe i zaburzenia wzrostu, uszkodzenie ścian naczyń włosowatych.</p>

### 4.3. WODY GŁĘBINOWE

Skorupę ziemską tworzą liczne warstwy geologiczne, które powstawały przez miliony lat. Są to warstwy zbudowane z różnych skał - iłów, łupków, glin, piaskowców, bazaltów itd. Dla nas ważne jest, że warstwy geologiczne zachowują się różnie w stosunku do wody opadowej przesiąkającej w naturalny sposób w głąb ziemi. Niektóre warstwy przepuszczają wodę (gleba, piaski, żwiry, niektóre iły itd.), a inne nie (zbite skały, gliny itd.). To dzięki pierwszej warstwie nieprzepuszczalnej, znajdującej się na głębokości około 25 m, gromadzą się na jej powierzchni **wody gruntowe**, które można czerpać ze studni. Wody gruntowe są bardzo młode, bo są ciągle zasilane opadami atmosferycznymi. Znajdujemy w nich zanieczyszczenia ze ścieków rolniczych (pestycydy, nawozy sztuczne), z szamb, pyłów atmosferycznych, śmietnisk itd..

Kolejne nieprzepuszczalne warstwy geologiczne znajdujemy na dużo większych głębokościach, najczęściej od 150 do 400 m. Na tych warstwach zatrzymały się wody wiele starsze, które należą do **wód głębinowych**. Dla przykładu woda oligoceńska z rejonów Warszawy (oligocen jest jednym z okresów geologicznych w historii tworzenia Ziemi) znajduje się na głębokości od 300 do 350 m, a jej wiek wynosi około 35 milionów lat.

Rys. 25. Wody gruntowe i głębinowe w skorupie ziemskiej.





Podstawową różnicą pomiędzy wodami gruntowymi a głębinowymi jest to, że wody gruntowe bezpośrednio stykają się ze wszelkimi nieczystościami z powierzchni w postaci ścieków i odpadów. Są zatem bardziej skażone w przeciwieństwie do wód głębinowych, które są (jeszcze?!) odizolowane od zanieczyszczeń z powierzchni ziemi. Niestety, wśród wielu posiadaczy studni istnieje przekonanie, że korzystają z wody głębinowej.

Jest oczywiste, iż wody zalegające w różnych skałach skorupy ziemskiej częściowo rozpuszczają je i wzbogacają się w różne minerały. Ilość tych minerałów, a także ich jakość zależą od budowy samej skały. Skały wapienne są łatwo rozpuszczalne, dlatego wody sąsiadujące z nimi zawierają dużo wapnia (twardość wody). Przykładem skał nierozpuszczalnych są granity i bazyalty (wody w Tatrach i Himalajach nie zawierają żadnych minerałów).

Wody głębinowe znajdujemy niemal wszędzie, różna jest tylko ilość i jakość tych wód oraz głębokość ich zalegania w skorupie ziemskiej. Ale nie wszystkie wody głębinowe nadają się do picia, bowiem w większości przypadków są one przemineralizowane. Jeśli woda głębinowa spełni warunki wody mineralnej, to jest rejestrowana i sprzedawana jako mineralna. Jednak bardzo przereklamowane są korzyści zdrowotne wynikające z obecności minerałów w tych wodach. Makro- i mikroelementy w wodzie muszą tworzyć ze sobą odpowiednie proporcje, aby były przyswajane przez ludzki organizm. Nie zapominajmy również, że wody głębinowe często zawierają zbyt dużo minerałów. Z wielu badań wynika, że nawet najbogatsze w minerały wody mineralne nie dają ich więcej, niż 1% tego, co znajdujemy w pożywieniu. Woda nigdy nie była poważnym źródłem makro- i mikroelementów potrzebnych nam do życia.

**NAWET NAJLEPSZE WODY MINERALNE ZAWIERAJĄ TYLKO  
KILKA POTRZEBNYCH DO ŻYCIA PIERWIASTKÓW I TO  
W ZNIKOMYCH ILOŚCIACH W PORÓWNANIU  
Z ICH ZAPOTRZEBOWANIEM**

W Polsce notujemy coraz więcej przypadków skażenia wód głębinowych truciznami z powierzchni ziemi na skutek ich naturalnego przesiąkania w głąb ziemi, a w ostatnich latach wręcz zasysania wód powierzchniowych z powodu intensywnego wydobycia wielu źródeł wód z głębi ziemi.

Wody głębinowe charakteryzują się dobrymi parametrami mikrobiologicznymi. Niska temperatura tych wód, brak dostępu światła słonecznego oraz brak naturalnych pożywek nie sprzyjają rozwojowi drobnoustrojów. Jednak niewłaściwe korzystanie z takiej wody, a szczególnie niewłaściwe przechowywanie prowadzi do szybkiego i znacznego pogorszenia się jej jakości mikrobiologicznej i szkodliwego działania na organizm ludzki. Wody głębinowe bogate w składniki mineralne mogą być dobrym podłożem dla rozwoju drobnoustrojów pochodzących z otoczenia człowieka. Zawartość tlenu w wodzie głębinowej jest niska, ale jej przechowywanie w naczyniach powoduje szybkie nasytanie tlenem umożliwiające wzrost drobnoustrojów tlenowych. Z kolei wyższa na powierzchni niż w głębinach temperatura wody umożliwia rozwój wielu drobnoustrojów mezofilnych, chorobotwórczych dla człowieka.

Do pojemników służących do przenoszenia i przechowywania wody łatwo dostają się, namnażają i uwalniają metabolity licznych gatunków pleśni, z których kilka produkuje **afلاتoksyny**, substancje o wyjątkowo rakotwórczym działaniu. Stopień zanieczyszczenia drobnoustrojami zależy w dużej mierze od materiału, z którego jest wykonany pojemnik, gdyż większość bakterii mezofilnych przywiera z łatwością do powierzchni z tworzyw sztucznych za pomocą specjalnie wytwarzanych substancji śluzowych. W ten sposób na wewnętrznej powierzchni naczynia powstaje **biofilm** złożony z **bakterii i ich metabolitów**. Widzimy więc, że spożywanie wód głębinowych, które wykazują dobre parametry mikrobiologiczne, niesie ze sobą zagrożenie zdrowia wynikające z braku znajomości przestrzegania zasad higieny w trakcie ich pobierania i przechowywania. Sama zawartość pewnych minerałów w tych wodach najczęściej nie stanowi żadnego pożytku dla konsumentów. Jedyną zaletą wód głębinowych jest to, że nie zawierają tyłu zanieczyszczeń (jeszcze!!!), co wody gruntowe lub powierzchniowe.

Z wód głębinowych korzysta obecnie około 2% społeczeństwa polskiego. Najwięcej wypija się ich w Warszawie, gdzie mieszkańcy stolicy dzięki ponad 200 studniom głębinowym sami zaopatrują się w wodę oligocieńską.

**SPOŻYWANIE WÓD GŁĘBINOWYCH NIESIE ZA SOBĄ  
ZAGROŻENIE ZDROWIA WYNIKAJĄCE Z BRAKU  
PRZESTRZEGANIA ZASAD HIGIENY W TRAKCIE  
ICH POBIERANIA I PRZECHOWYWANIA.**

# 5

## **PIERWIASTKI I ZWIĄZKI CHEMICZNE W WODZIE POWIERZCHNIOWEJ I PITNEJ**

Czytelniku, być może zadasz pytanie: o co chodzi z tą chemią w wodzie? Zewsząd słyszy się różne, często sprzeczne ze sobą tezy na ten temat. Naukowcy zajmujący się ochroną środowiska, a ostatnio coraz częściej media i konsumenci krzyczą o zatruciu środowiska naturalnego, o chemii w wodach gruntowych i powierzchniowych, a co za tym idzie w studniach i kranach. Sanepidy i zakłady wodociągowe zaprzeczają tym atakom i broniąc się stwierdzają, że to przeważnie minerały (oczywiście te zdrowe i potrzebne) są w wodzie pitnej. Gdy ktoś zgodnie z tezą Światowej Organizacji Zdrowia twierdzi, że to woda jest głównym winowajcą epidemii raka i innych chorób oraz wysokiej umieralności Polaków, to inni zaprzeczają i twierdzą, że przyczyną takiego stanu rzeczy są stresy i palenie papierosów. Ludzie odpowiedzialni za jakość wody pitnej i ufający bezkrytycznie polskiej normie twierdzą, że woda jest w porządku, jeśli jest przezroczysta i nie wydziela żadnych przykrych zapachów, a tych trochę związków chemicznych, to bagatela. Komu zatem wierzyć, kto mówi prawdę?

Współczesna nauka o chemii notuje około 6 milionów związków chemicznych. Zdecydowana większość powstała w ostatnim wieku w naszych nowoczesnych laboratoriach i fabrykach chemicznych. Z tej ogromnej listy związków chemicznych wyróżnia się ponad 2300 takich, które łatwo i szybko rozpuszczają się w wodzie. We wstępie napisano dosyć dużo, w jaki sposób związki te trafiają do środowiska naturalnego człowieka. Nie zapominajmy, że woda jest najlepszym rozpuszczalnikiem, zatem rozpuszcza wszystko, co tylko spotka na swojej drodze. Wody deszczowe rozpuszczają wszystkie bez wyjątku pestycydy, nawozy sztuczne i naturalne, a wiele innych związków otrzymujemy w ściekach komunalnych oraz przemysłowych już w postaci rozpuszczonej.

Już wiemy, że zakłady wodociągowe nie są w stanie usunąć związków chemicznych z wody, przeciwnie dodają do niej następne i bardzo groźne - **siarczany żelazowo-aluminiowy w procesie koagulacji oraz chlor w dezynfekcji**. Polska norma dotycząca warunków, jakim powinna odpowiadać woda pitna (Załącznik nr 2) **dopuszcza w 1 litrze wody aż 800 mg substancji rozpuszczonych**. Dla porównania w tej samej normie **dopuszcza się tylko 5 mg (160 x mniej!!!) zawiesin**. Skąd taka różnica? Przecież jasne - substancji rozpuszczonych konsument nie jest w stanie rozpoznać w wodzie, natomiast zawiesiny zauważy, ponieważ powodują jej mętnienie. Mętność można łatwo usunąć z wody, natomiast substancje chemiczne - nie. Obecna norma dotycząca wody pitnej jest już trzecią po 1945 r., a każda kolejna norma jest coraz bardziej tolerancyjna co do zawartości różnych trucizn w wodzie, bowiem z roku na rok przybywa ich i nikt nie potrafi temu zapobiegać.

Proponuję przeanalizować obecną normę i zacznijmy od tytułu, w którym rzuca się w oczy słowo „powinna” („...warunki, jakim **powinna** odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarce”). Powinna, czyli wcale nie musi. Oznacza to, że jeśli udowodnisz większą zawartość np. ołowiu w wodzie, niż podane jest w normie, to możesz od odpowiednich władz sanitarnych otrzymać prostą odpowiedź: „Przykro nam, bardzo się staraliśmy, ale nie wyszło”. W tytule widzimy również dwie różne nazwy - „do picia” i „na potrzeby gospodarce”. Tę sprawę wyjaśniliśmy już wcześniej i przypominamy, że tylko 0,3% produkowanej w polskich zakładach wodociągowych wody przeznaczone jest do picia, a pozostałe 99,7% na potrzeby gospodarce.

Widzimy, że powyższa norma nakazuje badać wodę w trzech aspektach:

- 1) **organoleptycznie**, czyli wszystkie te własności wody, które każdy człowiek może zbadać swoimi zmysłami, tj. jej **wygląd, smak i zapach**.
- 2) **fizyczno-chemicznie**, czyli dopuszczalną zawartość wagową wybranych pierwiastków oraz związków chemicznych.
- 3) **bakteriologicznie** - tu obserwuje się szybkość rozwoju pewnych bakterii w wodzie pitnej, aby ustalić, czy dodano do niej odpowiednie ilości chloru.

Zwróćmy uwagę, jak dla ustawodawcy ważny jest wygląd, smak i zapach wody. Cechy, które wcale nie muszą świadczyć o jej złej jakości zdrowotnej. Uzyskanie z mętnej wody rzecznej, czystej i przezroczystej wody nie jest takie trudne, już to poznaliśmy (sedymentacja, koagulacja oraz filtry mechaniczne).

Proszę zwrócić uwagę na punkt 8, który dopuszcza w wodzie pitnej: „Zawiesiny, organizmy wodne martwe i żywe, plamy oleju itp.” w takich ilo-

ściach, aby nie były widoczne w szklanych naczyniach. Czyli zgodnie z dewizą: „Czego oko nie widzi, tego sercu nie żal”.

Obecna norma nakazuje badać wodę na obecność tylko 43 związków chemicznych, podczas gdy w krajach zachodnich liczba badanych substancji przekracza 250. Wśród substancji w ogóle nie badanych w Polsce znajduje się aż 6 związków rakotwórczych.

Od ponad 5 lat specjalne komisje ustawodawcze pracują nad nową, kolejną normą i jedno jest już pewne - w tej nowej normie będzie dopuszczonych 1000 mg substancji rozpuszczonych na 1 litr. Dużo to, czy mało? Odpowiedzmy sobie sami. Otóż z licznych badań i obserwacji wiemy, że wody powierzchniowe I klasy czystości zawierają nie więcej niż 50 mg/l substancji rozpuszczonych. Przy tym wiadomo, że są to wyłącznie substancje naturalne, nieszkodliwe. Gdybyśmy tych wód nie zanieczyszczali, wszystkie rzeki i jeziora pozostałyby w tej najlepszej klasie. Tymczasem w wodach tych pojawiło się około 1000 mg/l nowych związków, pochodzących z różnego rodzaju ścieków i wszystkie te związki przedostają się do wody pitnej. Skoro każdego dnia dorosły człowiek wypija około 2,5 litra wody, to wraz z nią **wypija w ten sposób około 3 gramów substancji chemicznych pochodzących ze ścieków**. W ciągu roku zjada zatem około 1 kilograma różnych związków, w tym przede wszystkim toksycznych i rakotwórczych.

Trudno w to uwierzyć, przecież woda z kranu wygląda często dobrze. Otóż należy podkreślić, że **z ponad 2300 związków chemicznych rozpuszczonych w wodzie aż 97% nie jest wyczuwalne żadnym z ludzkich zmysłów**. Nikt nie wie jak wygląda i jak smakuje w wodzie ołów, rtęć, azotany, azbest, pestycydy i wiele innych substancji. To dlatego tak łatwo udaje się instytucjom odpowiedzialnym za jakość wody przemycać tę „chemię” do naszych kranów, a dalej do żołądków.

Drogi Czytelniku, picie wody skażonej nie boli. Setki pierwiastków i związków chemicznych są spożywane z wodą i dużą ich część organizm człowieka potrafi wydaląć, ale też wiele przyswaja. Już dawno udowodniono, że zbyt duże dawki trucizn w naszym moczu i kale są bezpośrednią przyczyną raka pęcherza moczowego oraz jelita grubego. Niemała część związków w organizmie jest **skumulowana**, przy czym każdy pierwiastek w innym miejscu, najczęściej w nerkach i wątrobie (tabela 2).

Tragedia picia niezdrowej wody polega na tym, że skutki odczuwamy dopiero po wielu latach. Z kolei to, co odczuwamy dzisiaj, może być wynikiem spożywania niezdrowej wody w latach minionych. I właśnie dlatego, że skutki te dają o sobie znać po tak odległym czasie, nikt nie kojarzy ich z wodą.

TABELA 2. Kumulacja prostych pierwiastków w organizmie ludzkim.

Pierwiastek		Tkanki i narządy kumulujące
Glin	Al	mózg, nerki, włosy, płuca, kości
Arsen	As	wątroba, nerki, skóra, włosy, paznokcie
Bor	B	mózg
Bar	Ba	skóra, płuca, kości, zęby
Beryl	Be	kości, zęby, wątroba
Bizmut	Bi	nerki, płuca
Kadm	Cd	kora nerkowa, wątroba, kości
Kobalt	Co	wątroba, nerki
Chrom	Cr	nerki, rdzeń pacierzowy, kości, mięśnie
Miedź	Cu	wątroba, nerki, serce, mózg, jądra
Fluor	F	kości, zęby
Żelazo	Fe	czerwone ciała krwi, wątroba, śledziona, szpik kostny
Rtęć	Hg	nerki, gruczoł tarczowy, przysadka mózgowa
Iryd	Ir	gruczoł tarczowy, ślinianki, mięśnie gałki ocznej
Mangan	Mn	trzustka, wątroba, nerki
Molibden	Mo	wątroba, nerki, zęby, kości
Nikiel	Ni	gruczoły limfatyczne, nerki, kości
Ołów	Pb	kości, aorta, nerki, wątroba, mózg
Rubid	Rb	wątroba, mięśnie
Selen	Se	nerki, wątroba, mięśnie
Krzem	Si	płuca, skóra
Antymon	Sb	nerki, włosy
Cyna	Sn	jądra
Stront	Sr	kości, aorta, jądra, gruczoł krokowy
Tytan	Ti	płuca, skóra
Uran	U	gruczoł tarczowy, nadnercza, kości
Wanad	V	płuca, kości, tkanka tłuszczowa, serce
Wolfram	W	nerki, wątroba, gruczoły limfatyczne
Cynk	Zn	nerki, wątroba, gruczoł krokowy, włosy, paznokcie

# 6

## DOMOWE METODY OCZYSZCZANIA WODY PITNEJ

Konsumenci wody pitnej już od dawna krytycznie patrzą na jej jakość. Oczywiście jedynym dostrzeganym mankamentem jest najczęściej mętność wody spowodowana zawiesinami lub jej niepożądany zapach, wywołany najczęściej chlorem. O istnieniu w wodzie setek innych związków chemicznych statystyczny konsument i tak nic nie wie, ponieważ są niewidoczne, bez smaku i bez zapachu. Coraz częściej odbiorcy wody pitnej sięgają do różnych metod poprawiania jej jakości. Sklepy oferują dziś wiele domowych filtrów zróżnicowanych ze względu na budowę oraz skuteczność. W rozdziale tym opisano najczęściej spotykane metody domowego oczyszczania, a raczej do-czyszczania wody pitnej.

### 6.1. FILTRY MECHANICZNE

**Filtry mechaniczne (inaczej sedymentacyjne)** usuwają z wody wyłącznie części mechaniczne, jak piasek, muł, iły, rdza żelaza itd. Zanieczyszczenia te pochodzą najczęściej z trzech źródeł:

1. Niedokładne oczyszczanie w zakładach wodociągowych.
2. Częste awarie rur wodociągowych.
3. Oddzielanie się kamienia od wewnętrznych powierzchni rur przepływowych.

Dokładność oczyszczania filtrów mechanicznych zależy od materiału wkładów filtrujących oraz od ich porowatości. Najczęściej spotykane w handlu filtry mechaniczne dzieli się według materiału na:

- siatkowe,
- porcelanowe,
- włókninowe,
- sznurkowe.

Domowe filtry mechaniczne dzielimy ponadto według ich przepuszczalności i zastosowania:

- Filtry kuchenne.
- Filtry centralne.

**Filtry kuchenne** są najczęściej nakręcane na wylewkę. Zatrzymują one niegroźne dla zdrowia części mechaniczne, a przepuszczają wszystkie groźne związki chemiczne. Ich wadą jest również szybki rozwój bakterii i wirusów, dla których doskonałą pożywką jest brud gromadzący się na powierzchni filtrów.

**Filtry centralne** (rys. 26) montowane są przy głównym wejściu wody do mieszkania (lub domu) i ich zadaniem jest oczyścić z części mechanicznych całą wodę używaną w domostwie. Tak oczyszczona woda

- zabezpiecza rury domowe przed szybkim zatykaniem się,
- chroni drogie baterie wodne przed szybkim zużyciem,
- poprawia komfort higieny osobistej i prania.

**Uwaga:** centralne filtry mechaniczne nie usuwają rozpuszczonego w wodzie żelaza oraz związków wapnia i magnezu, powodujących tworzenie się kamienia kotłowego (twardość wody).



Rys. 26. Centralne filtry mechaniczne



## 6.2. FILTRY Z WĘGLEM AKTYWNYM

**Węgiel aktywny** jest bardzo popularnym materiałem stosowanym w filtracji wody. Do produkcji węgla aktywnego używa się najczęściej drewna bukowego, ale ostatnio najlepszym surowcem okazały się łupki kokosowe. Surowiec taki prażony jest przy wysokim ciśnieniu do temperatury 600°C. W efekcie otrzymuje się materiał o wyjątkowo dużej porowatości, jednakże nie ta właściwość węgla aktywnego jest wykorzystywana do filtracji wody. Okazuje się, że węgiel aktywny ma właściwości sorbcyjne i redukuje zawartość chloru w wodzie. A ponieważ na brak chloru w wodzie nie narzekamy, a jego zapach bardzo nam dokucza, stąd też nie ma popularność filtrów węglowych. Niestety wszystkie inne związki zawarte w wodzie węgiel aktywny zatrzymuje w minimalnym stopniu albo przepuszcza je całkowicie.

Zaznaczyć należy, że również filtry węglowe są doskonałym miejscem do wylęgania się bakterii, gdyż często gromadzi się w nich brud z wody. Również stary węgiel, który ulegnie rozkładowi i straci swoją aktywność (**lasacja węgla**) jest doskonałym miejscem dla rozwoju bakterii, nawet gdy jest zanurzony w czystej wodzie osmotycznej (postfiltr). Stąd też należy jego wymieniać po 6 miesiącach od momentu pierwszego kontaktu z wodą.

**FILTRY Z WĘGLEM AKTYWNYM REDUKUJĄ JEDYNIĘ  
ZAWARTOŚĆ CHLORU W WODZIE, PRZEPUSZCZAJĄC  
JEDNOCZEŚNIE WSZYSTKIE INNE ZWIĄZKI  
W NIEJ ZAWARTE.**

Domowe filtry z węglem aktywnym dzielimy, podobnie jak mechaniczne, na:

- Filtry kuchenne.
- Filtry centralne.

**Węglowe filtry kuchenne** są najczęściej kombinacją filtrów mechanicznych z węglem aktywnym i są nakręcane na wylewkę kuchenna.

**Filtry centralne z węglem aktywnym** są również uzupełnieniem filtrów mechanicznych (wkłady włókninowe są wypełnione węglem). Dodatkową zaletą tych filtrów jest redukcja chloru w wodzie i jej większa przydatność do higieny osobistej ciała.

Widzimy zatem, że zarówno kuchenne filtry mechaniczne, jak i węglowe nie usuwają z wody tego, co stanowi największe niebezpieczeństwo - związków chemicznych. Poprawiają jedynie pewne właściwości organoleptyczne wody, w tym przypadku mętność (filtry mechaniczne) oraz smak i zapach (filtry węglowe).

Ponieważ kuchenne filtry mechaniczne oraz węglowe poprawiają tylko wygląd i zapach wody pitnej - cechy, które nie mają istotnych efektów zdrowotnych, a jednocześnie przepuszczają wszystkie związki chemiczne w niej rozpuszczone, które są najgroźniejsze, nadano im miano **filtrów psychologicznych**.

**KUCHENNE FILTRY MECHANICZNE I WĘGLOWE SĄ  
FILTRAMI PSYCHOLOGICZNYMI, PONIEWAŻ ZATRZYMUJĄ  
WIDOCZNE I MAŁO GROŹNE ZAWIESINY LUB REDUKUJĄ  
ZAWARTOŚĆ CHLORU, A JEDNOCZEŚNIE PRZEPUSZCZAJĄ  
NIEWIDOCZNE, ALE GROŹNE ZWIĄZKI CHEMICZNE  
ROZPUSZCZONE W WODZIE.**

### 6.3. GOTOWANIE WODY

Niestety, jeszcze wiele gospodyń domowych stosuje długie **gotowanie wody** jako metodę na poprawienie jej jakości. Nie wiedzą jednak, że w ten sposób woda nie będzie lepsza, lecz wręcz odwrotnie. Wodę pobraną zarówno z kranu, jak i ze studni trzeba gotować, bo nawet jeśli była ona zdezynfekowana chlorem w zakładach wodociągowych, nigdy nie ma gwarancji, że nie została ponownie zakażona w rurociągach. Gotowanie ma na celu zniszczenie ewentualnych bakterii i wirusów, jednakże dla zabicia tych drobnoustrojów wystarczy krótko zagotować wodę (dla zabicia muchy nie potrzebna jest armata).

Przypomnijmy sobie z lekcji fizyki, że gotowanie wody polega na jej intensywnym parowaniu. Im dłużej ją gotujemy, tym więcej czystej (!!!) wody ubędzie wraz z parą. Pozbędziemy się czystej wody, bowiem paruje tylko woda i ewentualnie gazy, natomiast wszystkie bez wyjątku związki rozpuszczone pozostaną w niej. Im dłużej gotujemy wodę, tym bardziej zagęszczamy zawarte w niej substancje chemiczne. Jeżeli w czasie gotowania tworzy się na ściankach naczynia kamień, to jego źródłem są wyłącznie związki wapnia

i magnezu. Oba te pierwiastki zaliczane są wprawdzie do pierwiastków życia, jednakże ich wadą jest tworzenie kamienia w rurociągach, kotłach, garnkach, żelazkach itd. Im więcej wapnia i magnezu w wodzie, tym woda jest bardziej twarda. Jeśli kamień otrzymuje rdzawy kolor, to oznacza, że w wodzie znajduje się ponadto żelazo lub mangan.

**GOTOWANIE WODY SŁUŻY TYLKO DO USUWANIA BAKTERII I WIRUSÓW CHOROBOTWÓRCZYCH, KTÓRE MOGĄ SIĘ W NIEJ ZNAJDOWAĆ. IM DŁUŻEJ GOTUJEMY WODĘ, TYM BARDZIEJ ZAGĘSZCZAMY ZAWARTE W NIEJ SUBSTANCJE ROZPUSZCZONE.**

#### 6. 4. MAGNETYZERY

Niektóre związki chemiczne rozpuszczone w wodzie wytrącają się z niej i tworzą w rurach charakterystyczny kamień. Zjawisko jest bardzo uciążliwe, bowiem zarastające rury zatykają się, a piece kotłowe, bojłery, ekspresy do kawy i żelazka zużywają więcej energii. Jeśli jest to kamień spowodowany związkami wapnia i magnezu (związki te wpływają na twardość wody), to można temu przeciwdziałać filtrami chemicznymi (tzw. zmiękczacze), które są opisane w kolejnym rozdziale.

Ale istnieje również inna metoda likwidująca kamień w rurach, dużo prostsza. Otóż, jeśli wodę zawierającą związki tworzące kamień podda się działaniu silnego pola magnetycznego, to okaże się, że kamień taki przestanie się odkładać. Mało tego, namagnetyzowana woda nawet rozpuszcza kamień, który już wcześniej osadził się w rurach. Pole magnetyczne wytwarza się poprzez instalowanie na rurach wodociągowych odpowiednio dopasowanych magnesów lub elektromagnesów, a urządzenia takie nazywa się **magnetyzerami**.

Zwracamy uwagę na fakt, że magnetyzery nie filtrują wody, lecz zupełnie odwrotnie - sprawiają, że „brud”, który wcześniej zatrzymywał się na rurach, teraz w niej pozostaje. Dlatego nie można nazywać ich filtrami do wody. Jeśli ktoś zafunduje sobie magnetyzer, to powinien mieć na uwadze, że chroni co prawda swoje rury, ale jego woda będzie bardziej obciążona chemicznie.

**MAGNETYZERY NIE OCZYSZCZAJĄ WODY, LECZ JĄ BRUDZĄ, PONIEWAŻ OCZYSZCZAJĄ RURY.**

## 6.5. FILTRY CHEMICZNE

**Filtry chemiczne** (inaczej **wymieniacze jonowe** lub **dejonizatory**) są jedynymi stosowanymi w filtracji wody urządzeniami, które chemicznie usuwają z wody pewne pierwiastki. Grupę filtrów chemicznych tworzą praktycznie dwie kategorie:

1. **Odżelaziacze**, których zadaniem jest usuwać lub redukować w wodzie żelazo lub mangan.
2. **Zmiękczacze**, które usuwają z wody wapń i magnez (lub redukują ich ilość), pierwiastki odpowiedzialne za twardość wody.

Żelazo jest wprawdzie jednym z pierwiastków życia, jednakże nadmiar żelaza jest bardzo niepożądany, bowiem sprawia, że:

- Cierpimy na wszelkie choroby układu pokarmowego.
- Po każdym praniu biała bielizna i pościel ma rdzawy kolor.
- Woda brudzi sanitariaty (muszle, wanny itd.).
- Woda ma odpychający wygląd oraz zapach i nie nadaje się do picia.
- Rury, hydrofony i inne urządzenia wodne zarastają rdzą.
- Zużywamy więcej energii z powodu zarośniętych przewodów i uszczelek w piecach i bojlerach.

Również wapń i magnez, pierwiastki powodujące twardość wody, są w wodzie bardzo niekorzystne, mimo że należą do makroelementów niezbędnych do życia. Twarda woda powstała z nadmiaru tych pierwiastków powoduje, że:

- W urządzeniach wodnych i rurach wydziela się kamień i zatyka je.
- Pecie kotłowe i bojlerzy zżerają więcej energii niż potrzeba, ponieważ spirale i powierzchnie grzewcze są izolowane kamieniem.
- Musimy używać większej ilości drogich proszków do prania oraz więcej i płynów do splukiwania naczyń.
- Resztki związków pozostające w wypranej bieliźnie mają kontakt ze skórą, podrażniają ją i musimy kupować drogie kremy dla jej ochrony.
- Musimy nieustannie czyścić płytki, armaturę, umywalki itp. z plam po twardej wodzie.

W odżelaziaczach oraz zmiękczacach wykorzystuje się zjawisko dysocjacji, które jest opisane w dalszej części książki. Wymiana jonowa w tych filtrach polega na wymianie niekorzystnych jonów (żelaza, manganu, wapnia lub magnezu) na jony mniej szkodliwe (najczęściej sodu), pochodzące ze spe-

cyjnie dobranych soli dodawanych do obrabianej wody. Odżelaziacze i zmiękczacze usuwają z wody (lub redukują) wyłącznie wyżej wymienione pierwiastki, a wszystkie inne związki chemiczne zawarte w niej przepuszczają w 100%. Ponieważ woda po przejściu przez te filtry zawiera wszystkie pozostałe związki chemiczne i dodatkowo więcej sodu, stąd często nie nadaje się do picia. Poniższy rysunek pokazuje na przykładzie domu mieszkalnego korzyści płynące z filtra zmiękczającego.



Rys. 27. Zalety miękkiej wody w domu.

Ponieważ zarówno odżelaziacze, jak i zmiękczacze filtrują całą objętość wody wykorzystywanej w gospodarstwie domowym, stąd są montowane przy wejściu głównej rury do tego gospodarstwa.

**ODŻELAZIACZE USUWAJĄ Z WODY TYLKO ŻELAZO I MANGAN, NATOMIAST ZMIĘKCZACZE USUWAJĄ TYLKO WAPŃ I MAGNEZ. WSZYSTKIE POZOSTAŁE ZWIĄZKI CHEMICZNE ZAWARTE W WODZIE PRZECHODZĄ PRZEZ TE FILTRY.**



# 7

## MINERAŁY W WODZIE

### 7. 1. CO TO SĄ MINERAŁY?

Ponad 2500 różnych **minerałów** występuje w przyrodzie, z czego 300 powszechnie. Z tych minerałów zbudowane są różne skały, które tworzą skorupę ziemską. Minerały, jak każdy związek chemiczny, zawierają różne pierwiastki, a wśród nich jest kilka takich, które w życiu ludzi, zwierząt oraz roślin pełnią ważne funkcje. Są to pierwiastki, bez których nie istniałoby życie, dlatego nazywa się je **pierwiastkami życia**. Do nich zalicza się:

- |           |              |            |
|-----------|--------------|------------|
| 1. WAPŃ   | 9. MANGAN    | 16. NIKIEL |
| 2. POTAS  | 10. CHROM    | 17. KOBALT |
| 3. SÓD    | 11. SIARKA   | 18. KRZEM  |
| 4. MAGNEZ | 12. JOD      | 19. FLUOR  |
| 5. FOSFOR | 13. WANAD    | 20. SELEN  |
| 6. ŻELAZO | 14. CHLOR    | 21. BOR    |
| 7. CYNK   | 15. MOLIBDEN | 22. ARSEN  |
| 8. MIEDŹ  |              |            |

Pierwiastki te są tak samo ważne w życiu człowieka jak woda, tlen, tłuszcze, białko, witaminy i dzieli się na **makro-** i **mikroelementy**. Makroelementy to te, których człowiek spożywa więcej i które w większych ilościach znajdują się w jego organizmie. Zalicza się do nich wapń, sód, potas, żelazo, magnez, siarkę i fosfor. Pozostałe pierwiastki życia spożywane są w mniejszych ilościach i zapotrzebowanie na nie jest również dużo mniejsze, dlatego zaliczane są do mikroelementów.

Skąd czerpiemy te pierwiastki? Otóż wszystkie potrzebne nam do życia pierwiastki mineralne czerpiemy z pożywienia. Wody, nawet te mineralne, dostarczają nam tylko kilka pierwiastków życia i to w ilościach stanowiących znikomą część ich zapotrzebowania. W tabeli 3 podano, jakie jest dzienne

zapotrzebowanie dorosłego człowieka na poszczególne pierwiastki życia oraz w jakim pożywieniu możemy je znaleźć.

TABELA 3. Zawartość pierwiastków życia w pożywieniu.

Pierwiastek życia	Zapotrzebowanie dzienne	Średnie dzienne spożycie poprzez wodę pitną	Główne źródła spożycia	Zawartość w 100 g pożywienia
<b>WAPŃ</b>	500- 1 000 mg	100 mg	ser twardy orzechy warzywa mąka mleko jajka zboże owoce	1 200 mg 250 mg 150 mg 140 mg 120 mg 80 mg 60 mg 60 mg
<b>POTAS</b>	Nie ma zaleceń dziennej racji. Porcję 2.000-6.000 mg uważa się za normalną.	Występuje w wodzie w śladowych ilościach.	mąka sojowa suche owoce otręby pszenne ziemniaki orzechy musli jaja sery herbata indyjska kawa prażona kakao	1 600-2 000 mg 700-1 900 mg 1 160 mg 1 020 mg 350-950 mg 100-600 mg 140 mg 100-190 mg 2 160 mg 2 020 mg 1 500 mg
<b>SÓD</b>	Nie ma zaleceń dziennej racji. Spożycie od 1.000 do 3.000 mg dziennie uważa się za wystarczające.	Występuje w wodzie w śladowych ilościach	Najbardziej znaną formą sodu jest sól kuchenna. Spożycie soli wynosi 2.000-12.000 mg dziennie. Wielu lekarzy zaleca spożycie max. 3.000 mg na dzień.	
<b>MAGNEZ</b>	220-400 mg	Występuje w wodzie w śladowych ilościach	ziarno sojowe orzechy mąka pszenna ryż owoce suszone warzywa banany	310 mg 250 mg 140 mg 120 mg 80 mg 60 mg 40 mg



Pierwiastek życia	Zapotrzebowanie dienne	Średnie dzienne spożycie poprzez wodę pitną	Główne źródła spożycia	Zawartość w 100 g pożywienia
<b>ŻELAZO</b>	8-28 mg	występuje w wodzie w śladowych ilościach	otręby pszenne kakao mąka sojowa owoce suszone zboże czerwona fasola	12,9 mg 10,5 mg 8,0 mg 5,8 mg 4,1 mg 2,5 mg
<b>CYNK</b>	8-16 mg	—	drożdże piwne ser twardy chleb wielozbożowy jaja owoce strączkowe	7,8 mg 4,0 mg 2,0 mg 1,5 mg 1,0 mg
<b>MIEDŹ</b>	1-2,5 mg	—	drożdże piwne oliwki orzechy owoce strączkowe owoce suszone	3,3 mg 1,6 mg 1,4 mg 0,8 mg 0,3 mg
<b>MANGAN</b>	zaleca się 2-5 mg	—	zboże orzechy owoce strączkowe zielona sałata	4,9 mg 3,5 mg 2,0 mg 0,8 mg
<b>CHROM</b>	Nie ma zaleceń odnośnie dziennego spożycia, 0,05-0,2 mg uznaje się za wystarczające.	—	żółtko drożdże piwne ser twardy soki owocowe miód warzywa owoce	0,18 mg 0,12 mg 0,06 mg 0,05 mg 0,03 mg 0,02 mg 0,01 mg
<b>FOSFOR</b>	Nie ma zaleceń odnośnie dziennego spożycia. Za normalne uważa się konsumpcję 240 - 1 200 mg dziennie (zależnie od wieku).	—	drożdże piwne mleko w proszku ser twardy orzechy zboże jaja jogurt	1 900 mg 950 mg 520 mg 370 mg 290 mg 130 mg 140 mg
<b>SIARKA</b>	800 mg	—	orzechy czosnek ser jaja owoce strączkowe	150-380 mg 370 mg 200-330 mg 180 mg 120 mg

Pierwiastek życia	Zapotrzebowanie dzienne	Średnie dzienne spożycie poprzez wodę pitną	Główne źródła spożycia	Zawartość w 100 g pożywienia
<b>WANAD</b>	0,1-0,3 mg	—	pietruszką rzodkiewka koperek sałata truskawki ogórki jabłka	3,0 mg 0,8 mg 0,5 mg 0,3 mg 0,07 mg 0,04 mg 0,03 mg
<b>CHLOR</b>	nie ma zaleceń odnośnie dziennej racji	Nadmiar chloru w wodzie spowodowany dezynfekcją.	Naturalnym źródłem chloru jest sól kuchenna. Spożywając odpowiednie dawki otrzymuje się automatycznie wystarczającą dawkę chloru.	
<b>MOLIBDEN</b>	ok. 0,5 mg	—	gryka fasola ziarno pszenicy ziarno sojowe ziarno zbożowe jajka kakao warzywa owoce	0,5 mg 0,35 mg 0,20 mg 0,20 mg 0,09 mg 0,05 mg 0,05 mg 0,03 mg 0,02 mg
<b>NIKIEL</b>	niedostatecznie zbadane	—	niedostatecznie zbadane	—
<b>KOBALT</b>	ok. 0,001 mg	—	małże wątróbka warzywa	0,225 mg 0,015 mg 0,02-0,06 mg
<b>KRZEM</b>	nie ma zaleceń odnośnie dziennej racji	—	ziele skrzypu rzodkiew	0,005 mg 0,01 mg
<b>FLUOR</b>	nie ma zaleceń odnośnie dziennej racji	—	herbata pszenica	0,01 mg 0,02 mg
<b>SELEN</b>	ok. 0,01 mg	—	drożdże kukurydza czosnek jęczmień	0,05 mg 0,05 mg 0,02 mg 0,01 mg

Jak już wspomniano, pierwiastki życia mogą również pojawić się w wodzie pitnej, przy czym ich obecność w niej jest zupełnie przypadkowa i niekontrolowana. Otóż woda z opadów atmosferycznych rozpuszcza w skorupie ziemskiej skały, a wraz z nimi różne minerały, które mogą zawierać pierwiastki życia. Dlatego też potocznie mówi się o pierwiastkach życia - minerały, a o wodach zawierających je - wody mineralne. Nie zapominajmy jednak, że wody opadowe wypływają ze skał nie tylko pierwiastki życia, ale także wiele innych minerałów, najczęściej obojętnych i również szkodliwych. Do szkodliwych pierwiastków, których nadmiar w wodzie jest zagrożeniem dla zdrowia, należą: wapń, magnez, żelazo, mangan, siarka, fluor i arsen. Medycyna już dawno dowiodła szkodliwości wody zbyt twardej, czyli zawierającej nadmiar wapnia i magnezu. W Polsce istnieją źródła wody z nadmiarem fluoru, siarki i arsenu.

W ostatnich latach obserwujemy dużo dyskusji wokół minerałów (będziemy dalej używać tej potocznej nazwy). Rozdmuchana reklama zachęca nas do kupowania wód mineralnych, apteki oferują ogromny wybór tabletek z minerałami. Jednakże w historii życia biologicznego na globie ziemskim nigdy nie było problemu z brakiem minerałów. Nie było, nie ma i na to nie zanoszą się. Brakuje nam czystej wody (wszystkie bez wyjątku ścieki dostają się do wód gruntowych i powierzchniowych), może brakować tlenu (istnieją tak zadymione fabrykami i motoryzacją miejsca na świecie, że trudno tam o tlen), musimy dobrze dobierać potrawy pod względem witamin, które nie znajdują się w każdym pożywieniu, ale minerały są po prostu wszędzie. Czytelniku, czy znasz kogoś, kto cierpi z powodu braku minerałów? Medycyna nigdy wcześniej ani obecnie nie notowała takiego problemu.

Na całym świecie z roku na rok przybywa zwolenników picia czystej wody, na Zachodzie współczesne kręgi medyczne już dawno udowodniły zalety takiego postępowania. Tymczasem w Polsce nie brakuje przeciwników czystej wody, z powodu mniejszej ilości minerałów. Jak dotychczas historia biologii i medycyny nie zanotowała nigdzie ani jednego przypadku, aby komuś zaszkodziła czysta woda. Weźmy za przykład Eskimosów - przecież piją absolutnie czystą wodę przez całe życie. A skąd czerpią minerały - tylko z ryb, ewentualnie z mięsa foki albo renifera. Czy słyszałeś kiedyś Czytelniku, aby Eskimosi jedli jabłka, marchewkę, pomarańcze lub banany?

Świat nauki od wielu lat z fascynacją obserwuje życie Hunzów i innych podobnych im plemion żyjących w Himalajach. Plemiona te żyją całkowicie odcięte od cywilizacji, żywią się mięsem złowionej zwierzyny i tamtejszą

roślinnością. Ale piją wodę absolutnie czystą, bo spływa ona z wysokich lodowców po nierozpuszczalnych skałach. Średnia wieku tych ludzi (podkreślam średnia!) przekracza 100 lat. Nikt oczywiście nie twierdzi, że taką długą żywotność zawdzięczają Hunzowie czystej wodzie, ale mamy kolejny dowód na to, że woda taka nie szkodzi. Woda pitna nigdy nie była głównym dostarczycielem pierwiastków życia, podobnie jak nigdy nie była głównym źródłem witamin, tłuszczów, białka, węglowodanów itd.

**WODA NIGDY NIE BYŁA GŁÓWNYM ŹRÓDŁEM  
PIERWIASTKÓW ŻYCIA,  
PONIEWAŻ CAŁKOWITE ZAPOTRZEBOWANIE NA NIE  
ZNAJDUJE SIĘ W POŻYWIENIU.**

## 7. 2. STARE I NOWE WODY MINERALNE W POLSCE

**Wody mineralne** są wodami pitnymi o szczególnie wysokiej zawartości pierwiastków życia. W Polsce znajdują się na dużych głębokościach, gdzie nie ma dostępu zanieczyszczeń z powierzchni i mają wiek mierzony w milionach lat. Jednak nie każda woda wydobywana z głębin Ziemi może być wodą mineralną. W większości państw (również w Polsce do 1996 r.) woda mineralna musi spełniać dwa warunki:

1. **Warunek ilościowy** -w 1 litrze musi znajdować się minimum 1000 mg makro- lub mikroelementów.
2. **Warunek jakościowy** - pierwiastki życia muszą tworzyć ze sobą odpowiednie proporcje, które są istotne w procesie ich przyswajania przez organizm człowieka.

Oba te warunki spełnia w Polsce 28 źródeł (tylko!!!) wód głębinowych. Nie będziemy w tym opracowaniu przytaczać tezy wielu naukowców i lekarzy współczesnej generacji, którzy udowadniają, że minerały zawarte w wodach mają postać słabo przyswajalną przez człowieka. Inną postać, niż te zawarte w pożywieniu. Ta nowa szkoła w kwestii minerałów w wodzie nie wszędzie jeszcze zdobyła zrozumienie, a już z pewnością nie w Polsce. Zatem zgódźmy się jeszcze z tezą, że minerały znajdujące się w wodzie, zwłaszcza w wodzie mineralnej, są cenne.

Wyjaśnijmy teraz słowa „stara” i „nowa” zawarte w tytule niniejszego podrozdziału. Otóż od 1996 r. w Polsce zaczęto sprzedawać wody mineralne, które nie zawsze pochodzą ze źródeł głębinowych, o czym rzadko wiedzą ich konsumenci. Bowiern począwszy od 1996 r. obowiązuje w Polsce nowa norma, która dzieli wody mineralne na:

- **niskozmineralizowane**, o mineralizacji poniżej 500 mg/l,
- **średniozmineralizowane**, o mineralizacji od 500 mg/l do 1500 mg/l,
- **wysokozmineralizowane**, o mineralizacji powyżej 1500 mg/l.

Zatem już niewielka ilość związków mineralnych w wodzie pozwala jej nazywać się mineralną, a takich wód nie brakuje nam w okolicznych stawach lub studniach gruntowych. Proszę zauważyć, że zgodnie z obecnie obowiązującą normą każda woda kranowa oraz studzienna w Polsce jest napewno mineralna - w najgorszym wypadku niskozmineralizowana. W świetle obowiązującego prawa właściciel stawu lub studni gruntowej, w której woda spełnia pozostałe warunki wody pitnej, czyli:

- nie jest mętna (łatwo ją usunąć),
- nie przekracza dopuszczalnych ilości ołowiu, azotanów, pestycydów i innych związków określonych w normie wody pitnej,
- nie zawiera bakterii (proste do usunięcia filtrami UV), może sprzedawać ją jako mineralną. Informujemy więc, że z tej możliwości korzysta w Polsce tysiące producentów, przy czym, co jest zrozumiałe i oczywiste, nie przyznają się nigdy do pochodzenia takiej wody. W marcu 2000 r. było zarejestrowanych w Polsce 1260 wód mineralnych, a do roku 1996 mieliśmy ich tylko 28.

Najdziwniejsze jest to, że również wody, które pochodzą z wyżej wspomnianych 28 źródeł i zawierają dużo minerałów, oferowane są w handlu z dużo uboższym składem (przecież ustawodawca nie żąda już 1000 mg w litrze). Dzisiaj większość producentów wód mineralnych z tych starych źródeł miesza je z innymi wodami, najczęściej kranowymi, i wcale nie popełnia w ten sposób przestępstwa - tak rozcieńczona woda mineralna spełnia oczywiście warunki nowej normy. Ale nie liczymy na to, że producenci ci będą umieszczać informacje na butelkach: „Uwaga, mieszane z kranówką”.

Drogi Czytelniku, jeśli weźmiesz do ręki jakąkolwiek wodę mineralną, proponujemy, abyś przyjrzał się jej zawartości. Dokonasz wtedy ciekawego odkrycia, które pozwoli Ci oszczędzić ogromne ilości pieniędzy, które mógłbyś niepotrzebnie wydać na te wody przez resztę swojego życia. Producenci wód mineralnych mają ustawowy obowiązek wymienić na etykiecie zawar-

tość i ilość pierwiastków życia. Będą one zawsze podane w postaci jonowej (aniony oraz kationy), gdyż pochodzą z dysocjacji soli w wodzie (opisano w rozdziale 11). Studiując etykiety wód mineralnych, zwróć Czytelniku szczególną uwagę na dwie informacje:

1. Na butelkach prawie wszystkich wód mineralnych wymieniane są 4, a bardzo rzadko 5 pierwiastków życia i są to najczęściej wapń, sód, potas i magnez, czasami żelazo, mangan lub fluor. A gdzie pozostałe, przecież potrzebujemy do życia 22 pierwiastki.
2. Przyjrzyjmy się dokładnie pierwiastkom oferowanym nam w tych rozreklamowanych wodach oraz ich ilościom:

**Wapń** - występuje w wodach mineralnych w ilości średnio 100 mg/litr. Owszem niemało, skoro potrzebujemy jego dziennie średnio 800 mg (dziennie zapotrzebowanie na poszczególne pierwiastki podajemy w tabeli 3). Ale warto zastanowić się, czy znamy kogoś, komu brakuje wapnia? Wapń jest przecież podstawowym budulcem każdego pożywienia, nie tylko mleka czy sera i spożywamy go kilka - lub kilkanaście razy więcej niż potrzeba.

**Sód** - jego zawartość w wodach mineralnych rzadko przekracza ilość 10 mg/litr. Dużo to, czy mało? Raczej mało, skoro jego dzienne zapotrzebowanie wynosi około 2000 mg. Przypominamy również, że lekarze przestrzegają nas dzisiaj przed nadmiernym spożywaniem soli, której składnikiem jest sód (sól kuchenna to chlorek sodu -NaCl). Z licznych badań wynika, że spożycie sodu w społeczeństwie polskim jest dwa do trzech razy większe, niż jego zapotrzebowanie, a nadmierne spożycie tego pierwiastka powoduje niekorzystne dla zdrowia skutki uboczne, jak:

- podwyższone ciśnienie tętnicze krwi,
- podwyższone stężenie cholesterolu,
- dolegliwości nerek i wątroby,
- zmęczenie,
- cukrzyca,
- nadmierne wysuszenie skóry, szczególnie widoczne na twarzy i szyi.

**Potas** - z tym pierwiastkiem jest podobnie jak z sodem - rzadko jest jego w wodzie więcej niż 10 mg/litr, a potrzebujemy jego dziennie około 4000 mg (!!!). Natomiast nigdy nie brakowało go w pożywieniu.

Czy wierzyć teraz, że woda mineralna jest poważnym źródłem sodu, potasu, ale także wapnia?

**Magnez** - ten pierwiastek jest ostatnio modny. Ale nie brakuje produktów spożywczych, w których jest jego pod dostatkiem. A ile mamy go

w wodach mineralnych? Otóż nie jest on składnikiem każdej z tych wód, a jeśli już jest, to w ilościach od 10 do 30 mg na litr. Jego codzienne zapotrzebowanie wynosi ponad 300 mg.

Czy zgodzisz się teraz z twierdzeniem, że dobrodziejstwa wód mineralnych, to tylko mity. Mity, których rozpowszechnianie producentom tych wód bardzo się opłaca, skoro za 3 litry wody mineralnej płaci się dzisiaj tyle, ile za 1 litr benzyny. A przecież wiesz, jakie są koszty wydobycia i transportu ropy naftowej oraz produkcji benzyny w porównaniu z kosztami „wydobycia” i „produkcji” wody „mineralnej”.



Rys. 28. Wody kupowane w sklepach nie są tanie.

Przez miliony lat istnienia życia na globie ziemskim ludzkość nie miała dostępu do wód mineralnych i nie wiedziała w ogóle o ich istnieniu. Przez miliony lat nie było na ziemi nigdy problemu braku minerałów w pożywieniu. Pierwsze wody mineralne (te „stare”) odkryto w Polsce przed 200 laty, a do momentu ich odkrycia nikt na świecie nie cierpiał z powodu braku minerałów. Skoro dzisiejsi lekarze przestrzegają nas konsumentów, że jemy za dużo cukru, soli, tłuszczów oraz jemy w ogóle za dużo, to zrozumiałe jest i oczywiste, że również minerałów spożywamy więcej, niż to jest potrzebne.

Jeżeli słyszymy często, że w wodzie pitnej muszą znajdować się minerały, to uzasadnione jest pytanie: „jakie i ile?”. Tymczasem w żadnym państwie świata nie stworzono dotąd normy, która wskazywałaby wymaganą ilość poszczególnych pierwiastków życia w wodzie pitnej. Takiej normy nie ma i nie będzie z prostej przyczyny - bowiem nie ma potrzeby szukania tych pierwiastków w wodzie pitnej.

### 7.3. JAKĄ ZATEM PIĆ WODĘ?

Woda z kranu nie nadaje się absolutnie do picia. Wody studzienne są najczęściej (80%) niedopuszczone do konsumpcji. Ci szczęśliwcy, którzy mają dostęp do wód głębinowych, nie dostają do picia tak dobrej wody, jak się ich zapewnia. Również drogie wody mineralne i inne kupowane w sklepach nie są tak idealne, jak wynika to z reklamy. Zalegające głęboko pod powierzchnią ziemi źródła tych wód nie są przecież niewyczerpalne. Powstająca w głębi ziemi pustka powodowana wydobyciem na powierzchnię wód głębinowych jest natychmiast wypełniana innymi wodami zasasywanymi z góry (zatrute wody powierzchniowe). Postępujący w ten sposób proces degradacji cennych źródeł wód głębinowych przebiega od wielu lat w ogromnym tempie, bowiem nigdy dotąd nie wydobywano w Polsce tak dużych ilości tych wód.

Skąd zatem brać dobrą, zdrową i bezpieczną wodę do picia? Na szczęście jest rozwiązanie. Wiemy dobrze, że potrzeba jest matką wynalazków i konieczność poszukiwania nowych źródeł czystej wody do picia zmusza wielu naukowców na całym świecie do wytężonej pracy.

Wśród metod, które w ostatnich latach nabrały największego znaczenia w sektorze filtracji wody znalazła się **osmoza odwrócona**. Proces ten jest odwróceniem **osmozy naturalnej**, która ma miejsce w biologii. Polega ona na dostarczaniu komórkom czystej wody, która ma zapewnić żywym tkankom wytrzymałość i sprężystość. Proces osmozy naturalnej odbywa się dzięki istnieniu tzw. **blon półprzepuszczalnych**, z których zbudowane są komórki ludzi, zwierząt oraz roślin. Błony te potrafią z roztworu otaczającego komórkę (woda zewnątrzkomórkowa) przepuszczać do jej wnętrza tylko czystą wodę.

Błony półprzepuszczalne istniejące w biologii potrafimy dziś wytwarzać sztucznie i wykorzystywać do oczyszczania wody pitnej. W technice filtracyjnej błony te noszą miano **membran** i są coraz powszechniej stosowa-



ne na całym świecie. Domowe aparaty działające na zasadzie osmozy odwróconej pojawiły się po raz pierwszy w Stanach Zjednoczonych w 1965 roku, a w Polsce rozpoczęto ich sprzedaż w roku 1992. Popularność tych urządzeń w naszym kraju wzrasta z każdym rokiem, a przy okazji ich sprzedaży konsumenci wody pitnej w Polsce dowiadują się prawdy o niej. Prawdy, która przez długie lata była w Polsce ukrywana.

 <p><b>Pić nadal wodę kranową lub studzienną...</b></p>	 <p><b>Kupować drogie wody w sklepach...</b></p>	 <p><b>Posiadać pod ręką domową stację uzdatniania z WODĄ 10 RAZY!!! tańszą niż ta w sklepach</b></p>
--	---	---

Rys. 29. Mamy do wyboru...

**DZISIAJ NIE MUSIMY WYBIERAĆ POMIĘDZY WODĄ KRANOWĄ CZY STUDZIENNĄ A DROGĄ WODĄ ZE SKLEPÓW. MOŻEMY WYBRAĆ TYLKO JEDNO ROZWIĄZANIE - DOMOWĄ STACJĘ OCZYSZCZANIA WODY NA ZASADZIE OSMOZY ODWRÓCONEJ**

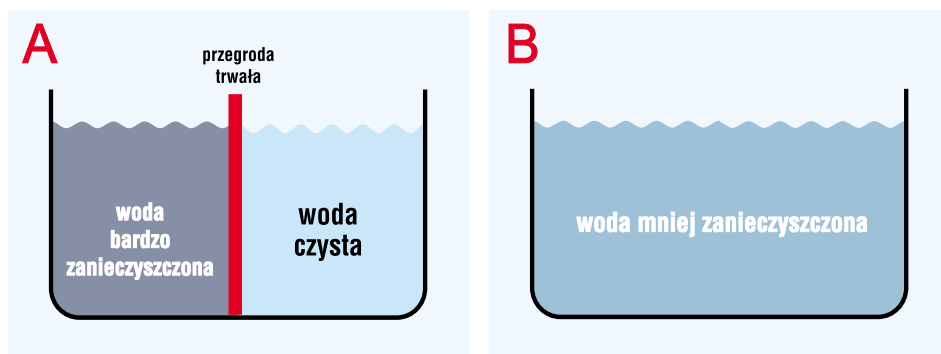


# 8

## OSMOZA NATURALNA I ODWRÓCONA

### 8.1. OSMOZA NATURALNA

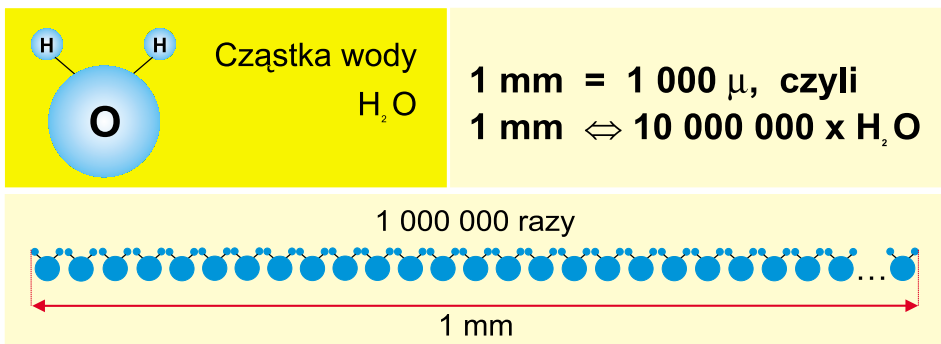
Aby wytłumaczyć na czym polega osmoza naturalna przypomnijmy sobie najpierw inne zjawisko, z którym mamy na co dzień do czynienia - **dyfuzja**. Polega ona na samoistnym wymieszaniu się dwóch różnych roztworów, bez żadnej ingerencji z zewnątrz. Przyjrzyjmy się temu zjawisku na rysunku 30.



Rys. 30. Jak działa dyfuzja

W naczyniu **A** mamy dwa różnie stężone roztwory wodne - wodę zanieczyszczoną i wodę czystą. Roztwory te są w początkowej fazie skutecznie oddzielone przegrodą, np. ze szkła. Wiemy dobrze, że po wyjęciu z naczynia tej przegrody, oba roztwory wymieszają się ze sobą bez potrzeby naszej pomocy z zewnątrz (naczynie **B**). Jeśli dla przykładu wlejemy do szklanki wody odrobinę atramentu, to dzięki dyfuzji oba te płyny wymieszają się ze sobą samoistnie.

Zanim przejdziemy do opisu osmozy naturalnej, pokazać należy jak wygląda **blona półprzepuszczalna**, z której zbudowane są na przykład komórki ludzkie albo **membrany**, wytwarzane dzisiaj sztucznie. Otóż błony te mają bardzo porowatą strukturę (sito molekularne), a bardzo ważna jest wielkość tych por, która jest zbliżona do wielkości cząstki wody i wynosi około 0,0001 mikrometra ( $\mu$ ). Dużo to czy mało? Przypominam zatem, że 1 mm ma długość 1000 razy większą od 1 mikrometra, co oznacza, że na jego długości możemy ustawić obok siebie 10.000.000 cząstek wody (rys. 31).



Rys. 31. Jak mała jest cząstka wody

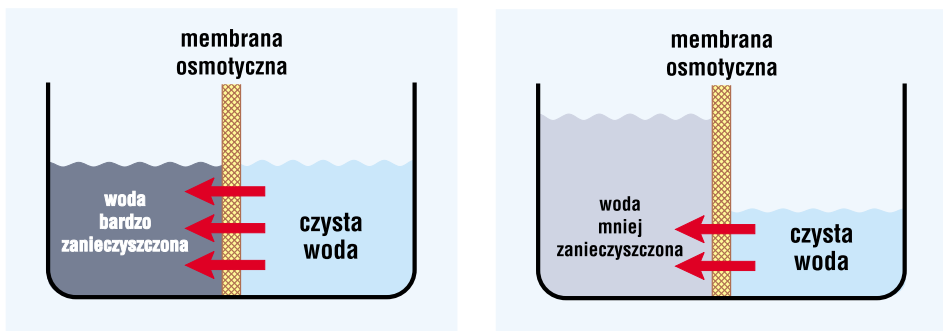


Jeśli cząstkę wody (lub porę membrany osmotycznej) porównamy ze średniej wielkości bakterią, która mierzy 0,5 mikrometra, to okaże się, że jest ona od cząstki wody 5.000 razy większa (rys. 32).

Rys. 32. Porównanie pory membrany osmotycznej z bakterią i wirusem.

Pamiętamy z lekcji chemii, że w przyrodzie istnieje ponad 100 pierwiastków, z których zbudowane są przeróżne związki chemiczne. Z kolei z tychże związków zbudowane jest wszystko co nas otacza; skały tworzące skorupę ziemską, zwierzęta i rośliny, żywność, paliwa energetyczne, całe miasta itd., itp. Wśród tych związków chemicznych najwięcej jest takich, których nie znaleźliśmy nigdy wcześniej i które w niepohamowanym tempie trafiają również do wód gruntowych, powierzchniowych oraz pitnych. Pierwiastki chemiczne są poukładane w logiczny sposób (według ich ciężaru) w znanej nam ze szkoły tablicy Mendelejewa. Czy pamiętamy zatem, że najmniejszy pierwiastek jaki znamy w chemii i przyrodzie, to wodór o symbolu H? Jest on pierwszym pierwiastkiem otwierającym tablicę Mendelejewa, a nie daleko od niego znajduje się tlen o symbolu O. Ponieważ oba te pierwiastki są wyjątkowo małe, stąd również cząstka wody  $H_2O$  zbudowana z dwóch wodorów oraz jednego tlenu, jest także jedną z mniejszych cząstek z jakimi mamy do czynienia (dla przykładu atom ołowiu jest od niej 15 razy cięższy). Stąd też zdecydowana większość rozpuszczonych w wodzie związków, które dostają się do niej z przeróżnych ścieków, są od cząstki wody zdecydowanie większe. Wyjątek stanowią proste i małe pierwiastki pochodzące z rozpuszczania skał mineralnych w przyrodzie: sód, potas, magnez i wapń.

Powróćmy teraz ponownie do naszego naczynia z rysunku 30, w którym mamy dwa różnie stężone roztwory wodne - woda zanieczyszczona i czysta. Teraz oba te roztwory rozdzielimy inną przegrodą niż wcześniej, a mianowicie membraną osmotyczną (rys. 33). Otóż okazuje się, że również w takim przypadku pojawiają się pewne siły, które zmierzają ku temu, aby oba roztwory wymieszać ze sobą mimo przedzielającej je membrany osmo-



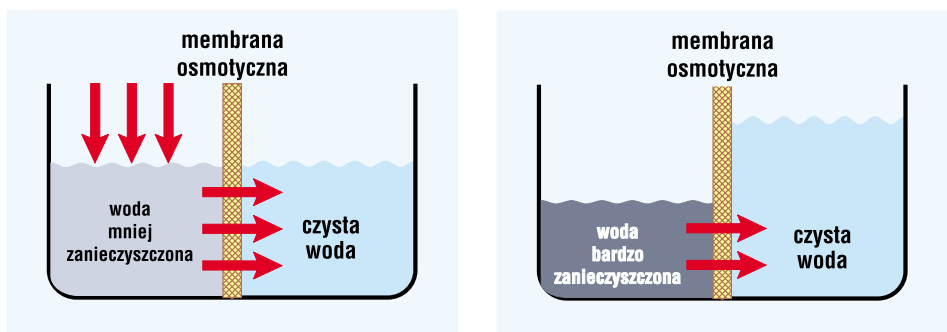
Rys. 33. Jak działa osmoza naturalna.

tycznej. Ale ponieważ związki chemiczne rozpuszczone w wodzie zanieczyszczonej są zdecydowanie większe od por membrany i mają znikomą szansę przecisnąć się przez nią, dlatego cząstki tworzące wodę czystą rozpoczną wędrówkę do wody zanieczyszczonej. Finał będzie taki, że woda bardzo zanieczyszczona zostanie rozrzedzona wodą czystą, której ubędzie.

Osmoza naturalna jest bardzo ważnym procesem w życiu ludzi, zwierząt i roślin. Dzięki osmozie następuje wymiana wody wewnątrz- i zewnątrzkomórkowej, która doprowadza do wyrównania ich stężeń. To błony osmotyczne w korzeniach roślin powodują, że mogą one „zasysać” wodę z gruntu do ich wnętrza. Bez osmozy nie istniałoby życie biologiczne na kuli ziemskiej.

## 8.2. OSMOZA ODWRÓCONA

Osmoza naturalna polega na przenikaniu przez błonę osmotyczną wody czystej do wody zanieczyszczonej. Stąd nie może znaleźć zastosowania w filtracji wody. Okazuje się jednak, że jeśli po stronie wody zanieczyszczonej przyłożymy odpowiednio duże ciśnienie, wówczas proces osmozy naturalnej można odwrócić; wodę zawartą w roztworze zanieczyszczonym można przecisnąć do wody czystej. Proces taki, nazywany **osmozą odwróconą**, znajduje coraz szersze zastosowanie w filtracji wody pitnej (rys. 34).



Rys. 34. Jak działa osmoza odwrócona.

Błony osmotyczne wytwarzane na wzór naturalnych noszą w technice miano membran osmotycznych i są produkowane wyłącznie w USA. Mem-

brany te są głównym elementem w urządzeniach osmotycznych do oczyszczania wody pitnej.

Urządzenia osmotyczne mają różną wielkość oraz zastosowanie. Domy, coraz bardziej popularne na całym świecie, mają wydajność od 1 do 100 litrów na godzinę. Metoda osmozy odwróconej znalazła już powszechne zastosowanie w szpitalach, hotelach, w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym itd..

Wydarzeniem spektakularnym jest zastosowanie urządzeń osmotycznych na statkach kosmicznych, gdzie każdy roztwór wodny (również ścieki) przywraca się do obiegu celem odzyskania wody czystej oraz na statkach podwodnych, gdzie surowcem do pozyskania wody pitnej stała się słona woda z oceanu. Wcześniej statki te zmuszone były zabierać w długie rejsy ogromne zapasy wody pitnej. W dużych fabrykach z agregatami osmotycznymi produkuje się wodę pitną dla wielu miast na Bliskim Wschodzie, w Japonii i USA. Również tutaj niewyczerpalnym surowcem do tej produkcji jest woda oceaniczna.

### 8.3. HISTORIA OSMOZY ODWRÓCONEJ

Zjawisko osmozy naturalnej odkryto ponad 200 lat temu, dokładnie w 1748 roku, obserwując zachowanie się wody przechowywanej w pęcherzach z żołądków i jelit zwierząt. Przez wiele następnych lat próbowano w wielu laboratoriach świata stworzyć membrany na wzór naturalnych i tak w 1944 roku udało się zbudować pierwszą sztuczną nerkę. Jednak materiał do produkcji tych membran, wtedy **celulozowy**, był zbyt delikatny i nietrwały.

Przełomowym rokiem w historii osmozy odwróconej okazał się rok 1952, w którym wytworzono po raz pierwszy membranę **poliamidową**. Materiał ten okazał się bardziej wytrzymały na siły niezbędne do zadziałania procesu osmotycznego, bardziej odporny na kwaśne i zasadowe wody oraz na bakterie. Jediną wadą tych membran jest większa podatność na chlor, stąd konieczność dechloracji wody na węglu aktywnym. W roku 1952 przeprowadzono na membranach poliamidowych odsalanie wody morskiej, które dzisiaj ma miejsce na statkach, okrętach podwodnych, ale także w miastach pozbawionych źródeł czystej wody słodkiej i położonych blisko oceanu.

Kolejny przełom w sektorze membran osmotycznych nastąpił w roku 1965 w związku z opracowaniem konstrukcji spiralnego modułu membrano-

wego. Takie membrany spiralne mają do dziś zastosowanie w domowych urządzeniach do produkcji wody pitnej. Dzięki pojawieniu się nowej generacji membran osmotycznych udało się w roku 1975 zbudować po raz pierwszy sztuczną trzustkę oraz sztuczne płuco.

W roku 1996 rozpoczęto w szwedzkim koncernie Electrolux produkcję pierwszych domowych urządzeń osmotycznych bezpośredniego wypływu. Dzięki ich wyjątkowo dużej wydajności odpada konieczność montowania zbiorników na wodę oraz dodatkowych filtrów z węglem aktywnym.

### **KRÓTKA HISTORIA OSMOZY ODWRÓCONEJ**

**1748** - odkrycie zjawiska osmozy w membranach naturalnych,

**1944** - budowa sztucznej nerki,

**1952** - odkrycie materiału poliamidowego do produkcji membran oraz początki odsalania wody morskiej na membranach osmotycznych,

**1957** - zastosowanie membran do analizy wody pitnej,

**1965** - opracowanie konstrukcji spiralnego modułu membranowego oraz rozpoczęcie produkcji domowych urządzeń osmotycznych,

**1975** - zbudowanie sztucznej trzustki oraz sztucznego płuca,

**1996** - rozpoczęcie produkcji pierwszych domowych urządzeń osmotycznych bezpośredniego wypływu.



# 9

## BUDOWA I DZIAŁANIE DOMOWYCH APARATÓW OSMOTYCZNYCH

### 9.1. DZIAŁANIE MEMBRANY

Membrany osmotyczne do oczyszczania wody pitnej produkowane są obecnie tylko w USA i są podstawowym elementem w systemach oczyszczania wody pitnej w domu, o których piszemy w kolejnych rozdziałach. W jaki sposób następuje na membranie proces oczyszczania wody z kranu lub ze studni, pokazuje rysunek 35.

Wcześniej przedstawiono już, że zanieczyszczona woda zawiera w sobie:

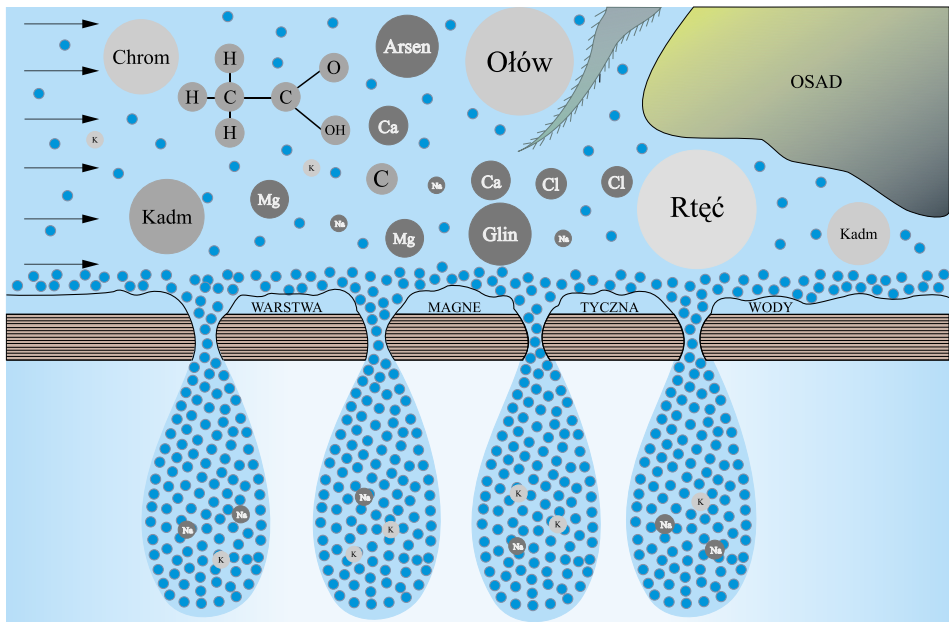
1. Zawiesiny, czyli części nierozpuszczone.
2. Bakterie i wirusy.
3. Pierwiastki oraz związki chemiczne, czyli elementy rozpuszczone.

Wszystkie te kategorie zanieczyszczeń pokazujemy na rysunku, który jest oczywiście bardzo uproszczony. Widzimy zatem duże jony rtęci, kadmu czy ołowiu na tle małych, niebieskich krążków, które symbolizują cząstkę wody. Widać również jony sodu i potasu, które są niewiele większe od cząstek wody. Na tym małym rysunku nie sposób pokazać tysięcy innych związków chemicznych, które wzbogacają nasze wody pitne. Pamiętajmy, że dzisiejszy przemysł chemiczny tworzy nieustannie nowe związki chemiczne (obecnie jest zarejestrowanych ponad **6 milionów**) poprzez ich ciągłe powiększanie.

Na rysunku pokazujemy tylko mały wycinek bakterii - nie mogliśmy pokazać jej w całej okazałości, gdyż w tej skali średnia bakteria będzie miała wielkość około 50 metrów. Również zawiesiny nie znajdują tutaj miejsca - najmniejsza drobina, którą dostrzeżę oko ludzkie musi mieć średnicę 40  $\mu$ , czyli 80 razy większą od średniej bakterii. Zauważmy, że cząstki wody mają wielkość zbliżoną do por membrany, czyli około 0,0001  $\mu$  - teraz rozumiemy, dlaczego naturalne błony osmotyczne oraz techniczne membrany są tak zbu-

dowane. Pory widoczne na naszym rysunku stanowią pewne uproszczenie - w rzeczywistości membrany osmotyczne są sitem molekularnym podobnym do gąbki z gęstymi labiryntami.

Przez membranę przechodzą cząstki wody. Jest to proces bardzo powolny - z milionów cząstek wody powstają pierwsze kropelki, które zbierane są w odpowiednim zbiorniku. Zauważ Czytelniku, że wraz z wodą przechodzą również małe jony sodu i potasu, które należą do pierwiastków życia.



Rys. 35. Praca membrany osmotycznej.

Większe pierwiastki oraz związki chemiczne nie mają szans na przedostanie się przez membranę. Nie przejdą również bakterie i wirusy ani osady.

Membrany osmotyczne ulegają naturalnemu zużyciu:

- ściera się ich powierzchnia zewnętrzna,
- w trakcie eksploatacji powiększają się pory membrany (dekalibracja membran),
- w przypadku dużych stężeń zanieczyszczeń może dochodzić do zarastania membrany kamieniem,

- d) przy stosowaniu przestarzałego węgla aktywnego (lasacja węgla), który nie zatrzymuje chloru i nie potrafi bronić się przed bakteriami oraz przy oczyszczaniu niechlorowanych wód studziennych, membrany mogą zarosnąć śluzem bakteryjnym.

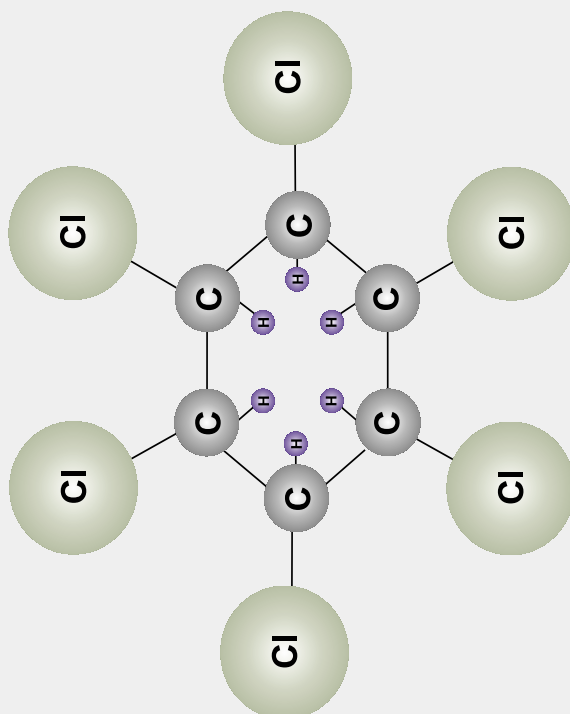
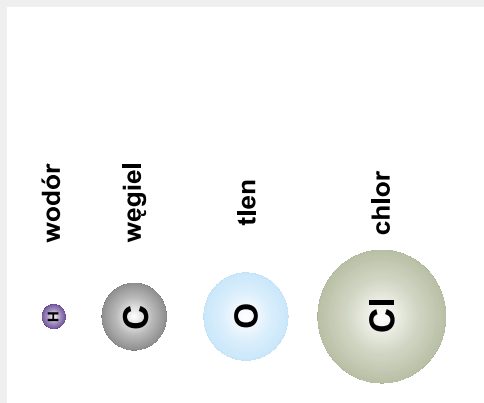
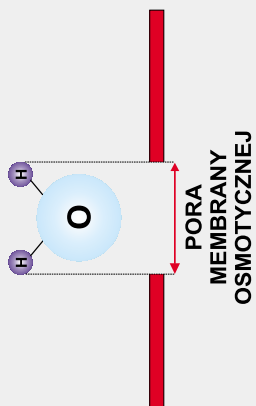
Powiększenie por membrany w trakcie jej używania powoduje, że przechodzą przez nią coraz większe pierwiastki i związki chemiczne. Przy czym z większym prawdopodobieństwem przechodzą części małe, najczęściej naturalne - sód, potas, magnez i wapń. Nowe membrany przepuszczają do 10% związków chemicznych zawartych w wodzie nieoczyszczonej, z czego zdecydowaną większość stanowią małe pierwiastki mineralne pochodzące z natury. Gdy średnio po czterech latach używania membrana będzie przepuszczać około 40% związków, należy wymienić ją na nową. Trwałość membrany jest oczywiście różna i zależy od kilku czynników:

1. Zanieczyszczenia wody.
2. Sprawności oraz jakości wstępnych filtrów ochronnych.
3. Temperatury wody.
4. Ciśnienia wody w sieci.
5. Zużycia wody.
6. Wydajności.

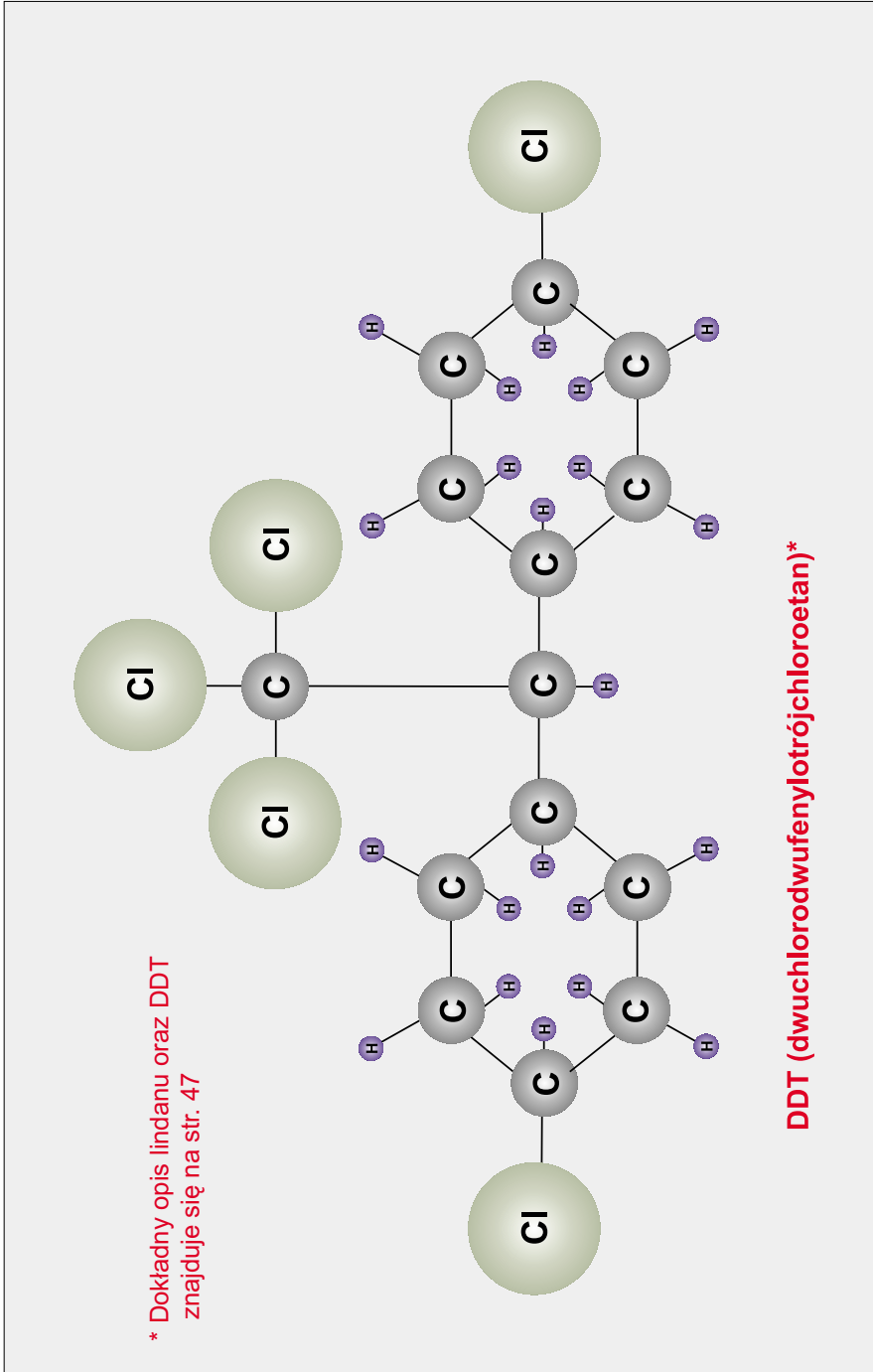
Trwałość membrany można zdecydowanie zwiększyć poprzez stosowanie oryginalnych filtrów ochronnych (mechanicznych i węglowych) zalecanych przez producenta. Przy tym jest rzeczą charakterystyczną, że im więcej wody się zużywa, tym dłużej i lepiej membrana pracuje.

Na rysunku 35 można zauważyć, że zanieczyszczona woda przesuwana się równolegle do powierzchni membrany i tylko część wody czystej zostanie z niej odzyskana. Pozostała część, czyli brudna woda, kierowana jest do ścieku. Odzysk wody czystej wynosi od 25 do 35 % wody zanieczyszczonej, a dzięki ciągłemu spłukiwaniu membrany wodą kierowaną do ścieku są one przez wiele lat czynne i nie zatykają się. Powierzchnia membrany jest opatentowaną metodą namagnetyzowana i dzięki temu powstaje na niej ochronna błona z wody, która chroni ją przed szybkim ścieraniem się.

Wcześniej wspominaliśmy, że w naszych wodach kranowych i studziennych znajdują się jednocześnie setki niepożądanych i szkodliwych dla zdrowia związków chemicznych, bowiem obecnie istnieje ponad 2.300 związków, które łatwo rozpuszczają się w wodzie. Na rys. 36 przedstawiamy tylko dwa wybrane związki z grupy pestycydów (lindan i DDT) na tle pory membrany osmotycznej, aby pokazać, że nie mają one żadnych szans przedostać się przez nią.

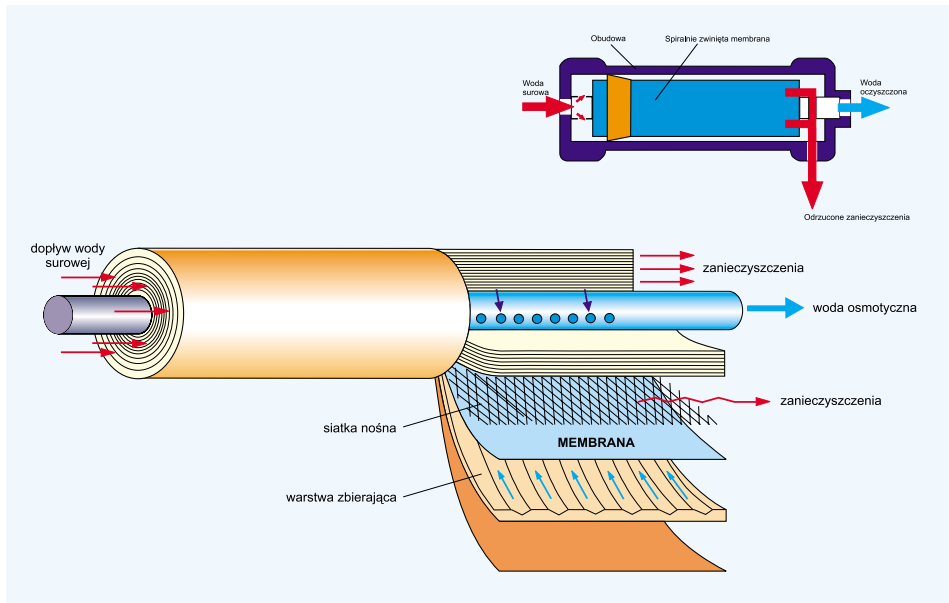


**LINDAN (sześciolorocycloheksan)\***



Rys. 35. Porównywanie cząstki wody z cząstką lindanu i DDT

Membrany osmotyczne są zwijane spiralnie i zamykane w odpowiednich kapsułach tworząc kompletny moduł. Membrana taka przedzielona jest siatką nośną oraz warstwą zbierającą. Wzdłuż siatki nośnej transportowana jest woda zanieczyszczona, natomiast woda czysta, która przechodzi przez membranę, przesuwa się odpowiednimi kanalikami ruchem spiralnym do rdzenia kapsuły i dalej do zbiornika (rys. 37).



Rys. 37. Budowa modułu z membraną osmotyczną.

Membrany osmotyczne do domowego użytku mają różną wydajność - od 1 litra do 100 litrów na godzinę i są produkowane wyłącznie w USA. W urządzeniach o wydajnościach powyżej 40 litrów na godzinę odpada konieczność magazynowania wody w zbiornikach - są to **nowoczesne aparaty bezpośredniego wypływu**. Takie bezzbiornikowe aparaty przeznaczone do użytku domowego produkuje obecnie szwedzki koncern Electrolux.

Oczyszczanie wody pitnej za pomocą osmozy odwróconej należy do najbardziej nowoczesnych, skutecznych i najtańszych metod. Trudno zresztą porównywać tą metodę z innymi, bowiem współcześnie tylko osmoza odwrócona oczyszcza wodę z trujących związków chemicznych w niej zawartych (tab. 4).

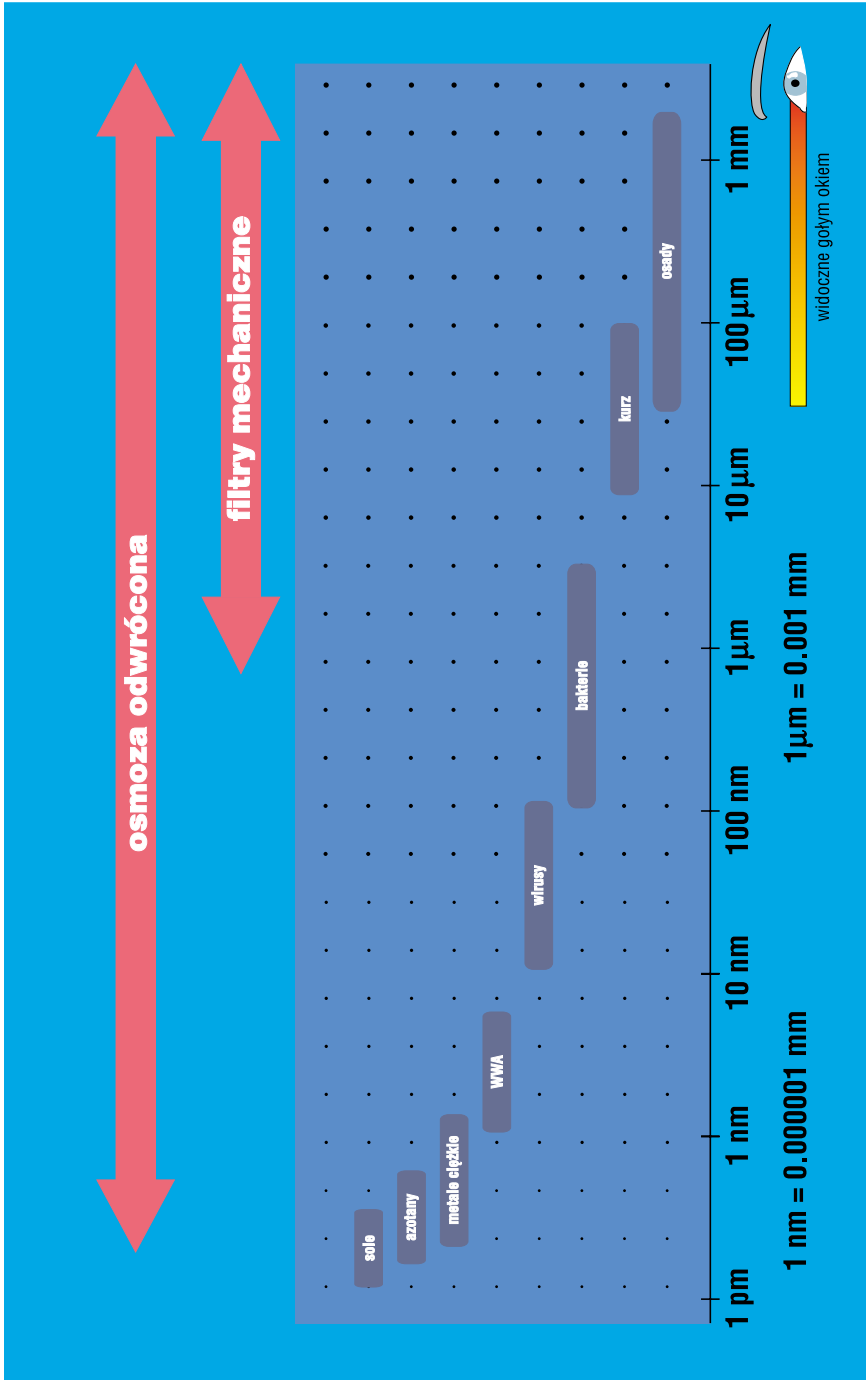
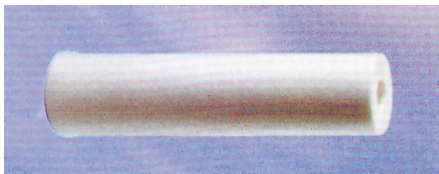


TABELA 4. Skuteczność oczyszczania różnych metod filtracji wody.

**OSMOZA ODWRÓCONA JEST NAJBARDZIEJ  
NOWOCZESNĄ METODĄ OCZYSZCZANIA WODY PITNEJ  
I JEDYNĄ, KTÓRA SKUTECZNIE USUWA Z NIEJ  
NIEPOŻĄDANE ZWIĄZKI CHEMICZNE. WODA OSMOTYCZNA  
ZAWIERA ŚLADOWE ILOŚCI PIERWIASTKÓW MINERAL-  
NYCH I MA SMAK WODY Z GÓRSKIEGO POTOKU.**

## 9. 2. FILTRY OCHRONNE

Surowa woda kranowa lub studzienna jest zbyt brudna i musi być wstępnie oczyszczona zanim dojdzie do membrany. Wodę taką trzeba najpierw oczyścić filtrem mechanicznym oraz filtrem z węglem aktywnym. Filtry mechaniczne montowane w domowych aparatach osmotycznych zatrzymują zawiesiny większe od 5  $\mu$ m, natomiast mniejsze zawiesiny mogą przejść do membrany bez szkody dla niej. Nowoczesne filtry mechaniczne stosowane w aparatach osmotycznych, działają wyjątkowo długo dzięki opatentowanej budowie; porowatość tych filtrów maleje zgodnie z kierunkiem przepływu wody,



Rys. 38. Typowy filtr mechaniczny do ochrony membrany osmotycznej.

dzięki czemu filtrowane zawiesiny nie są zatrzymywane tylko na powierzchni filtra (tak funkcjonują filtry starej generacji), lecz w całej jego objętości (tzw. filtry pojemnościowe). Żywotność filtrów mechanicznych zależy oczywiście od stopnia zabrudzenia oraz od ilości oczyszczonej wody i wynosi średnio 6 miesięcy.

Filtry z węglem aktywnym montowane są przed membraną (**prefiltry**) oraz za nią (**postfiltry**). Podstawowym zadaniem prefiltrów jest redukcja chloru w wodzie surowej, gdyż chlor jest jedynym pierwiastkiem, którego nadmiar może doprowadzić do przedwczesnego zniszczenia membrany. Z kolei filtry montowane za membraną „szlifują” ostateczny smak wody ze zbiornika oraz



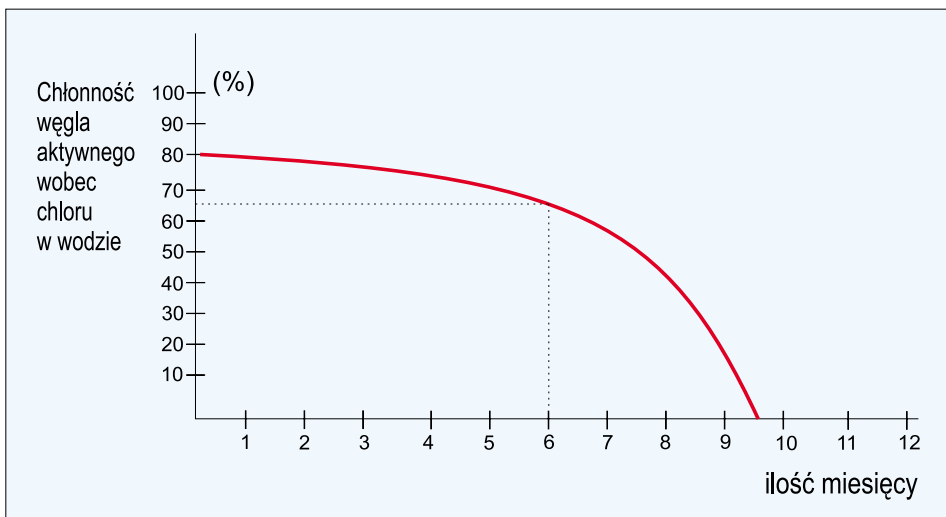
zabezpieczają ją przed bakteriami, które mogą dostać się do niej od strony kranika. Jedynie wysoko wydajne aparaty bezzbiornikowe firmy Electrolux nie potrzebują węglowych postfiltrów.

Jakość węgla aktywnego stosowanego w filtrach ochronnych jest bardzo różna i zależy przede wszystkim od:

- gatunku oraz jakości surowca wyjściowego do jego produkcji (najczęściej drewno bukowe oraz łupki kokosowy),
- zawartości pyłu węglowego,
- wilgotności w czasie transportu oraz magazynowania,
- zawartości siarki oraz gazów technologicznych,
- porowatości wewnętrznej,
- chłonności chloru z wody i związanej z tym odporności na bakterie.

W zależności od struktury węgla aktywnego istnieje podział na węgiel **granulowany** oraz **węgiel prasowany (blokowy)**. Najlepszy gatunkowo węgiel aktywny stosowany jest w nowoczesnych filtrach liniowych, które mają zastosowanie wyłącznie w domowych urządzeniach osmotycznych.

Niezmiernie ważną sprawą jest wymienianie filtrów węglowych nie rzadziej niż co 6 miesięcy. Węgiel aktywny zużywa się już przez samo zanurzenie w wodzie, bez względu na to, jak są eksploatowane filtry. Zużycie węgla aktywnego w wodzie przebiega stosunkowo wolno do 6 miesiąca uży-



Rys. 39. Zużycie węgla aktywnego w środowisku wodnym.

wania, ale na przełomie 6 i 7 miesiąca zaczyna się gwałtowny spadek jego aktywności (rys. 39), nazywany **lasacją węgla**. Zużyty węgiel przybiera postać błotnistej substancji i bywa często siedliskiem bakterii, a dezynfekcja zakażonego bakteriami węgla jest całkowicie bezskuteczna. Bakterie, które zaatakują węgiel za membraną (postfiltr), bardzo łatwo przechodzą do zbiornika z wodą czystą i woda taka nabiera gorzkiego smaku. Jeżeli dopuści się do powstania śluzu bakteryjnego wewnątrz zbiornika z wodą, w przewodach itd., jedynym ratunkiem jest wymiana tych elementów na nowe. Niestety, zdarza się często, że niektóre służby techniczne wymieniają węglowe postfiltry rzadziej niż co 6 miesięcy tłumacząc się tym, że pracują one w czystej wodzie. Efektem takiego postępowania są częste przypadki zakażenia wody w zbiorniku bakteriami, których usuwanie płynami dezynfekcyjnymi lub lampami UV jest tylko mało skutecznym zaleczeniem choroby, której można łatwo zapobiec poprzez regularną wymianę postfiltrów co 6 miesięcy.

Ochronny węgiel aktywny stosowany w aparatach osmotycznych, oferowany jest w dwóch postaciach. Tradycyjna metoda to popularne i powszechnie stosowane filtry węglowe wkładane do specjalnych obudów (tzw. hausingi), które wypierane są przez nowoczesne i dużo mniejsze filtry liniowe, zawierające wysokiej jakości węgiel aktywny i stosowane wyłącznie w aparatach osmotycznych (rys. 40).



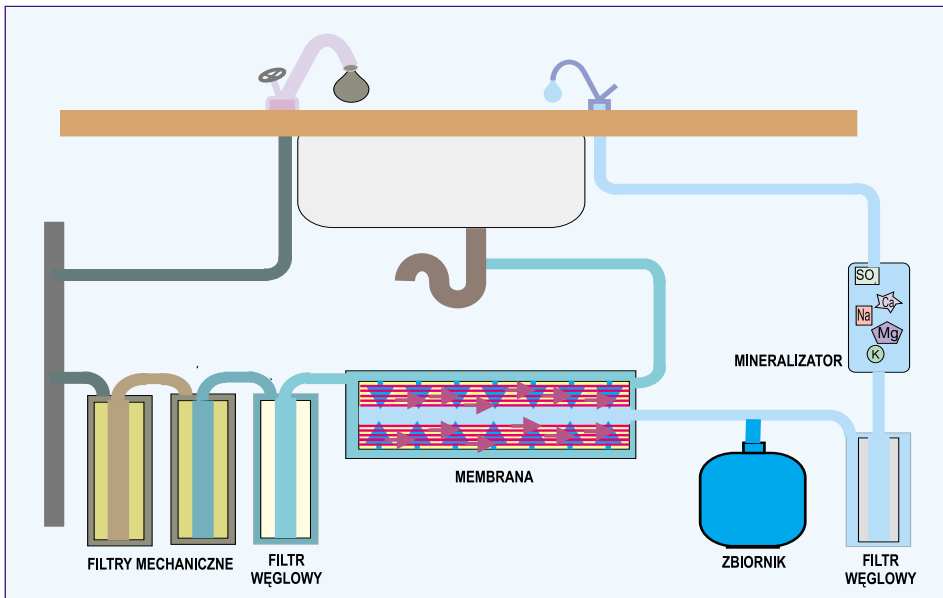
Rys. 40. Popularny wkład węglowy wraz z obudową w porównaniu z nowoczesnym filtrem liniowym.

Urządzenia osmotyczne składane z popularnych hausingów zajmują dużo miejsca i są bardziej narażone na uderzenia i pęknięcia. W przeciwieństwie do nich nowoczesne aparaty, zawierające filtry liniowe, są mniejsze i chronione specjalną obudową nie są narażone na uszkodzenia mechaniczne z zewnątrz.

### 9.3. MINERALIZATORY

Nowe membrany montowane w aparatach osmotycznych przepuszczają wraz z wodą czystą dużą część najmniejszych pierwiastków rozpuszczonych w wodzie brudnej. Są to przede wszystkim sód i potas, a po krótkim okresie używania membrany dojdą do nich wapń i magnez. Czysta woda po przejściu przez membranę zawiera skład mineralogiczny wody z górskiego potoku.

Niektóre firmy oferujące domowe aparaty osmotyczne wyposażają je dodatkowo w specjalne **mineralizatory**, które wzbogacają wodę czystą w pierwiastki życia. Na polskim rynku pojawiły się mineralizatory o różnej jakości oraz w różnej cenie, ale tylko najlepsze z nich dają wodę porównywalną z wodą mineralną średnio zmineralizowaną. Zapytasz może Czytelniku, po co montować w aparacie osmotycznym dodatkowy mineralizator, skoro wcześniej udowodnialiśmy brak takiej potrzeby. Otóż nie chcemy brać udziału w niekończących się dyskusjach pod hasłem: „Minerały w wodzie - TAK albo NIE”. Podobnie jak we wszystkich innych sferach życia, niektórzy ludzie kierują się logiką, a inni ulegają emocjom. Mówiąc o emocjach mamy na myśli nieuzasadniony strach z powodu mniejszej ilości minerałów w czystej



Rys. 41. Schemat poglądowy typowego aparatu osmotycznego z mineralizatorem.



Rys. 42. Przykłady zastosowania czystej wody pitnej.





wodzie. Wolny wybór oraz decyzję o zakupie dodatkowego mineralizatora pozostawiamy Tobie Czytelniku.

Na rysunku 41 pokazujemy schemat typowego aparatu osmotycznego z mineralizatorem, na którym widać kolejne etapy oczyszczania wody na filtrach mechanicznych, węglowym oraz membranie, a w dalszym etapie „szlifowanie” smaku wody na końcowym filtrze węglowym oraz jej wzbogacanie w pierwiastki życia w mineralizatorze.

**CZYSTA WODA PRODUKOWANA W DOMOWYCH APARATACH OSMOTYCZNYCH MA SKŁAD MINERALOGICZNY ZBLIŻONY DO SKŁADU WODY Z GÓRSKIEGO POTOKU. TA SAMA WODA PRZEPUSZCZONA DODATKOWO PRZEZ DOBRĄ JAKOŚCI MINERALIZATOR JEST PORÓWNYWALNA ZE ŚREDNIO ZMINERALIZOWANĄ WODĄ MINERALNĄ.**

W rozdziale 1 pisaliśmy o znaczeniu wody w organizmie człowieka. Poniżej podajemy inne dziedziny życia, gdzie czysta woda jest również bardzo pożądana:

- parzenie kawy i herbaty,
- przyrządzanie pokarmu dla niemowląt,
- gotowanie zup i innych potraw,
- kostki lodu do whisky i innych napojów,
- możliwość spożywania wody bezpośrednio z kranu,
- kąpiel noworodków,
- mycie zębów,
- pielęgnacja twarzy i włosów,
- przechowywanie szkieł kontaktowych,
- mycie warzyw i owoców przed spożyciem,
- pojenie zwierząt domowych,
- podlewanie kwiatów i innych roślin domowych,
- mycie cennych szkieł kryształowych,
- mycie szyb okiennych,
- ręczne pranie delikatnej odzieży wełnianej i jedwabnej,
- napełnianie nawilżaczy powietrza,
- ochrona ekspresów do kawy, żelazek z nawilżaczami oraz innych naczyń kuchennych.

Na rysunku 42 pokazujemy wybrane przykłady stosowania czystej, zdrowej i bezpiecznej wody, a poniżej korzyści płynące z jej spożywania:

- ochrona zdrowia oraz wynikający stąd komfort psychiczny (już się nie truję),
- poprawa samopoczucia, większa aktywność życiowa,
- inwestycja w dzieci poprzez zapewnienie im zdrowej przyszłości,
- lepszy smak napojów i potraw (kawa, herbata, zupy itp.),
- większa skuteczność działania leków i ziół parzonych w czystej wodzie,
- rezerwa wody w przypadku jej braku w sieci,
- radość i duma z posiadania nowoczesnej, domowej stacji uzdatniania wody,
- poprawa wyglądu - mycie twarzy i włosów czystą wodą osmotyczną jest dla nich dużo zdrowsze i daje lepsze efekty oraz oszczędność:
- kawy i herbaty - mniejsza ilość jest potrzebna dla osiągnięcia oczekiwanego aromatu,
- energii zużywanej do gotowania wody, z którego można niekiedy zrezygnować,
- na lekarstwach, których ubędzie przy spożywaniu zdrowej wody,
- sprzętu AGD - żelazka, ekspresy do kawy, garnki itp. nie będą zarażały kamieniem,
- chemii gospodarczej - większa wydajność proszków do prania ręcznego, płynów do mycia okien, kosmetyków do pielęgnacji twarzy, włosów itp.,
- pieniędzy i czasu na kupowanie wód mineralnych w sklepach - teraz mamy wodę mineralną prosto z kranu, w dowolnych ilościach oraz 10 razy (!!!) taniej.

#### 9.4. AKCESORIA

Omówiono już funkcje i działanie membrany osmotycznej, filtrów ochronnych oraz mineralizatora. Warto jeszcze wspomnieć o kilku innych elementach, bez których działanie aparatów osmotycznych nie byłoby możliwe. Na liście najważniejszych akcesoriów znajdują się zbiornik, zawór 2-drogowy, zawór zwrotny, zawór spiętrzający i pompa.

## ZBIORNIKI

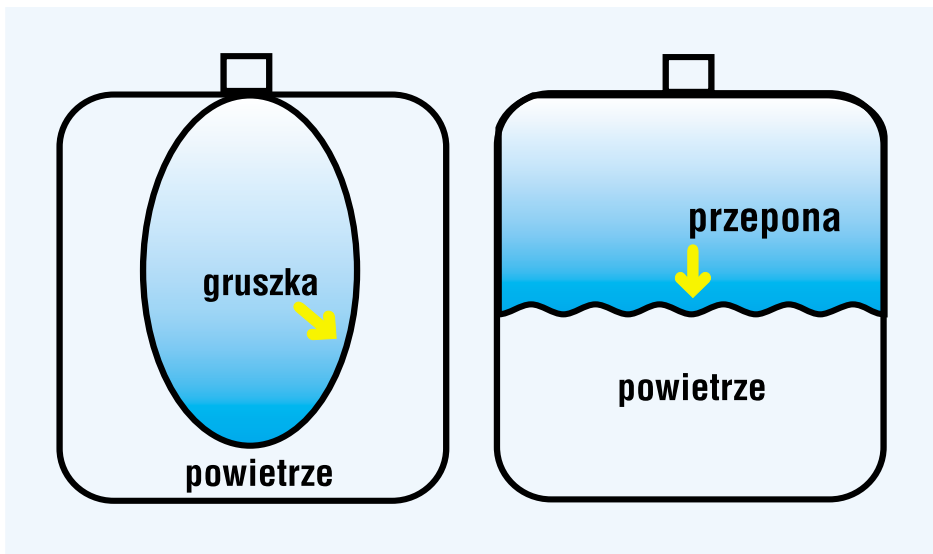
Popularne domowe aparaty osmotyczne produkują czystą wodę bardzo powoli. Typowa membrana osmotyczna o powierzchni czynnej  $1,5 \text{ m}^2$  przepuszcza wodę z prędkością kropla po kropli i na szklanek wody musielibyśmy czekać kilkanaście minut. Dla zapewnienia stałego zapasu wody pitnej stosuje się **zbiorniki** o różnej budowie i wielkości. W zależności od sposobu podawania wody do kranika, dzielimy je na:

- ❑ Zbiorniki ciśnieniowe.
- ❑ Zbiorniki bezciśnieniowe.

**Zbiorniki ciśnieniowe** stosowane są w aparatach montowanych pod zlewomywakiem, gdzie dzięki istniejącemu w nich ciśnieniu woda podawana jest do kranika położonego powyżej. Typowy zbiornik ciśnieniowy ma pojemność całkowitą około 20 litrów i gromadzi 8 do 10 litrów czystej wody (zależnie od ciśnienia wody w sieci oraz ciśnienia wstępnego w zbiorniku).

**Zbiorniki bezciśnieniowe** stosowane są w aparatach, w których woda znajdująca się w nich może samoczynnie (dzięki grawitacji) spłynąć do kranika. W grupie tych aparatów są modele naszałkowe oraz coolery.

Zbiorniki osmotyczne mają również inne pojemności, odpowiednie do zapotrzebowania, jednak pojemności zbiornika nie należy mylić z wydajno-



Rys. 43. Zbiornik ciśnieniowy z gruszką i przeponą.



ścią membrany. Membrana produkuje oferowaną ilość wody pod warunkiem, że nieustannie pracuje. Gdy zbiornik osmotyczny zostanie wypełniony, aparat wyłącza się, a membrana przestaje pracować.

Obudowa zewnętrzna zbiorników może być z plastiku lub ze stali. Jednak najbardziej istotny jest podział zbiorników według ich budowy wewnętrznej na:

- Zbiorniki gruszkowe.
- Zbiorniki przeponowe.

Różnicę między nimi można wyraźnie dostrzec na rysunku 43.

Zbiorniki z **gruszką** są opatentowane, a ich ogromną zaletą jest powietrze wypełniające przestrzeń między gruszką z wodą a skorupą zewnętrzną. W ten sposób tworzy się izolację termiczną, dzięki której woda pitna w zbiorniku zachowuje dłużej niską temperaturę i rzeźkość. W zbiornikach **przeponowych**, które tej izolacji nie posiadają woda dużo szybciej nagrzewa się i gorzej gasi pragnienie.

W aparatach naszafkowych oraz coolerach odpada konieczność montowania zbiorników ciśnieniowych, bowiem woda wypływa z nich pod własnym ciężarem. Ponieważ są one dużo mniejsze (brak powietrza), łatwiej znajdują miejsce wewnątrz tych urządzeń. Membrany stosowane w aparatach ze zbiornikami bezciśnieniowymi znacznie zwiększają swoją wydajność w porównaniu z tymi samymi membranami montowanymi w systemach ciśnieniowych.

Wszystkie aparaty osmotyczne zawierające zbiorniki muszą być wyposażone w dodatkowe filtry z węglem aktywnym, których zadaniem jest „szlifowanie” smaku wody oraz ochrona przed bakteriami. Zbiorniki oraz końcowe filtry z węglem aktywnym są zbędne w urządzeniach wysoko wydajnych, których produkcja przekracza 40 litrów na godzinę.

## ZAWÓR 2-DROGOWY

**Zawory 2-drogowe** noszą również nazwę zaworów **sterujących** albo z angielskiego **shout-off**. Ich zadaniem jest włączanie i wyłączanie dościa wody surowej do urządzenia osmotycznego. Jeśli zbiornik wody czystej napełni się, wówczas zawór sterujący zamyka dopływ wody do urządzenia, ale pobór najmniejszej ilości wody ze zbiornika otwiera go ponownie i uruchamia produkcję wody. Poprzez odpowiednią budowę zaworów 2-drogowych można w dowolny sposób regulować ciśnienie w zbiorniku, od którego zale-

ży zadziaływanie zaworu. Najczęściej stosuje się zawory, które zamykają układ przy ciśnieniu zbiornika wynoszącym 0,65% ciśnienia w sieci.

### ZAWÓR ZWROTNY

Niezmiernie ważnym elementem w aparacie osmotycznym jest **zawór zwrotny**. Jeśli zbiornik jest pełny i zawór 2-drogowy zamknięty, zamyka się również zawór zwrotny umieszczony pomiędzy membraną a zbiornikiem. Jego zadaniem jest zapobiec cofaniu się wody czystej ze zbiornika. Jeśli zawór zwrotny nie zamyka się, wówczas aparat pracuje bez przerwy i następuje przedwczesne zużycie filtrów ochronnych oraz membrany.

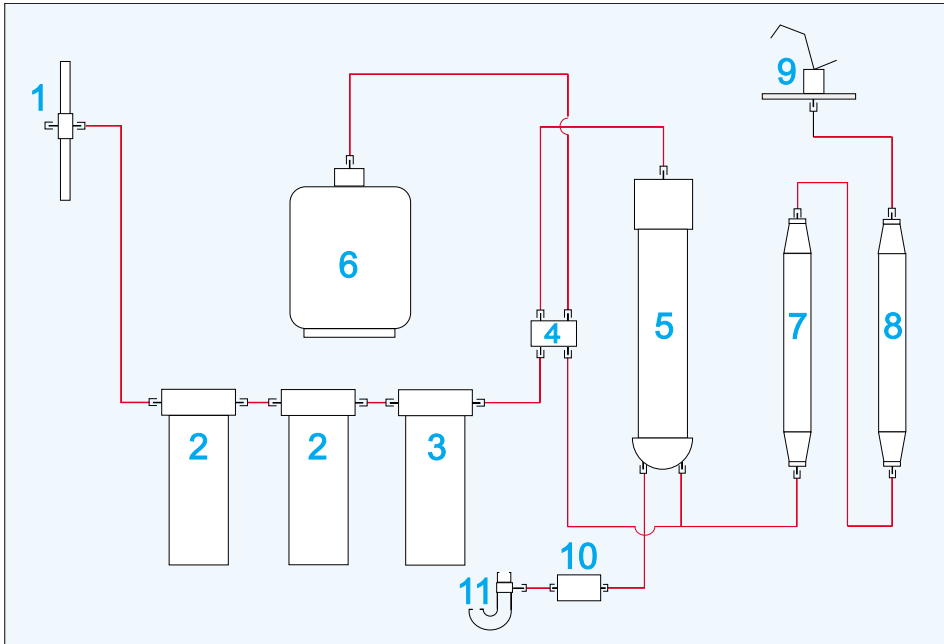
### ZAWÓR SPIĘTRZAJĄCY

Zadaniem **zaworu spiętrzającego** (inaczej **dławika** lub **opornika hydraulicznego**) jest utrzymanie ciśnienia w układzie. Im większe ciśnienie w układzie, tym większa jest produkcja wody na membranę i lepsza jest jej czystość. Bez odpowiedniego ciśnienia na membranę proces osmozy odwróconej nie zadziała w ogóle. Bardzo ważne jest, aby do odpowiedniej wydajności membrany dobierać dławiki z odpowiednim oporem, ponieważ od tego zależy stosunek odzyskanej wody czystej do wody brudnej odrzuconej do ścieku. Najdokładniejsze i najtrwalsze są tzw. **dławiki sztywne**.

### POMPA

Wszystkie typowe aparaty osmotyczne przewidziane do użytku domowego pracują przy ciśnieniu wynoszącym na membranę od 3 do 6 bara (tzw. ciśnienie netto). Podkreślamy, że dotyczy to ciśnienia na membranę, a nie ciśnienia w sieci. Zdarza się bowiem często, że filtry ochronne zabrudzone z powodu mętności wody dławią ciśnienie z sieci i membrana nie pracuje prawidłowo. W takich przypadkach, a już na pewno w przypadkach małego ciśnienia w sieci wodociągowej, bardzo pomocne są precyzyjne **pompy** przystosowane pod względem budowy do domowych aparatów osmotycznych i podnoszące znacznie ciśnienie z sieci (do 6 barów).

Poszczególne elementy domowych układów osmotycznych łączone są przewodami wodnymi oraz skręcane specjalnymi złączami. Największą po-



1) podłączenie do sieci wodociągowej, 2) filtry sedymentacyjne, 3) filtr węglowy, 4) zawór 2-drogowy, 5) membrana osmotyczna, 6) zbiornik, 7) filtr węglowy, 8) mineralizator, 9) kranik, 10) zawór spiętrzający (dławik), 11) podłączenie odpływu wody nieoczyszczonej.

pularność zdobyły sobie na całym świecie złączki JACO. Na rysunku 44 przedstawiony jest schemat typowego aparatu osmotycznego.

Rys. 44. Schemat blokowy typowego aparatu osmotycznego.

Inną budowę mają aparaty osmotyczne bezzbiornikowe. Dzięki wyposażeniu w wysoko wydajną membranę oraz wysokociśnieniową pompę urządzenia te są niewrażliwe na spadki ciśnienia w sieci. Duża podaż produkowanej na bieżąco wody czystej pozwala zrezygnować w tych aparatach ze zbiorników oraz z końcowych filtrów z węglem aktywnym. O aparatach bezzbiornikowych piszemy w rozdziale 10.

## 9.5 MINERAŁY I BAKTERIE W WODZIE OSMOTYCZNEJ

Woda otrzymywana z aparatów osmotycznych charakteryzuje się większą czystością w porównaniu z wodą pozyskiwaną przy użyciu innych metod filtracji wody. Woda osmotyczna jest całkowicie pozbawiona zawiesin, nie zawiera żadnych bakterii oraz wirusów. Kilka procent (maksymalnie 10%) pierwiastków i związków chemicznych, jakie przechodzą przez nowe membrany, stanowią w większości pierwiastki mineralne pochodzenia naturalnego: sód, potas, wapń i magnez. Dlatego też błędem jest porównywać wodę osmotyczną z **wodą destylowaną**, która jest wprawdzie również czysta, zdrowa i bezpieczna, jednak nie jest chętnie spożywana ze względu na cierpki smak, który pojawia się w niej z dwóch powodów:

1. W procesie destylacji pozbawia się wodę z zawartych w niej tlenu i dwutlenku węgla, które zdecydowanie stanowią o dobrym smaku każdej wody pitnej. To właśnie dlatego wzburzone potoki i rzeczki górskie słyną z dobrze gaszącej pragnienie wody - jest ona wyjątkowo bogata w tlen pobierany z powietrza.
2. W procesie destylacji do wody mogą przechodzić wraz z parą również gazy aromatyczne, które nadają jej niekorzystny smak.

Opisane niekorzystne zjawiska zachodzące w destylacji wody nie mają miejsca w domowych aparatach osmotycznych nowej generacji. Cząstki tlenu oraz dwutlenku węgla bardzo łatwo przechodzą przez każdą membranę, ponieważ są wyjątkowo małe, natomiast duże gazy aromatyczne są skutecznie zatrzymywane w wodzie nieoczyszczonej. Woda osmotyczna smakuje tak, jak woda powinna smakować.

### **WODA OSMOTYCZNA MA SKŁAD ORAZ SMAK WODY Z GÓRSKIEGO POTOKU.**

Czytelniku, być może zapytasz, jak ma się sprawa z bakteriami w wodzie z aparatów osmotycznych? Przypomnijmy sobie najpierw, że bakterie rozmnażają się bardzo szybko - średnio z jednej bakterii rodzą się po 20 sekundach dwie, po następnych 20 sekundach - cztery itd.; w takim tempie po 10 godzinach jest już jeden miliard bakterii. Tak szybko mogą rozwijać się bakterie wszędzie tam, gdzie mają ku temu odpowiednie warunki, z których najważniejsze to pożywienie i odpowiednia temperatura. Tymczasem w hi-

storii biologii nie poznano jeszcze bakterii, które żywią się tylko czystą wodą lub przewodami mającymi z nią styczność w aparatach osmotycznych. Takich bakterii po prostu nie ma. Ale nie mamy chyba żadnych wątpliwości, że doskonałe warunki do życia i rozwoju bakterii są w rzekach, jeziorach oraz studniach. To istny raj dla wszystkich bakterii pochodzących ze ścieków komunalnych lub z szamb. Zakłady wodociągowe mają za zadanie unieszkodliwić je chlorem, ale nigdy nie ma gwarancji, czy chlor zawarty w wodzie zniszczy bakterie, które żyją w rurociągach wodnych. Doskonałą pożywką dla bakterii jest brud zatrzymywany w domowych filtrach psychologicznych (mechanicznych oraz węglowych), dlatego musimy być bardzo ostrożni w ich używaniu.

Tylko aparaty osmotyczne gwarantują nam w tej kwestii pełne bezpieczeństwo. Przez membranę nie przejdzie ani jedna bakteria lub wirus, ponieważ średnia bakteria jest 5000 razy większa od pory membrany osmotycznej. Jeśli membrana miałaby tak dużą „dziurę”, przez którą przedostaną się bakterie, to przejdą przez nią również wszystkie związki chemiczne zawarte w wodzie i taka membrana nie spełnia już swojej roli. Jedynie przestarzały węgiel aktywny umieszczony za membraną (postfiltr) może stać się źródłem niepożądanych bakterii w czystej wodzie przeznaczonej do picia. Węgiel taki ma wprawdzie styczność tylko z oczyszczoną wodą osmotyczną, jednak do zakażenia może dojść od strony kranika, bowiem węgiel aktywny znajdujący się za membraną skutecznie chroni przed bakteriami tylko przez okres swojej aktywności, czyli do pół roku od momentu jego zanurzenia w wodzie. Odporność węgla na bakterie maleje wraz ze spadkiem jego aktywności i po upływie 6 miesięcy spada gwałtownie (rys. 39).

**WĘGIEL AKTYWNY ZACHOWUJE SWOJĄ AKTYWNOŚĆ  
W WODZIE PRZEZ 6 MIESIĘCY. PO UPŁYWIE TEGO CZASU  
TRACI JĄ W SZYBKIM TEMPIE (LASACJA WĘGLA  
AKTYWNEGO) I JEST PODATNY NA BAKTERIE.**



# 10

## PORÓWNANIE RÓŻNYCH KLAS DOMOWYCH APARATÓW OSMOTYCZNYCH

Urządzenia osmotyczne do użytku domowego produkowane są na Zachodzie od 1965 r., a membrany, które są najważniejszymi i najdroższymi częściami tych urządzeń, produkowane są wyłącznie w USA w trzech różnych firmach strzegących patentu na ich wytwarzanie. W Polsce sprzedażą oraz serwisowaniem aparatów osmotycznych zajmuje się kilka firm. Należy podkreślić, iż dla prawidłowego działania urządzeń osmotycznych niezwykle ważny jest nadzór techniczny nad nimi, czyli dobrze zorganizowany serwis.

Najbardziej popularne i najtańsze są proste w budowie aparaty złożone z powszechnie stosowanych w filtracji wody obudów do filtrów mechanicznych oraz węglowych (housingów), połączonych ze sobą blachą montażową (rys. 45).



Rys. 45. Popularny aparat domowy z osmozą odwróconą.

Wiele firm produkuje obecnie wysokiej jakości filtry węglowe chroniące membrany, przeznaczone wyłącznie do aparatów osmotycznych (tzw. filtry liniowe). Dobrze zabezpieczona membrana produkuje lepszą wodę, a jej żywotność jest wyraźnie przedłużona. Dzięki małym gabarytom filtrów liniowych udaje się je łatwiej zamknąć w małej obudowie ochronnej i całość zajmuje zdecydowanie mniej miejsca w szafce kuchennej (rys. 46). Dodatkowymi zaletami nowoczesnych aparatów osmotycznych są:

- ochronna obudowa całego układu, która zabezpiecza poszczególne elementy przed uderzeniami;
- nowoczesne rozwiązanie wkładów ochronnych i ich miniaturyzacja, która umożliwia zamknięcie ich w małej obudowie, zajmującej mniej miejsca pod szafką kuchenną;
- nowoczesne i estetyczne kształty.

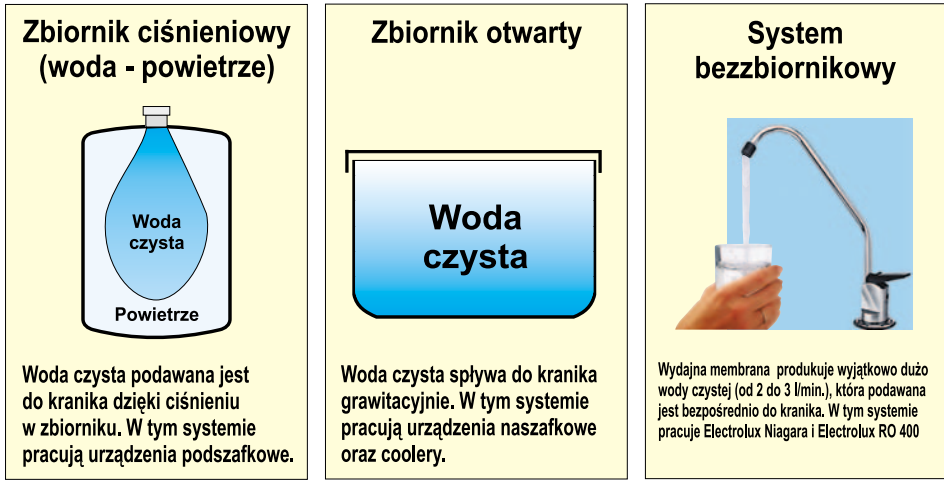


Rys. 46. Nowoczesny aparat osmotyczny w obudowie ochronnej.

Domowe urządzenia osmotyczne dzieli się w zależności od sposobu doprowadzania czystej wody do kranika na następujące kategorie (rys. 47):

- Aparaty ze zbiornikiem ciśnieniowym, czyli podszałkowe.
- Aparaty ze zbiornikiem bezciśnieniowym, czyli naszałkowe i coolery.
- Aparaty bezpośredniego wypływu.





Rys. 47. Systemy podawania wody czystej.

**Aparaty podszafkowe** montowane pod zlewozmywakiem są najczęściej wyposażone w zbiorniki ciśnieniowe. Takie zbiorniki pracują jak akumulatory pneumatyczne i dzięki panującemu w nich ciśnieniu mogą tłoczyć wodę czystą do kranika położonego wyżej od nich. Zbiorniki bezcisnieniowe montowane są w aparatach naszafkowych oraz coolerach, a woda wypływa z nich pod ciężarem własnym do kranika umieszczonego poniżej. Ponieważ są zdecydowanie mniejsze od zbiorników ciśnieniowych (brak powietrza), stanowią przeważnie integralną część aparatów osmotycznych, co wyraźnie poprawia ich funkcjonalność i estetykę.

Rys. 48. Aparat osmotyczny naszafkowy.



**Aparaty naszafkowe** charakteryzują się w porównaniu z tradycyjnymi urządzeniami osmotycznymi dodatkowymi zaletami, takimi jak:

- oszczędność miejsca w szafce kuchennej,
- większa wydajność,
- brak potrzeby wiercenia otworu w zlewozmywakach lub w drogiej płycie kuchennej,
- estetyczny wygląd.

Osobną grupę stanowią aparaty osmotyczne montowane w **coolerach**. Woda czysta z coolerów może być podawana:

- jako wrzątek do przyrządzania np. kawy, herbaty i czekolady,
- chłodzona do temperatury 4°C,
- w temperaturze pokojowej.

Coolery produkowane są w wersji biurowej i domowej. Biurowe mają wysokość około 100 cm, natomiast domowe są mniejsze i można je zamontować na szafce kuchennej oraz dodatkowo wyposażać w aparat osmotyczny montowany pod nią.



Rys. 49. Cooler biurowy i domowy.

Wspólną cechą wszystkich aparatów naszafkowych i coolerów jest 2-3-krotnie większa wydajność w porównaniu z urządzeniami tradycyjnymi wyposażonymi w zbiorniki ciśnieniowe (ciśnienie w zbiornikach stanowi opór, który wyraźnie obniża wydajność membrany).

**MEMBRANY MONTOWANE W APARATACH  
NASZAFKOWYCH I COOLERACH MAJĄ WYDAJNOŚĆ  
2-3-KROTNIĘ WIĘKSZĄ W PORÓWNANIU Z APARATAMI  
PODSZAFKOWYMI.**

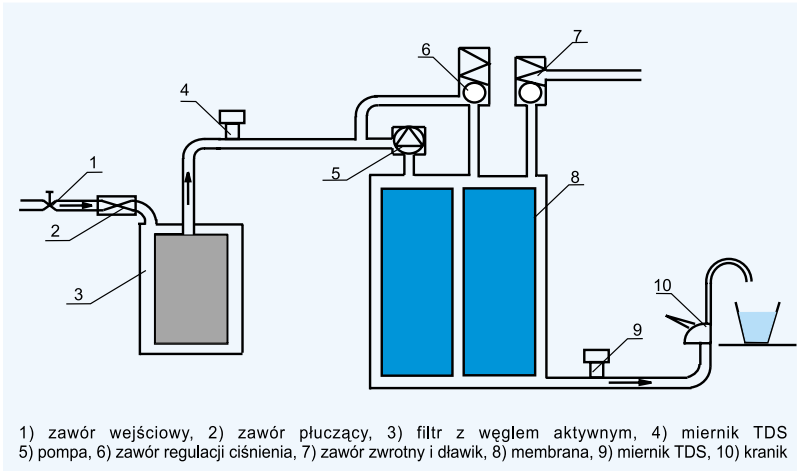
Tradycyjne domowe aparaty osmotyczne charakteryzują się wydajnością godzinową od 1 do 8 litrów wody. Z tego powodu zachodzi konieczność montowania zbiorników oraz dodatkowych filtrów węglowych za membraną (postfiltry). Ponadto należy bardzo zwracać uwagę na odpowiednie ciśnienie wody w sieci, które nie powinno być mniejsze niż 3 bary.

Urządzenia o wydajności przekraczającej 40 litrów na godzinę nie wymagają zbiorników oraz końcowych filtrów węglowych i działają niezależnie od ciśnienia wody w sieci wodociągowej. Urządzenia takie zaliczane są do grupy **aparatów bezpośredniego wypływu**, a produkowane są w szwedzkim koncernie Electrolux. Na rysunkach 50 i 52 pokazujemy schematy blokowe tych urządzeń, a tuż obok ich zdjęcia.

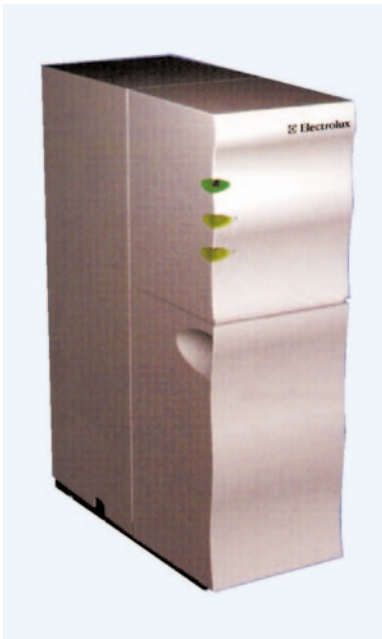
Wysoko wydajne urządzenia firmy Electrolux wyróżniają się wyjątkowo dużą produkcją wody, którą zawdzięczają membranę o powierzchni 50 m<sup>2</sup> oraz pompie wysokociśnieniowej. Ich wydajność od 100 do 180 litrów na godzinę oznacza, że w ciągu jednej minuty podają tyle wody, ile inne domowe aparaty w ciągu jednej godziny.

Aparaty Electrolux Niagara i Electrolux RO 400 wyróżniają się wyjątkowo małym odrzutem wody do ścieku, który nie przekracza 20% wody pobranej z sieci. Ogromną zaletą urządzeń Electrolux jest stała, elektroniczna kontrola wielu parametrów i funkcji, takich jak:

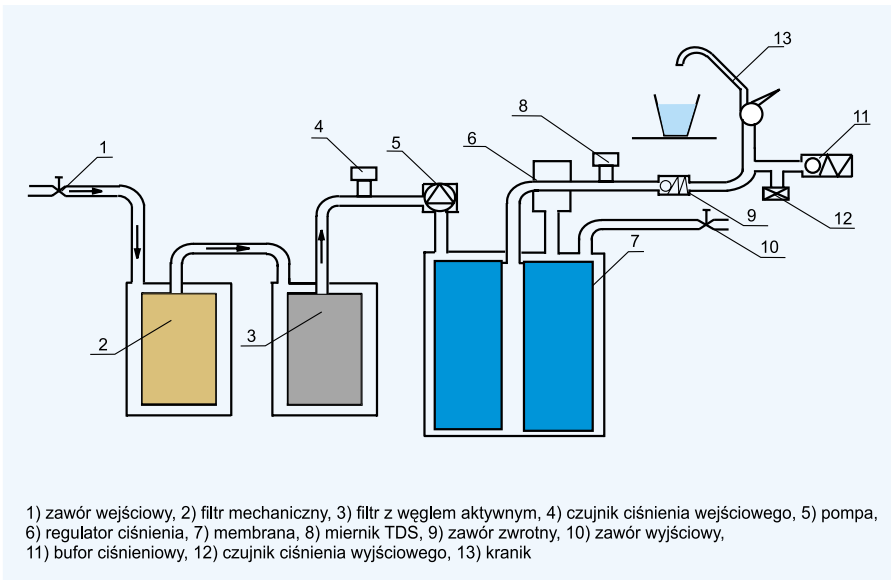
- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> jakość wody oczyszczonej,  | <input type="checkbox"/> zużycie filtra mechanicznego,            |
| <input type="checkbox"/> zużycie filtra węglowego,  | <input type="checkbox"/> sterowanie płukania membrany,            |
| <input type="checkbox"/> sygnalizowanie ewentualnych przecieków oraz blokada urządzenia w takich wypadkach, | <input type="checkbox"/> zabezpieczenie pompy przed przegrzaniem. |



Rys. 50. Schemat blokowy nowoczesnego Electroluxa Niagara



Rys. 51. Nowoczesny Electrolux Niagara.



Rys. 52. Schemat blokowy wysoko wydajnego Electroluxa RO 400



Rys. 53. Wysoko wydajny Electrolux RO 400



# 11

## MIERNIK TDS I ELEKTROLIZER

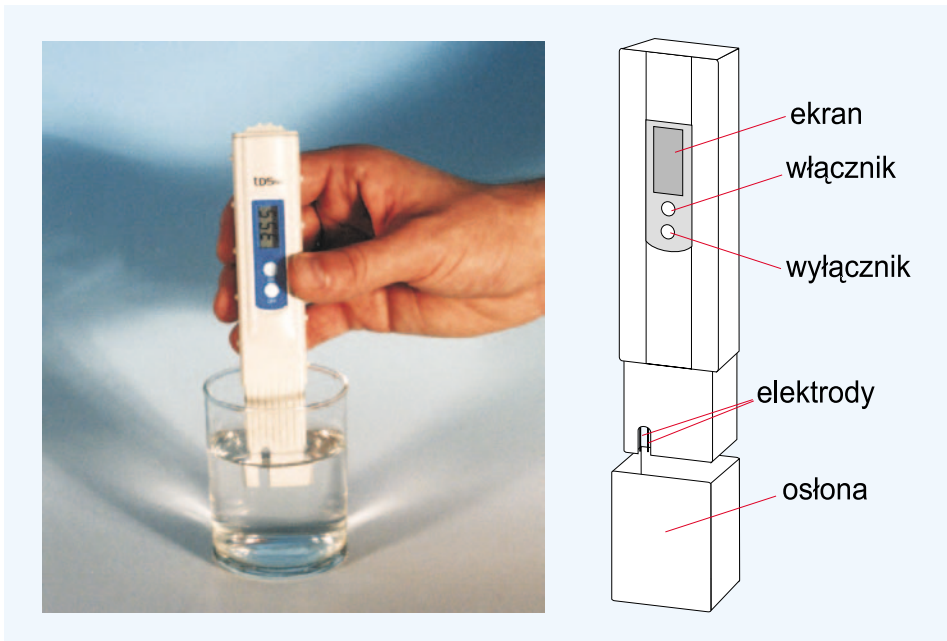
**Miernik TDS** jest prostym przyrządem pomiarowym przydatnym do kontroli sprawności urządzeń osmotycznych oraz do przybliżonego pomiaru stężenia chemicznego wody. Zanim jednak opiszemy jego działanie, należy wyjaśnić zjawisko **dysocjacji**, która polega na rozpadzie na jony (kationy i aniony) soli, kwasów i zasad przy ich zetknięciu z wodą. Zgodnie z tą definicją dla przykładu sól kuchenna NaCl (chlorek sodu) rozpadnie się w wodzie na dwa jony, kation sodu i anion chloru:



Czysta woda nie przewodzi w ogóle prądu elektrycznego, jeśli natomiast znajdują się w niej jakiegokolwiek jony będące wynikiem dysocjacji dowolnego kwasu, zasady lub soli, wówczas taki roztwór wody (elektrolit) będzie przewodził elektryczność.

Gęstość zdysocjowanych w wodzie związków można w bardzo prosty sposób zmierzyć miernikiem TDS (z angielskiego total dissolved solids, czyli ogólna ilość rozpuszczonych soli). Znajdujące się w mierniku TDS baterie przepuszczają prąd elektryczny przez odpowiednie elektrody zanurzone w wodzie. Wraz z gęstością jonów w wodzie rośnie liczba na wskaźniku, która podaje przybliżoną gęstość jonów w miligramach na litr. Jednak posługując się miernikiem TDS nie wykaże się wszystkich związków rozpuszczonych w wodzie, bowiem istnieje znaczna ich grupa, która nie należąc ani do soli, kwasów i zasad nie podlega dysocjacji. Liczne badania laboratoryjne wód kranowych i studziennych pokazują, że ilość zdysocjowanych związków w wodzie rzadko przekracza 30% wszystkich związków w niej rozpuszczonych. Zatem dokonując pomiaru wody kranowej lub studziennej miernikiem TDS nie będzie dużym błędem pomnożyć odczyt przez trzy.

**MIERNIK TDS WSKAZUJE TYLKO SUMARYCZNĄ ILOŚĆ ZWIĄZKÓW ZDYSOCJOWANYCH W WODZIE (SOLE, KWASY I ZASADY) w mg/l. W WODZIE ZNAJDUJĄ SIĘ RÓWNIEŻ INNE ZWIĄZKI, KTÓRYCH MIERNIK TDS NIE WYKAZUJE.**



Rys. 54. Budowa miernika TDS oraz pomiar gęstości jonów w wodzie.

Miernik TDS nie pokazuje, jakie pierwiastki i związki są w wodzie rozpuszczone. Aby ustalić to dokładnie należy oddać ją do specjalnego badania laboratoryjnego.

Korzystając z przybliżonego wyniku pomiaru miernikiem TDS możemy dowiedzieć się, jak dużo związków chemicznych pochodzących ze ścieków przedostało się do wody pitnej. Posługując się miernikiem TDS potrafimy również dokładnie sprawdzić, czy konkretny filtr do wody oczyszcza ją ze związków chemicznych, czy też nie, a także, jak dokładnie takie oczysz-



czanie odbywa się. Możemy bardzo łatwo pokazać, że przez psychologiczne filtry mechaniczne i węglowe przechodzą wszystkie związki chemiczne.

Z kolei sprawność oczyszczania aparatów osmotycznych określić możemy poprzez porównanie pomiaru wody wejściowej (nieoczyszczonej) oraz wyjściowej (oczyszczonej). Jeśli dla przykładu pomiar wskaże 400 mg/l przy wejściu i 40 mg/l przy wyjściu, to znaczy, że badany aparat osmotyczny przepuszcza 10% rozpuszczonych związków chemicznych, a 90 % kieruje do ścieku:

$$\frac{40 \text{ mg/l}}{400 \text{ mg/l}} \times 100 \% = 10 \%$$

Bardzo pomocnym przyrządem w pracy sprzedawców aparatów osmotycznych okazuje się **elektrolizer**. Elektroliza jest rozkładem wody na wodór i tlen, spowodowanym prądem elektrycznym przepływającym przez nią. Samo zjawisko elektrolizy jest zatem już pierwszym dowodem na to, że w danej wodzie znajdują się jakieś związki chemiczne. Przy okazji elektrolizy zachodzi następne interesujące zjawisko - wydzielający się z wody tlen jest bardzo aktywny i większość związków w niej rozpuszczonych i niewidocznych wchodzi z nim w reakcje. W wyniku utleniania powstają tlenki, które wytrącają się w postaci widocznych kłaczków czy zawiesin. Na powierzchni wody powstaje charakterystyczny kożuch, którego wygląd i grubość zależy od rodzaju oraz ilości „chemii” w danej wodzie.

Przestrzegamy jednak bardzo, że sama elektroliza wody nie dowodzi zawartości w niej tylko zanieczyszczeń. Jeśli zrobi się elektrolizę w wodzie mineralnej, to również otrzyma się nieciekawy kożuch, jednak w tym przypadku nie mamy wątpliwości, co w niej znajduje się - wystarczy przeczytać etykietkę. Jeżeli elektrolizie podda się wodę osmotyczną, wówczas najczęściej nie zobaczymy kożucha z tlenków, bowiem nie było czego utleniać. Woda z osmozy może otrzymać lekko słomkowy kolor - to rdza pokrywająca powierzchnię elektrody stalowej oraz pierwiastki mineralne, które przeszły przez membranę zabarwiają ją w ten sposób.



Rys. 55. Elektrolizer.

**ELEKTROLIZA JEST ROZKŁADEM WODY NA WODÓR  
I TLEN POD WPLYWEM PRZEPLYWAJĄCEGO PRZEZ  
NIĄ PRĄDU ELEKTRYCZNEGO  
(CZYSTA WODA NIE PRZEWODZI PRĄDU).  
POWSTAJĄCY W WYNIKU ELEKTROLIZY KOŻUCH  
(OSAD) JEST WYŁĄCZNIE WYNIKIEM UTLENIENIA  
NIEKTÓRYCH ROZPUSZCZONYCH W WODZIE  
ZWIĄZKÓW CHEMICZNYCH.**

# 12

## PODSUMOWANIE

1. Woda jest obok pożywienia i powietrza najważniejszym elementem istotnym dla życia człowieka.
2. Człowiek rodzi się w wodzie, spożywa 2,5 litra wody dziennie, co 20 dni wymienia całą zawartość wody w organizmie. Człowiek jest taki, jaka jest woda, którą pije.
3. Przez ostatnich 10 lat wyprodukowano na globie ziemskim taką ilość odpadów w postaci pyłów, śmieci i ścieków, jaką wcześniej wyprodukowano przez 70 lat. Jednocześnie Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) prognozuje, że tę samą ilość odpadów wytworzy się na świecie przez następne 5 lat.
4. W Polsce połowa ścieków komunalnych oraz ścieków przemysłowych trafia bez żadnego oczyszczania bezpośrednio do rzek i jezior.
5. Zakłady komunalne mogą uzdatniać na wodę pitną tylko wody powierzchniowe I klasy czystości. Ponieważ w naszych rzekach jest tylko 1% wód I klasy i tylko 6% II klasy czystości (stan w 1998 r.), do picia przeznaczają się wody klasy III oraz tzw. wody pozaklasowe, w których z powodu nadmiaru „chemii” nie ma życia biologicznego (tzw. wody martwe).
6. Budowa zakładów wodociągowych oraz stosowane w nich technologie oczyszczania wody nie zmieniły się od ponad 100 lat. Jednak zmieniła się, i to bardzo, woda im dostarczana. W zakładach tych usuwa się z wody widoczną, ale mało szkodliwą

mętność (piasek, muł, łył itp.), natomiast przepuszcza wszystkie rozpuszczone w wodzie i jednocześnie najbardziej szkodliwe związki chemiczne.

7. Normy dotyczące jakości wody pitnej oraz zakłady komunalne odpowiedzialne za jej jakość zajmują się bardziej właściwościami organoleptycznymi wody, czyli tymi wyczuwalnymi przez człowieka, niż własnościami chemicznymi, których konsument nie jest w stanie sprawdzić.
8. W Polsce wypija się tylko 0,3% wody pitnej produkowanej w zakładach wodociągowych. Czyli z 300 litrów wody pitnej tylko 1 litr jest wypijany, a 299 litrów jest skierowane do przemysłu, zmywania ulic, podlewania trawników, mycia samochodów, a w domu do mycia podłóg, w.c. itd..
9. Około 80% studni w Polsce zawiera wodę niezdatną do picia. Normy dotyczące azotanów, żelaza, manganu, pestycydów i innych groźnych związków zawartych w wodzie studziennej są często przekraczane kilkakrotnie.
10. Polska norma tylko w badaniach pełnych nakazuje analizować wodę na zawartość tylko 43 pierwiastków i związków chemicznych. Na Zachodzie bada się wodę na zawartość 250 składników.
11. Współczesna nauka chemii notuje na swojej liście ponad 6 000 000 związków chemicznych. Wśród nich jest ponad 2 300 takich, które łatwo rozpuszczają się w wodzie i równie łatwo przedostają się wraz ze ściekami do wód gruntowych, powierzchniowych oraz pitnych.
12. Z 2300 związków chemicznych znajdujących się w wodach, aż 97% jest niewyczuwalne żadnym ludzkim zmysłem. Nikt nie zna smaku oraz wyglądu ołowiu, rtęci, azotanów, pestycydów itd. w wodzie.

13. Pestycydy oraz nawozy sztuczne zaliczają się do głównych promotorów procesów nowotworowych. Wszystkie środki ochrony roślin są mniej lub bardziej trujące dla ludzi.
14. Spożywanie wód głębinowych, które wykazują dobre parametry mikrobiologiczne niesie za sobą zagrożenie zdrowia wynikające z braku znajomości przestrzegania zasad higieny w trakcie ich pobierania oraz przechowywania.
15. Gotowanie wody zabija bakterie i wirusy oraz wytrąca w postaci kamienia zawarty w niej wapń i magnez. Wszystkie inne związki chemiczne pozostają w wodzie. Ponadto na skutek parowania ubywa wody czystej i wzrasta stężenie rozpuszczonych w niej związków chemicznych.
16. Skutki picia wody skażonej odczuwamy najczęściej po wielu latach. Dlatego tak rzadko kojarzymy nasze dolegliwości i choroby ze złą jakością wody.
17. Najwięcej trucizn wchłaniamy dzisiaj przez powietrze, żywność i wodę. Ale tylko wodę potrafimy dokładnie oczyścić przy pomocy urządzeń osmotycznych.
18. Popularne domowe filtry mechaniczne oraz filtry węglowe poprawiają jedynie niektóre właściwości organoleptyczne wody, jak wygląd, smak i zapach. Nie usuwają natomiast niewidocznych w wodzie związków chemicznych i dlatego nazywa się je filtrami psychologicznymi.
19. W domowych filtrach mechanicznych oraz węglowych dochodzi często do tzw. zerwania lub krwawienia filtra. Polega to na gwałtownym wypłukaniu całych kolonii bakterii i wirusów, które w tych filtrach już się nie mieszczą.
20. Domowe filtry mechaniczne lub węglowe „oczyszczają” kilka tysięcy litrów wody na godzinę, natomiast aparaty z osmozą odwróconą oczyszczają średnio „tylko” 3 litry wody na godzinę.

21. Węgiel aktywny zachowuje swoją aktywność w wodzie przez 6 miesięcy. Po upływie tego czasu traci ją w szybkim tempie (lasacja węgla aktywnego) i jest podatny na bakterie.
22. Woda nigdy nie była głównym źródłem pierwiastków życia, bowiem wszystkie te elementy znajdują się w pożywieniu.
23. Wody mineralne dostarczają nam tylko kilka potrzebnych do życia pierwiastków (najczęściej wapń, sód, potas, magnez) i w ilościach śladowych w porównaniu z ich zapotrzebowaniem. Jeszcze mniej makro- i mikroelementów znajduje się w wodzie kranowej lub studziennej. Dla prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka potrzeba 22 pierwiastków.
24. Obecnie istnieją tylko dwa sposoby zaopatrywania się w zdrową i bezpieczną wodę do picia:
  - a) kupowanie w sklepach, ale pod warunkiem, że jest to woda sprawdzona, nie pochodząca z kranu lub niepewnego źródła,
  - b) oczyszczanie w domu urządzeniem osmotycznym.
25. Osmoza odwrócona jest obecnie jedynym skutecznym sposobem oczyszczania wody skażonej chemicznie.
26. Średniej wielkości bakteria jest 5000 razy większa od pory membrany osmotycznej.
27. Woda oczyszczona w aparatach z osmozą odwróconą jest średnio 10 razy tańsza od wód oferowanych w sklepach.
28. Czysta woda produkowana w domowych aparatach osmotycznych zawiera skład mineralogiczny zbliżony do składu wody z górskiego potoku. Ta sama woda przepuszczona dodatkowo przez dobrej jakości mineralizator jest porównywalna ze średnio zmineralizowaną wodą mineralną.

# 13

## SŁOWNIK TEMATYCZNY

**Adsorpcja** - zagęszczanie i skupianie gazów lub rozpuszczonych związków na powierzchni pewnych ciał stałych. Dobrym adsorbentem jest węgiel aktywny, który pochłania chlor zawarty w wodzie.

**Alzheimera choroba** - choroba polegająca na utracie pamięci. Naukowcy już wiedzą, że bezpośrednią jej przyczyną jest duża zawartość aluminium (glinu) w mózgu człowieka. Badania angielskie wykazują dużą zawartość tego pierwiastka w wodzie pitnej, a jego pochodzenie z zakładów wodociągowych, które do procesów koagulacji używają siarczanu żelazowo-aluminiowego.

**Aniony** - jony naładowane ujemnie. Występują w wodach mineralnych w wyniku dysocjacji soli mineralnych.

**Azbest** - minerał używany do wyrobu materiałów ogniotrwałych, dachówek (eternit) oraz w latach sześćdziesiątych do rur wodnych. Wycofany z produkcji po odkryciu bardzo szkodliwego wpływu azbestu na organizm człowieka. Jednak tysiące kilometrów magistrali wodnych z rur cementowo-azbestowych toczy do dziś wodę pitną w różnych miejscach kraju.

**Azotany** - związki pochodzące ze ścieków przemysłowych i rolniczych (nawozy sztuczne), a znajdujące się często w wodach pitnych. Wywołują u dzieci groźną chorobę - sinicę.

**Bakterie i wirusy** - występują we wszystkich wodach gruntowych, powierzchniowych i głębinowych. Ich nadmierny rozwój w wodzie pitnej hamuje się przy użyciu => chloru lub => ozonowaniem. Również dzięki gotowaniu niszczy się ewentualne bakterie i wirusy w wodzie kranowej lub studziennej.

**Błony osmotyczne** - naturalne błony, dzięki którym zachodzi w przyrodzie zjawisko=>osmozy naturalnej. Z błon osmotycznych zbudowane są komórki ludzkie, w których poprzez osmozę naturalną dochodzi do wyrównania stężeń wód wewnątrz- i zewnątrzkomórkowych.

**Chlor** - gaz używany do dezynfekcji wody. Od wielu lat ostro krytykowany, gdyż wchodząc w reakcje z innymi związkami w wodzie, tworzy nowe, często rakotwórcze. Sam chlor jest również niebezpieczny dla zdrowia człowieka.

**Destylacja** - metoda otrzymywania czystej cieczy poprzez parowanie, a następnie jej skraplanie. Destylacja nie przyjęła się w oczyszczaniu wody do picia z uwagi na wysokie koszty energii oraz ze względu na cierpki smak uzyskiwanego produktu.

**Detergenty** - związki stosowane do produkcji mydeł i proszków do prania. Tysiące ton tych związków trafia każdego dnia do wód powierzchniowych wraz ze ściekami komunalnymi. Długotrwałe przyjmowanie detergentów przez człowieka powoduje uszkodzenia wątroby i kory nadnerczy.

**Dezynfekcja wody** - ostatni etap uzdatniania wody pitnej służący do hamowania rozwoju bakterii i wirusów chorobotwórczych. Jako środek dezynfekcyjny używany jest w Polsce od wielu lat chlor. Nowe metody jak ozonowanie lub ultrafiolet są dużo droższe i u nas ciągle na etapie prób. Ponieważ nie ma gwarancji, że woda zdezynfekowana w zakładach wodociągowych nie ulegnie ponownemu skażeniu w rurach przesyłowych, zachodzi konieczność jej gotowania w domu.

**Dysocjacja** - rozkład na jony cząsteczek soli, kwasów i zasad, który zachodzi w wodzie. Zdysocjowane związki chemiczne możemy łatwo wykazać => miernikiem TDS lub pokazać za pomocą => elektrolizy wody.

**Elektroliza wody** - rozkład wody na wodór i tlen w wyniku przepływającego przez nią prądu elektrycznego. Ponieważ czysta woda nie przewodzi prądu elektrycznego dlatego dla zadziałania elektrolizy potrzebne są w wodzie pewne związki chemiczne, które będą jego nośnikami. Zjawisko elektrolizy wyko-



rzystuje się do pokazania niewidocznych w wodzie związków chemicznych - wydzielający się w czasie elektrolizy tlen tworzy widoczne w wodzie tlenki.

**Filtry chemiczne (wyminiacze jonowe)** - filtry usuwające z wody niepożądane pierwiastki poprzez ich zamianę na pierwiastki mniej groźne (najczęściej sól). Powszechne zastosowanie znalazły jedynie => odżelaziacze i => zmiękczacze.

**Filtry mechaniczne** - filtry usuwające z wody wyłącznie nierozpuszczone w niej sedymenty jak piasek, ły, humusy, kłaczkii wodorotlenku żelaza, martwe i żywe organizmy wodne z dokładnością odpowiednią do ich porowatości. Stosowane są w zakładach wodociągowych w postaci żwirów i piasków oraz w filtrach domowych. Poprawiają jedynie mętność wody i są siedliskiem bakterii. Ponieważ domowe filtry mechaniczne przepuszczają wszystkie rozpuszczone w wodzie związki chemiczne zaliczone są do => filtrów psychologicznych.

**Filtry psychologiczne** - filtry domowe, które poprawiają wyłącznie właściwości organoleptyczne wody jak mętność, smak lub zapach. Ponieważ właściwości te są łatwo rejestrowane przez zmysły konsumenta, filtry takie znajdują duży popyt w handlu. Nie usuwają z wody tego, co jest w niej niewidoczne i jednocześnie najbardziej niebezpieczne - rozpuszczonych związków chemicznych. Do filtrów psychologicznych należą => filtry mechaniczne oraz => filtry z węglem aktywnym.

**Filtry z węglem aktywnym** - węgiel aktywny usuwa z wody część zawartego w niej chloru poprawiając w ten sposób jej smak i zapach. Ponieważ przepuszczają wszystkie inne związki chemiczne zalicza się je do => filtrów psychologicznych. Węgiel aktywny należy wymienić po 6 miesiącach jego kontaktu z wodą, gdyż pozbawiony swojej aktywności staje się łatwo siedliskiem bakterii.

**Gotowanie wody** - służy tylko do unieszkodliwiania bakterii i wirusów, które znajdują się w wodzie kranowej (mimo jej chlorowania), w wodzie ze studni gruntowej lub głębinowej. Gotowanie wody nie usuwa w ogóle rozpuszczonych w niej związków chemicznych, lecz z powodu parowania czystej wody powoduje ich zagęszczenie.

**Jony** - dodatnio (kationy) lub ujemnie (aniony) naładowane pierwiastki lub cząstki chemiczne powstałe np. przez dysocjację soli, kwasów i zasad w wodzie.

**Kancerogenne zmiany** - inaczej rakotwórcze; procesy wywołujące zatrucie organizmu powodujące u człowieka choroby nowotworowe.

**Kationy** - jony naładowane dodatnio. Występują w => wodach mineralnych w wyniku dysocjacji soli mineralnych w wodzie.

**Klasy czystości wód powierzchniowych** - podział wód powierzchniowych według ich jakości fizycznej, chemicznej i biologicznej. W Polsce przyjęto 3 klasy czystości:

I klasa - dopuszczona do przerabiania na wodę pitną oraz do przemysłu spożywczego.

II klasa - dopuszczona do celów rekreacyjnych i hodowli zwierząt.

III klasa - dopuszczona do przemysłu i rolnictwa.

Obecnie praktycznie nie ma w Polsce wód I klasy czystości (1% w 1998 r.), a od kilkunastu lat przeważają tzw. pozaklasowe wody powierzchniowe, które nie mieszczą się w żadnej z norm (60% w 1998 r.). Z powodu braku czystych wód powierzchniowych zakłady wodociągowe produkują wodę pitną z wód III klasy czystości oraz z wód pozaklasowych.

**Koagulacja (żelowanie)** - proces fizyczny stosowany w oczyszczalniach wody. Polega na dodawaniu do wody tzw. koagulantu (najczęściej siarczan żelazowo-aluminiowy), który wiąże ze sobą nie wytrącone w procesie => sedymentacji lżejsze części i tworzy łatwe do wytrącenia kłaczkę.

**Krwawienie filtra** => zerwanie filtra.

**Kumulacja** - zjawisko gromadzenia się w różnych miejscach organizmu człowieka niebezpiecznych dla zdrowia pierwiastków oraz związków chemicznych, których człowiek nie potrafi wydaląć. Najwięcej tych związków kumuluje się w nerkach i wątrobie.

**Lasacja węgla aktywnego** - rozkład (degradacja) węgla aktywnego w środowisku wodnym. Zlasowany węgiel aktywny traci wymagane własności adsorbcyjne wobec chloru, wskutek czego następuje w nim rozwój bakterii. Dezynfekcja zakażonej wody specjalnymi płynami, lampami UV itp. nie przynosi oczekiwanych efektów i jest tylko próbą zaleczenia choroby, której można łatwo zapobiec. Aby nie dopuścić do całkowitej lasacji węgla aktywnego, musi on być wymieniany nie rzadziej niż co 6 miesięcy.

**Magnetyzery** - urządzenia wytwarzające silne pole magnetyczne, które zabezpiecza rury wodne przed osadzaniem się kamienia. Magnetyzery chronią rury, ale nie poprawiają jakości wody.

**Makroelementy** - grupa pierwiastków mineralnych, które w dużych ilościach występują w organizmie ludzkim. Do makroelementów zalicza się: wapń (Ca), sód (Na), potas (K), magnez (Mg), siarkę (S), żelazo (Fe) i fosfor (P).

**Membrana** - błona osmotyczna wytwarzana sztucznie i stosowana do filtracji wody za pomocą => osmozy odwróconej. Ogromny postęp w technice membranowej rozpoczął się w 1952 r. dzięki wynalezieniu membran poliamidowych (TFC). Produkcja domowych aparatów osmotycznych rozpoczęła się w USA w 1965 r. Współczesne membrany osmotyczne do użytku domowego przepuszczają większość zawartych w wodzie pierwiastków mineralnych (wapń, sód, potas, magnez), ponieważ stanowią one najmniejsze elementy rozpuszczone w niej.

**Metale śmierci** - potoczne określenie szczególnie toksycznych metali ciężkich, które zanieczyszczają środowisko i łatwo przechodzą do wody pitnej. Do metali śmierci należą ołów, rtęć, chrom i kadm.

**Mętność wody** - tzw. pozorna barwa wody, która spowodowana jest zawartością w niej części nierozpuszczonych (sedymentów). Mętność wody usuwana jest łatwo w zakładach wodociagowych poprzez => sedymentację i => koagulację lub w domu przy użyciu => filtrów mechanicznych. Mętność wody spowodowana jest mało groźnymi dla zdrowia piaskami, ilami, rdzą żelaza itd., natomiast groźne dla zdrowia związki chemiczne pozostają niewidoczne.

**Mikroelementy** - grupa pierwiastków mineralnych występujących w mniejszych (śladowych) ilościach w organizmie człowieka. Do mikroelementów zaliczamy np.: jod, cynk, fluor, miedź, mangan, selen, molibden, kobalt.

**Mikrometr (a)** - potocznie mikron. Jednostka długości 1000 razy mniejsza od milimetra. Cząstka wody i pora w membranie osmotycznej jest wielkości 0,0001 a, a średnia bakteria mierzy 0,5 a (tzn. jest 5000 razy większa od cząsteczki wody).

**Mineralizatory** - elementy domowych urządzeń osmotycznych, które oczyszczoną wodę wzbogacają w kilka makroelementów (sód, potas, wapń, magnez). Woda po przejściu przez dobrej jakości mineralizator jest porównywalna z wodą mineralną średnio zmineralizowaną.

**Minerały** - części składowe skał tworzących skorupę ziemską. Niektóre minerały zawierają pierwiastki życia, które w niewielkich ilościach przedostają się do wód przepływających przez nie. Jedyne pierwiastki życia, które spotykane są w wodach powierzchniowych, gruntowych oraz mineralnych to wapń, potas, sód i magnez oraz rzadziej żelazo i fluor.

**Mogilniki** - betonowe studnie, w których począwszy od lat sześćdziesiątych przechowuje się tysiące ton przeterminowanych oraz wycofanych z obiegu nawozów sztucznych i pestycydów. Ponad 300 mogilników rozmieszczonych jest w różnych miejscach kraju i zatrują od wielu lat wody gruntowe i powierzchniowe.

**Mutagenne zmiany** - procesy powstałe z powodu zatrucia organizmu, powodują u człowieka zmiany genetyczne.

**Nawozy** - substancje zawierające naturalne (obornik i gnojowica) lub sztuczne składniki chemiczne przydatne dla rozwoju roślin. Nieprawidłowe lub zbyt intensywne nawożenie pól i łąk wpływa niekorzystnie na skład chemiczny wód gruntowych i powierzchniowych. Najbardziej niebezpieczną substancją pochodzącą z nawożenia są => azotany.

**Odżelaziacze** - filtry chemiczne, które usuwają z wody nadmiar żelaza i manganu, zamieniając je na sól. Filtry te przepuszczają wszystkie pozostałe pierwiastki chemiczne zawarte w wodzie.

**Organizmy wodne** - zanieczyszczenia biologiczne większe od bakterii i wirusów, które obejmują najczęściej pierwotniaki i pasożyty. Chlorowanie nie zawsze skutecznie likwiduje je w wodzie pitnej. Powszechnie spotykane organizmy wodne to skąposzczety, nicienie, pełzaki czerwoni, glista ludzka, tasiemiec.

**Organoleptyczne właściwości wody** - właściwości wody oceniane za pomocą zmysłów smaku, węchu i wzroku. Ponieważ konsument może je wyczuć, są w pierwszej kolejności poprawiane przez producentów wody pitnej. Również najczęściej spotykane w handlu filtry domowe poprawiają jedynie niektóre właściwości organoleptyczne wody. Najłatwiej usuwa się mętność (używając filtry mechaniczne) oraz zapach chloru (stosując węgiel aktywny).

**Osmoza naturalna** - naturalny proces polegający na przenikaniu przez błonę osmotyczną rozpuszczalnika (np. wody) z roztworu o stężeniu mniejszym do roztworu o stężeniu większym. Dzięki osmozie naturalnej istnieje życie ludzi, zwierząt i roślin.

**Osmoza odwrócona** - proces odwrotny do osmozy naturalnej. Przez wytworzenie ciśnienia w płynie bardziej stężonym można wymusić przejście cząsteczek rozpuszczalnika (np. wody) do płynu o stężeniu mniejszym. Proces wykorzystywany coraz powszechniej jako sposób oczyszczania wód.

**Ozonowanie wody** - alternatywna dla chlorowania, nowoczesna metoda dezynfekcji wody. Ponieważ mniej wygodna i dużo droższa, nie znajduje zastosowania w Polsce.

**Pestycydy** - substancje chemiczne stosowane do ochrony roślin uprawnych, pasz i zwierząt hodowlanych przed chwastami, grzybami, owadami itd. Zależnie od przeznaczenia pestycydy dzielimy na:

- akarycydy - do zwalczania roztoczy,
- algicydy - do zwalczania glonów,
- herbicydy - do zwalczania chwastów,

- insektycydy - do zwalczania owadów,
- fungicydy - do zwalczania grzybów,
- nematocydy - do zwalczania nicieni,
- rodentycydy - do zwalczania gryzoni,
- moluskocydy - do zwalczania ślimaków.

Pestycydy stosowane powszechnie w rolnictwie i leśnictwie zatrują wody gruntowe i powierzchniowe łatwo przechodząc do wód pitnych.

**Pierwiastki życia** - pierwiastki, które są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka. Współczesna nauka zna 22 pierwiastki życia, które zależnie od spożywanej ilości i zawartości w organizmie dzieli się na => makro- i => mikroelementy. Źródłem pierwiastków życia jest przede wszystkim żywność. Niektóre z tych pierwiastków mogą znaleźć się w wodzie przepływającej przez skały zawierające minerały.

**Retencja wód** - gromadzenie wód rzecznych w sztucznych zbiornikach (retencyjnych). Najlepszy sposób zbierania wód o wysokiej klasie czystości w celu przetworzenia na wody pitne. Retencja obejmuje w całej Europie 30%, natomiast w Polsce tylko 4% wód opadowych (w stosunku do całorocznych opadów atmosferycznych). Największy w Polsce zbiornik retencyjny, Jezioro Goczałkowickie, z którego dostarcza się wodę pitną dla 5 milionów mieszkańców Górnego Śląska i okolic, ma przy wejściu wodę II klasy czystości, a na wyjściu wodę pozaklasową!!!

**Sedymentacja** - pierwszy etap oczyszczania wody powierzchniowej w zakładach wodociągowych. Polega na samoistnym (grawitacyjnym) opadaniu większych, nierozpuszczonych cząstek w wodzie wypełniającej stawy sedymentacyjne. Wynikiem sedymentacji jest zmniejszenie zawartości zawieszin w wodzie (zmniejszenie mętności wody).

**Sedymenty** - zawiesiny, czyli nierozpuszczone w wodzie części stałe, jak: piasek, glina, iły, humusy, żywe i martwe organizmy wodne. Usuwane w procesie sedymentacji lub za pomocą filtrów mechanicznych.

**Siarczan żelazowo-aluminiowy** - związek chemiczny stosowany w procesie koagulacji w zakładach komunalnych. Badania naukowe potwierdzają obecność w wodzie pitnej aluminium pochodzącego z tego procesu.

**Ścieki komunalne** - ścieki pochodzące z gospodarstw domowych zawierające przede wszystkim odchody ludzkie, brudną wodę pochodzącą z higieny osobistej, mycia naczyń itd. Ścieki komunalne z dużych miast kierowane są często do oczyszczalni ścieków i po oczyszczeniu (przeważnie mechanicznym) kierowane są do rzek. Połowa polskich miast powyżej 100 tys. mieszkańców nie posiada do dzisiaj żadnej oczyszczalni ścieków komunalnych. Na wsiach ścieki komunalne gromadzone są najczęściej w szambach, a stąd przewożone są do rzek.

**Ścieki przemysłowe** - w Polsce ogromne ilości ścieków przemysłowych wypuszczane są bezpośrednio do rzek, bo zarządcom większości fabryk bardziej opłaca się płacić kary za takie postępowanie, niż budować własne oczyszczalnie ścieków. Z powodu daleko posuniętej degradacji polskich rzek, spowodowanej ściekami przemysłowymi, zawartość związków chemicznych w 1 litrze wody dochodzi w wielu przypadkach do 1000 miligramów. Związków tych w wodach rzecznych, będących źródłem wody pitnej, nie da się usunąć żadną z tradycyjnych metod oczyszczania.

**Ścieki rolnicze** - na ścieki rolnicze składają się => nawozy naturalne i sztuczne oraz => pestycydy. Ogromne ilości szkodliwych dla ludzkiego zdrowia związków chemicznych zawartych w nawozach i pestycydach wysypywane i wylwane są każdego dnia na pola, łąki i lasy, przedostają się łatwo do wód gruntowych, studni przydomowych oraz wód powierzchniowych, które są źródłem wód pitnych dla miast.

**TDS - total dissolved solids** (ang.) - ogólna ilość rozpuszczonych soli. Wielkość określająca zawartość niektórych związków chemicznych w wodzie i łatwa do zmierzenia miernikiem TDS.

**Trójhalemetany (THM)** - najbardziej niebezpieczne związki powstające w wyniku reakcji chloru z substancjami organicznymi w wodzie. Najgroźniejsze THM-y, chloroform i bromoform, są rakotwórcze.

**Twardość wody** - właściwość wody, charakteryzująca się utrudnionym tworzeniem się piany mydlanej. Powodowana jest zwiększoną zawartością węglanów wapnia i magnezu w wodzie. Woda twarda powoduje wytrącanie się

kamienia w rurach, kotłach, naczyniach kuchennych, żelazkach itp. Twardość wody można usuwać chemicznie przy użyciu => zmiękczacza.

**Warstwy nieprzepuszczalne** - nieprzepuszczalne dla wody warstwy skał w skorupie ziemskiej, na których mogą zbierać się wody gruntowe (pierwsza warstwa nieprzepuszczalna) lub wody głębinowe (kolejna warstwa nieprzepuszczalna).

**Węgiel aktywny** - węgiel wytwarzany w specjalnych warunkach (wysokie ciśnienie i temperatura do 600°C) z drewna bukowego lub łupka kokosowego. Węgiel aktywny ma własności sorbcyjne i skutecznie redukuje zawartość chloru oraz niektórych związków aromatycznych w wodzie. Ponieważ po 6 miesiącach kontaktu z wodą traci wyraźnie na swojej aktywności, stając się miejscem rozwoju bakterii, musi być systematycznie wymieniany.

**Woda destylowana** - czysta woda otrzymana w efekcie gotowania roztworu wodnego i skraplania pary wodnej. Jest niechętnie używana jako pitna, ze względu na cierpki smak.

**Woda miękka** - woda o małej zawartości związków wapnia i magnezu. Jest przyjazna w praniu i myciu i nie przyczynia się do powstawania kamienia kotłowego.

**Woda osmotyczna** - woda powstająca w wyniku procesu osmozy odwróconej. Woda osmotyczna produkowana w aparatach domowych jest pozbawiona niepożądanych (również trujących) związków chemicznych i zawiera kilka potrzebnych do życia pierwiastków życia (sód, potas, wapń i magnez). Jest obecnie zalecana na całym świecie zamiast niezdatnych do picia wód kranowych lub studziennych albo drogich wód oferowanych w sklepach.

**Woda pitna** - woda stanowiąca jeden z podstawowych elementów potrzebnych do życia. Podczas trawienia rozpuszcza w sobie poszczególne składniki pokarmowe, które są następnie wchłaniane przez jelita i dostarczane do komórek. Jest przekaźnikiem i regulatorem ciepła w organizmie, bierze udział we wszystkich procesach biochemicznych, zwilża błony śluzowe, gałkę oczną i zapewnia ruchliwość stawów. Dorosły człowiek potrzebuje dziennie około 2,5 litra wody, która powinna być czysta z ewentualną domieszką składników



mineralnych i nie powinna zawierać żadnych składników szkodliwych. Ponieważ z powodu daleko posuniętego skażenia środowiska naturalnego wody powierzchniowe i gruntowe, stanowiące najczęściej źródło wody pitnej, nie nadają się do picia, trzeba je dodatkowo oczyszczać i uzdatniać. Wody powierzchniowe są oczyszczane w zakładach wodociągowych, których konstrukcja oraz technologie oczyszczania nie zmieniły się od ponad 100 lat. Dlatego obecnie zakłady te nie są w stanie oczyścić wodę z ogromnych ilości związków chemicznych pochodzących ze ścieków komunalnych, przemysłowych i rolniczych. Jedynym sposobem otrzymania dobrej i zdrowej wody w zakładach jest korzystanie z wód powierzchniowych I klasy czystości, których w Polsce już nie ma. Wody pitne pochodzące z wód gruntowych, a pobierane ze studni, nie są w ogóle oczyszczane i uzdatniane; jedyna ich przeróbka polega na gotowaniu w celu unieszkodliwienia bakterii i wirusów. Jakość wód pitnych podawanych odbiorcom reguluje w Polsce odpowiednia norma (Dziennik Ustaw Nr 35, poz. 205 z 4 maja 1990 r.), która wyraźnie precyzuje obraz organoleptyczny, fizykochemiczny oraz bakteriologiczny tych wód. Jednak każda nowa norma (obecnie dyskutuje się nad czwartą po 1945 roku) jest tylko dopasowywana do realiów i dopuszcza coraz większe ilości substancji rozpuszczalnych w wodzie.

Zakłady wodociągowe produkują i przesyłają do odbiorców tymi samymi rurami wodę pitną (0,3%) i wodę gospodarczą (99,7%). Ponieważ obecnie skażenie wód, z których produkuje się wodę pitną nie pozwala na ich skuteczne oczyszczenie tradycyjnymi metodami, zmuszeni jesteśmy stosować w domach do tych celów nowoczesne, indywidualne stacje oczyszczania działające na zasadzie odwróconej osmozy.

**Woda twarda** - woda o dużej zawartości związków wapnia i magnezu. Jest niechętnie używana z powodu większego zużycia proszków do prania i mydeł oraz z powodu tworzenia się kamienia w naczyniach, pralkach, kaloryferach, rurach itd. Twardość wody można zmniejszyć poprzez zastosowanie => zmiękczaczy.

**Wody deszczowe** - wody, które w obiegu hydrologicznym powracają z chmur na powierzchnię ziemi w postaci deszczu, śniegu lub gradu. Wody deszczowe były od zarania dziejów zupełnie czyste (pochodzą z parowania oceanów, mórz, rzek itd.), ale ostatnio są coraz częściej kwaśne i zapyłone.

**Wody głębinowe** - wody znajdujące się w skorupie ziemskiej na dużych głębokościach i odizolowane od brudów cywilizacji dzięki istnieniu geologicznych warstw nieprzepuszczalnych. Zależnie od budowy skał, z którymi wody głębinowe sąsiadują, mogą one zawierać różne pierwiastki. Jeśli woda głębinowa zawiera odpowiednią ilość pierwiastków życia, które tworzą ze sobą wymagane proporcje, może być oferowana konsumentom jako => woda mineralna.

**Uwaga:** Według nowej normy, obowiązującej od 1996 r., woda mineralna może zawierać poniżej 500mg/l pierwiastków życia. Wody o takim składzie występują niemal w każdym miejscu skorupy ziemskiej i płyną z niejednego kranu, dlatego też dzisiejsze wody mineralne oferowane w handlu rzadko pochodzą z głębi Ziemi.

**Wody gospodarcze** - zdecydowanie większa część wód produkowanych w polskich zakładach wodociągowych (aż 99,7%!!!), które są zużywane w przemyśle oraz w mieszkaniach do celów gospodarczych (toalety, higiena osobista, zmywanie podłóg itp.). Ponieważ wody gospodarcze przesyłane są tymi samymi rurami wodociągowymi co wody pitne, muszą być również oczyszczone tak dokładnie jak wody pitne.

**Wody gruntowe** - wody zalegające w górnych warstwach powierzchni Ziemi, najczęściej do głębokości około 25 metrów. Zawierają one zanieczyszczenia z atmosfery, ścieków rolniczych, ścieków ze śmietnisk komunalnych, odchodów z nieuszczelnionych szamb itd.

**Wody mineralne** - wody głębinowe o szczególnej zawartości ilościowej oraz jakościowej (odpowiednie proporcje) pierwiastków życia. Do roku 1996 obowiązywała w Polsce norma, która wymagała w wodzie mineralnej **minimum 1000 mg** pierwiastków życia w jednym litrze (warunek ten spełniało 28 źródeł wód głębinowych z terenu całej Polski). Od roku 1996 obowiązuje norma, która dopuszcza do obiegu wody mineralne o zawartości **od 0 do 500 mg** pierwiastków życia w litrze wody. Obecnie posiadamy w Polsce ponad 1000 takich wód mineralnych. Wody mineralne zawierają tylko kilka potrzebnych do życia pierwiastków (najczęściej wapń, sód, potas i magnez) i w ilościach śladowych w porównaniu z ich zapotrzebowaniem.

**Wody powierzchniowe** - zasilają rzeki i jeziora. Z wód powierzchniowych produkuje się 50% wód pitnych spożywanych w Polsce. Ustawa Ministra Zdrowia i Ochrony Środowiska (Dz. U. PRL Nr 42 z 1987 r. poz. 248) mówi, że tylko wody powierzchniowe I klasy czystości mogą być kierowane do zakładów wodociągowych w celu przerobienia na wody pitne. Z powodu braku wód powierzchniowych I, a także II klasy czystości, wody pitne produkowane są najczęściej z wód III klasy czystości oraz z => wód pozaklasowych.

**Wody pozaklasowe** - wody powierzchniowe, które z powodu wyjątkowo złej jakości nie mieszczą się w żadnej z trzech klas czystości definiowanych w normie. W wodach pozaklasowych nie występują wirusy i bakterie z powodu wyjątkowego zagęszczenia związków chemicznych. Obecnie z wód pozaklasowych oraz z wód powierzchniowych III klasy czystości produkuje się najczęściej wody pitne w Polsce.

**Wody stołowe** - wody kranowe uszlachetniane w różny sposób i oferowane w sprzedaży. Odpowiednia norma dopuszcza do uszlachetniania wody kranowej dodatki smakowe oraz dwutlenek węgla (wody gazowane).

**Zmiękczacze** - filtry chemiczne, które obniżają zawartość w wodzie związków wapnia i magnezu (zmiękczają wodę) poprzez ich zamianę na inne związki. Ze zmiękczonej wody wytrąca się mniej kamienia w rurach i naczyniach. Zmiękczacze przepuszczają wszystkie pozostałe pierwiastki i związki chemiczne zawarte w wodzie.

**Zakłady wodociągowe** - zakłady komunalne, których zadaniem jest oczyścić wody powierzchniowe i uzdatnić je na wody pitne. Pierwsze zakłady wodociągowe powstały w Polsce na przełomie XIX i XX wieku a ich konstrukcja oraz technologia oczyszczania wody nie zmieniły się do dziś. Problemem współczesnych zakładów wodociągowych jest usuwanie z wody związków chemicznych przybывających w szybkim tempie i których nie da się z niej usunąć żadną z tradycyjnych metod oczyszczania. Z tego powodu jedynym sposobem uzyskania w zakładach wodociągowych czystej, zdrowej i bezpiecznej wody jest pobieranie odpowiednio czystego surowca, którym mogą być tylko wody powierzchniowe I klasy czystości. Z powodu braku w Polsce wód powierzchniowych I klasy oraz II klasy czystości, wody pitne produkowane są z wód powierzchniowych III klasy i wód pozaklasowych.

Ponieważ zakłady wodociągowe produkują jednocześnie wody dla przemysłu oraz dla innych celów gospodarczych (tzw. wody gospodarcze), które transportowane są wspólnie z wodą pitną, stąd wody te muszą być także tak dokładnie oczyszczane, jak woda pitna. Stosunek wody pitnej do wód gospodarczych produkowanych w polskich zakładach wodociągowych jest wyjątkowo niekorzystny (wynosił w 1998 r. 1:300), dlatego jedynym skutecznym rozwiązaniem jest oczyszczenie wody pitnej za pomocą urządzeń osmotycznych w miejscu jej spożywania (kuchnie domowe, restauracje i bary, stołówki itd.).

**Zerwanie filtra (inaczej krwawienie)** - zjawisko występujące w domowych filtrach mechanicznych i węglowych. Polega na gwałtownym wypłukiwaniu z nich całych kolonii bakterii, które rozmnażając się gwałtownie, wypełniają całą objętość tych filtrów.

# SPIS RYSUNKÓW

1. Budowa cząstki wody.
2. Człowiek zbudowany jest w 70% z wody
3. Bez wody nie ma życia
4. Lepiej zapobiegać czy leczyć?
5. ...również media przestrzegają...
6. Krążenie wody w przyrodzie
7. Jak zaturowana jest woda?
8. Ścieki przemysłowe wylewane bezkarnie do rzek
9. Pestycydy i nawozy sztuczne również zaturowują środowisko naturalne człowieka
10. Postęp degradacji środowiska naturalnego
11. Śmietniska źródłem skażenia wody pitnej
12. Największe źródła trucizn w wodach gruntowych i powierzchniowych
13. Klasy czystości wód powierzchniowych w Polsce
14. Ilość czystych wód powierzchniowych w Polsce powojennej
15. Czystość głównych rzek w Polsce w 1998 r.
16. Schemat oczyszczania i uzdatniania wody w typowym zakładzie wodociagowym
17. Chlorowanie wody pitnej
18. Tylko 0,3% produkowanej w Polsce wody pitnej jest wypijane
19. Nowoczesne rury wodne z PVC mają tylko ładny wygląd
20. Im więcej ołowiu, tym mniej rozumu
21. Skorodowane rury ołowiane
22. Nowoczesne rury miedziane nie są pozbawione wad
23. Asfalt używany do uszczelniania rur
24. Czy studnie zawierają dzisiaj taką wodę, jak przed uprzemysłowieniem?
25. Wody gruntowe i głębinowe w skorupie ziemskiej
26. Centralne filtry mechaniczne.
27. Zalety miękkiej wody w domu
28. Wody kupowane w sklepach nie są tanie
29. Mamy do wyboru...
30. Jak działa dyfuzja.

31. Jak mała jest cząstka wody.
32. Porównanie pory błony osmotycznej z bakterią i wirusem
33. Jak działa osmoza naturalna
34. Jak działa osmoza odwrócona
35. Praca membrany osmotycznej
36. Porównanie cząstki wody z cząstką lindanu i DDT
37. Budowa modułu z membraną osmotyczną
38. Typowy filtr mechaniczny do ochrony membrany osmotycznej
39. Zużycie węgla aktywnego w środowisku wodnym
40. Popularny wkład węglowy wraz z obudową w porównaniu z nowoczesnym filtrem liniowym
41. Schemat poglądowy typowego aparatu osmotycznego z mineralizatorem
42. Przykłady zastosowania czystej wody pitnej
43. Zbiornik ciśnieniowy z przeponą i gruszką
44. Schemat blokowy typowego aparatu osmotycznego
45. Popularny aparat domowy z osmozą odwróconą
46. Nowoczesny aparat osmotyczny w obudowie ochronnej
47. Systemy podawania wody czystej
48. Aparat osmotyczny naszałkowy
49. Cooler biurowy i domowy
50. Schemat blokowy nowoczesnego Electroluxa Niagara
51. Nowoczesny Electrolux Niagara
52. Schemat blokowy wysoko wydajnego Electroluxa RO 400
53. Wysoko wydajny Electrolux RO 400
54. Budowa miernika TDS oraz pomiar gęstości jonów w wodzie
55. Elektrolizer

## **SPIS TABEL**

1. Szkodliwe i chorobotwórcze działanie wybranych pierwiastków i związków chemicznych występujących w wodzie pitnej.
2. Kumulacja prostych pierwiastków w organizmie ludzkim.
3. Zawartość pierwiastków życia w pożywieniu.
4. Skuteczność oczyszczania różnych metod filtracji wody.

# ZAŁĄCZNIKI

## Załącznik nr 1

Stanowisko Komisji Ochrony Środowiska Senatu RP  
w sprawie jakości wody do picia. Warszawa, 15 maja 1997 r.

SENAT RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ  
Komisja Ochrony Środowiska

STANOWISKO  
Komisji Ochrony Środowiska Senatu RP  
w sprawie jakości wody do picia

Komisja Ochrony Środowiska Senatu RP na posiedzeniu w dniu 13 maja 1997 roku zapoznała się z zagrożeniami dla zdrowia i środowiska człowieka wynikającymi z jakości wody do picia.

Z informacji Rządowej Komisji Ludnościowej wynika m.in., że:

- od wielu lat powiększa się (na niekorzyść naszego kraju) różnica pomiędzy długością życia w Polsce a długością życia w krajach europejskich,
- w ostatnich latach systematycznie wzrasta umieralność w następstwie chorób nowotworowych i proces ten nie zostanie zahamowany jeżeli nie poprawi się obecny stan diagnostyki, terapii i profilaktyki nowotworów.

Członkowie Komisji uznają, że:

- jakość wód powierzchniowych pozyskiwanych do uzdatniania w celu zaopatrzenia ludności w wodę jest bardzo zła, natomiast zagrożone skażeniem zasoby wód podziemnych wymagają podjęcia zdecydowanych działań w celu ich ochrony,
- brak jest odpowiednich uregulowań prawnych gwarantujących polskiemu konsumentowi dostateczną ochronę przed substancjami toksycznymi, które mogą być zawarte w wodzie do picia w wyniku skażenia wody surowej, nieodpowiednich procesów jej uzdatniania oraz kontaminacji w sieci wodociągowej i instalacjach wewnętrznych,



- 
- za zarządzanie, monitoring jakości wody i kontrolę przestrzegania przepisów powinna być odpowiedzialna jedna organizacja - począwszy od źródła wody skończywszy od odbiorcy.

Mając powyższe na uwadze, senacka Komisja Ochrony Środowiska zwraca się do Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej o:

- rozszerzenie norm jakości wody do picia na substancje rakotwórcze, zwłaszcza wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne,
- szybkie dostosowanie polskich norm jakości wody (surowej powierzchniowej i podziemnej, uzdatnionej i dostarczonej odbiorcy) do ich europejskich odpowiedników,
- opracowanie metodyki i sukcesywne stosowanie do dezynfekcji wody dwutlenku chloru oraz innych substancji zamiast chloru gazowego,
- zobowiązanie instytucji zajmujących się kontrolą jakości wody do podawania do wiadomości publicznej co pół roku w mediach lokalnych i regionalnych danych dotyczących jakości wody do picia według norm dyrektywy europejskiej.

Do Rady Ministrów o:

- zobowiązanie wojewódzkich inspektorów ochrony środowiska i wojewódzkich stacji sanitarno-epidemiologicznych działających w województwach o największym ryzyku zdrowotnym związanym ze złą jakością wody do picia, do składania Rządowi dorocznych sprawozdań z działalności na rzecz ograniczenia tego ryzyka,
- przyjęcie nowej strategii ochrony Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) przewidującej zakaz budowy nowych obiektów uciążliwych dla środowiska, m.in. składowisk odpadów komunalnych i przemysłowych, wylewisk odpadów płynnych i magazynów substancji ropopochodnych,
- wydzielenia obszarów najwyższej ochrony (ONO) dla stref aktywnego zasilania zbiorników wód o wysokiej jakości i obszarów wysokiej ochrony (OWO),
- uznanie za priorytet konieczności uporządkowania elementów gospodarki wodno-ściekowej zarówno na terenach miejskich i wiejskich, które wiążą się z czystością wód podziemnych i powierzchniowych.

*Przewodniczący Komisji  
Senator Ryszard Ochwat*

Warszawa dnia 15 maja 1997

**Załącznik nr 2**

Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej  
z dnia 4 maja 1990 r., zmieniające rozporządzenie w sprawie  
warunków jakim powinna odpowiadać woda do picia  
i na potrzeby gospodarcze.

## ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ZDROWIA I OPIEKI SPOŁECZNEJ

z dnia 4 maja 1990 r.

zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać  
woda do picia i na potrzeby gospodarcze.

Na podstawie art. 106 ust.2 ustawy z dnia 24 października 1974 r. - Prawo wodne (Dz. U. Nr 38, poz.230 z 1980 r. Nr 3, poz.6, z 1983 r. Nr 44, poz. 201, z 1989 r. Nr 26, poz. 139 Nr 35 i Nr 192 oraz z 1990 r. Nr 34, poz. 198) zarządza się, co następuje:

§ 1. W rozporządzeniu Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 31 maja 1977 r. w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarcze (Dz. U. Nr 18, poz. 72) wprowadza się następujące zmiany:

1) § 3 otrzymuje brzmienie:

„ § 3. 1. Woda pod względem organoleptycznym i fizyczno-chemicznym powinna w szczególności odpowiadać warunkom określonym w załączniku nr 1 do rozporządzenia, a pod wzglę-

dem bakteriologicznym - określonym w załączniku nr 2 do rozporządzenia.

2. Zawartość substancji promieniotwórczych w wodzie nie może przekraczać wartości stężeń tych substancji określonych odrębnymi przepisami.”,

2) § 4 i 5 skreśla się;

3) załącznik do rozporządzenia zastępuje się załącznikami nr 1 i nr 2 w brzmieniu ustalonym w załącznikach nr 1 i 2 do niniejszego rozporządzenia.

§ 2. Rozporządzenie wchodzi w życie po upływie 14 dni od dnia ogłoszenia.

*Minister Zdrowia i Opieki Społecznej:*  
*A. Kosiniak-Kamysz*

Załącznik nr 1 do rozporządzenia

Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej  
z dnia 4 maja 1990 r. (poz. 205)

WARUNKI ORGANOLEPTYCZNE I FIZYCZNO-CHEMICZNE, JAKIM POWINNA  
ODPOWIADAĆ WODA DO PICIA I NA POTRZEBY GOSPODARCZE

L.p.	Wskaźnik Nazwa substancji	Jednostka miary	Najwyższa dopuszczalna zawartość lub przedział	Uwagi
1	2	3	4	5
	<b>Organoleptyczne</b>			
1	Barwa (PT)	mg/dm <sup>3</sup>	20	
2	Odczyn (pH)	-	6,5 - 8,5	
3	Mętność	mg/dm <sup>3</sup>	5	
4	Substancje rozpuszczone	mg/dm <sup>3</sup>	800	
5	Siarkowodor	-	zapach niewyczuwalny	
6	Twardość (CaCO <sub>3</sub> )	mg/dm <sup>3</sup>	500	
7	Zapach	-	3-naturalny nieuciążliwy dopuszczalny zapach chloru przy dezynfekcji chlorem niewidoczne w szklanych naczyniach	
8	Zawiesiny, organizmy wodne martwe i żywe, plamy oleju itp.			
	<b>Fizyczno-chemiczne</b>			
1	Amoniak (N)	mg/dm <sup>3</sup>	0,5	
2	Arsen (As)	mg/dm <sup>3</sup>	0,05	
3	Azotany (N)	mg/dm <sup>3</sup>	10,0	
4	Benzen	mg/dm <sup>3</sup>	0,01	
5	Benzo(a)piren	ng/dm <sup>3</sup>	15,0	
6	Chloraminy	mg/dm <sup>3</sup>	2,0	
7	Chlorki (Cl)	mg/dm <sup>3</sup>	300,0	
8	Chlorobenzeny (bez hexachlorobenzenu)	mg/dm <sup>3</sup>	0,005 zapach niewyczuwalny	
9	Chlorofenole (bez pentachlorofenolu)	-	0,03	
10	Chloroform	mg/dm <sup>3</sup>	0,2-0,5	
11	Chlor wolny (Cl <sub>2</sub> )	mg/dm <sup>3</sup>	0,05 i więcej	w wodzie podanej do sieci w końcówkach sieci na odpływie
12	Chlor użyteczny w wodzie pływalni	mg/dm <sup>3</sup>	nie mniej niż 0,2	
13	Chrom (Cr <sup>6+</sup> )	mg/dm <sup>3</sup>	0,01	
14	Cyjanki wolne (CN)	mg/dm <sup>3</sup>	0,02	
15	Cynk (Zn)	mg/dm <sup>3</sup>	5,0	
16	Detergenty: anionowe kationowe niejonowe	mg/dm <sup>3</sup>	0,2 0,1 0,2	
17	2,4-D (kwas dichlorofenoksyoctowy)	mg/dm <sup>3</sup>	0,05	
18	DDT i jego metabolity	mg/dm <sup>3</sup>	0,001	
19	1,2-dichloreтан	mg/dm <sup>3</sup>	0,01	
20	1,1- dichloreтан	mg/dm <sup>3</sup>	0,001	
21	Fenole	-	zapach niewyczuwalny	
22	Fluorki (F)	mg/dm <sup>3</sup>	1,5 wskazane nie mniej niż 0,3	
23	Formaldehyd	mg/dm <sup>3</sup>	0,05	
24	Glin (AL)	mg/dm <sup>3</sup>	0,3	
25	Heptachlor i jego epoksyd	mg/dm <sup>3</sup>	0,0001	
26	Hexachlorobenzen	mg/dm <sup>3</sup>	15,0	
27	Kadm (Cd)	mg/dm <sup>3</sup>	0,005	
28	Lindan (gamma HCH)	mg/dm <sup>3</sup>	0,005	
29	Mangan (Mn)	mg/dm <sup>3</sup>	0,1	

Załącznik nr 2 do rozporządzenia  
Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej  
z dnia 4 maja 1990 r. (poz. 205)

**WARUNKI BAKTERIOLOGICZNE, JAKIM POWINNA ODPOWIADAĆ  
WODA DO PICIA I NA POTRZEBY GOSPODARCZE**

Wskaźnik jakości wody	Woda z wodociągów sieciowych (publicznych, zakładowych) dezynfekowana		Woda z wodociągów sieciowych (publicznych, zakładowych) nie dezynfekowana		Woda z wodociągów lokalnych, studni publicznych, studni zakładowych	Woda z urządzeń na potrzeby własne	Woda dopływająca do basenu kąpielowego	Woda w basenie kąpielowym i na odpływie
	podawana do sieci	w sieci	podawana do sieci	w sieci				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Liczba bakterii grupy typu kałowego w 100 ml wody nie większa niż	0	0	0	0	0	x	0	0
Liczba bakterii grupy coli w 100 ml wody nie większa niż	0	1	1	2	2	10	2	5
Liczba kolonii bakterii na agarze odżywczym po 24 godz. W temperaturze 37°C w 1 ml wody nie większa niż	10	20	20	40	40	100	100	200
Liczba kolonii bakterii na agarze odżywczym po 72 godz. W temperaturze 20°C w 1 ml wody nie większa niż	50	100	100	200	x	x	x	x
Liczba gronkowców w 100 ml wody nie większa niż	x	x	x	x	x	x	2	5

Woda do napełniania zbiorników transportu pasażerskiego powinna odpowiadać wymaganiom określonym w rubryce 3.

Woda z urządzeń awaryjnych powinna odpowiadać co najmniej wymaganiom określonym w rubryce 6.

**W Hydropure Polska Sp. z o.o.  
można zamówić następujące  
pozycje dotyczące jakości oraz  
oczyszczania wody pitnej:**

- 1. Bogdan MONTANA,  
„Pić albo nie pić wodę z naszych kranów”,  
Wrocław 1998 r.  
- skrócona wersja niniejszej książki.**



**2. dr inż. Barbara MIKOŁAJCZAK,**  
**„Rakotwórcza woda”, Wrocław 2000 r.**  
**- słownik związków chemicznych występują-**  
**cych w wodzie pitnej, ich pochodzenia oraz**  
**słownik chorób wywoływanych przez nie.**

*dr inż. Barbara Mikołajczak*

# **RAKOTWÓRCZA WODA**

**SUBSTANCJE CHEMICZNE, BAKTERIE  
ORAZ CHOROBY PRZENOSZONE Z WODĄ**



Wrocław 1997



### 3. Hydropure Polska, Prezenter dla sprzedawców, Wrocław 2000 r.

- *zbiór kolorowych tablic pomocnych  
dla przedstawicieli handlowych  
urzędzeń osmotycznych.*

#### **Czy nie chcemy dożyć zdrowej i szczęśliwej starości?**



Statystyczny mężczyzna umiera w Polsce o 9 lat, a statystyczna kobieta o 6 lat wcześniej niż ludzie w innych krajach Europy. Na krótkie życie Polek i Polaków największy wpływ ma epidemia chorób nowotworowych.

**80% współczesnych chorób  
ma bezpośredni  
związek z jakością wody pitnej**  
BWO - Światowa Organizacja Zdrowia

## BIBLIOGRAFIA

1. **Dr. Allen E. BANIK**  
„Trinkwasser und Ihre Gesundheit”  
Waldthausen Verlag, Hannover 1990 r.
2. **Hans BAUMGARDT**  
„Gesund leben”  
Waldthausen Verlag, Bremen 1997 r.
3. **Dr. Paul C. BRAGG und Patricia BRAGG**  
„Wasser - Das größte Gesundheitsgeheimnis”  
Waldthausen Verlag, Bremen 1997 r.
4. **Małgorzata FALENCKA-JABŁOŃSKA**  
„Zagrożenie środowiska przyrodniczego w Polsce  
a rolnictwo i gospodarka żywnościowa”  
Wydawnictwo Centrum Edukacji Ekologicznej Wsi, Warszawa 1991 r.
5. **T.C. FRY, Dr. Herbert M. SHELTON u.a.**  
„Reines Wasser für die Gesundheit”  
Waldthausen Verlag, Ritterhude 1994 r.
6. **Alina KABATA-PENDIAS, Henryk PENDIAS**  
„Biogeochemia pierwiastków śladowych”  
Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993 r.



- 7. Prof. Walter KORNFELD**  
„Umkehrosomose - die rewlutionäre  
Methode der Wasserreinigung”  
Technischer Universität, Berlin 1999 r.
- 8. Stefan KOZŁOWSKI**  
„Droga do ekorozwoju”  
Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1994 r.
- 9. dr inż. Barbara MIKOŁAJCZAK**  
„Rakotwórcza woda”  
Wrocław, 1999 r.  
Wydane przez Hydropure Polska
- 10. Dr. Norman W. WALKER**  
„Wasser kann Ihre Gesundheit zerstören!”  
Waldthausen Verlag, Hannover 1994 r.

