

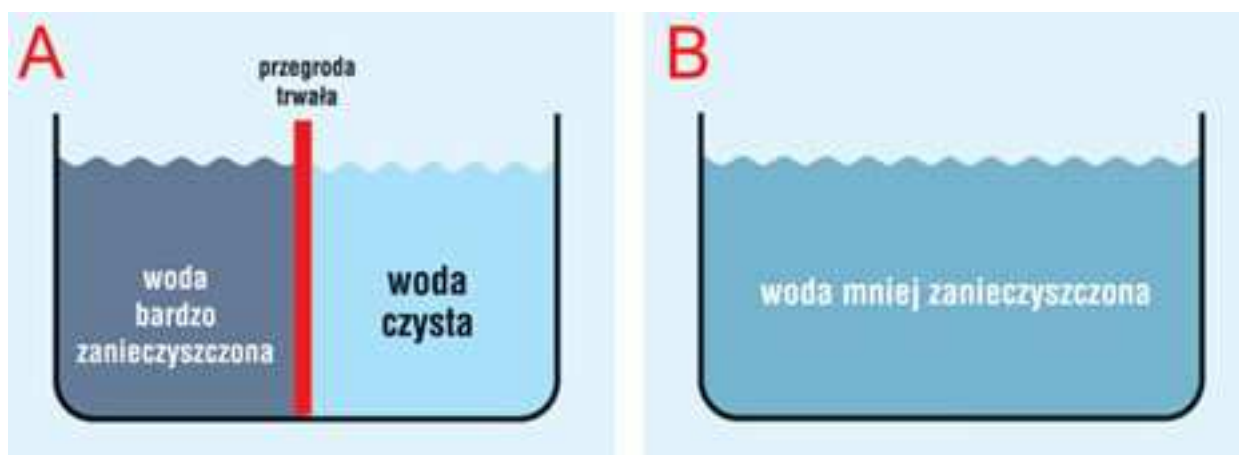
## CO TO JEST ODWRÓCONA OSMOZA?

W procesie Odwróconej Osmozy (**RO - Revers Osmosis**) używane są półprzepuszczalne membrany w celu odseparowania i usunięcia rozpuszczonej substancji stałej, organicznej, pirogenów\*, cząsteczek koloidalnych, wirusów oraz bakterii z wody. Proces ten nazywany jest odwróconą osmozą, gdyż wymaga wytworzenia odpowiedniego ciśnienia w celu wymuszenia przepływu czystej wody przez membranę, pozostawiając zanieczyszczenia na filtrze. W procesie odwróconej osmozy może być usunięte 95%-99% całkowitej substancji rozpuszczonej (**TDS - Total Dissolved Solids**) oraz 99% bakterii, zapewniając w ten sposób czystą i bezpieczną do użycia wodę.

Zanim dokładnie wyjaśnimy sobie, na czym polega proces odwróconej osmozy wyjaśnijmy najpierw zjawisko osmozy naturalnej.

### Osmoza naturalna

Żeby łatwiej zrozumieć proces osmozy naturalnej dobrze będzie przypomnieć sobie najpierw inne zjawisko, z którym mamy na co dzień do czynienia. Jest nim **dyfuzja**. Polega ona na samoistnym wymieszaniu się dwóch różnych roztworów, bez żadnej ingerencji z zewnątrz. Przyjrzyjmy się temu zjawisku na rysunku nr 1.

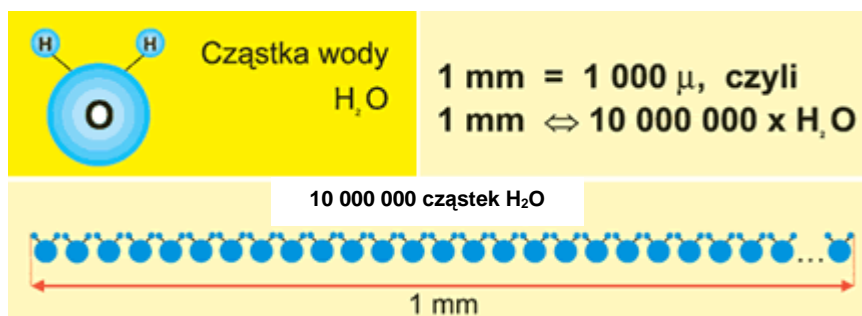


Rys.1

W przypadku **A** mamy dwa różnie stężone roztwory wodne – wodę bardzo zanieczyszczoną i wodę czystą, które są w początkowej fazie skutecznie oddzielone przegrodą, np. ze szkła. Po wyjęciu z naczynia tej przegrody, oba roztwory wymieszają się ze sobą bez potrzeby naszej pomocy z zewnątrz. W wyniku tego samoistnego procesu otrzymamy sytuację przedstawioną na rysunku jako przypadek **B**. W naczyniu jest teraz roztwór wodny, który ma stężenie mniejsze niż woda nazwana, jako bardzo zanieczyszczona i stężenie większe od wody nazwanej czystą. Jeśli, dla przykładu, wlejemy do szklanki wody odrobinę atramentu, to dzięki dyfuzji oba te płyny wymieszają się ze sobą samoistnie i widocznym obrazem tego zjawiska będzie lekko fioletowy kolor wody.

Zanim przejdziemy do opisu osmozy naturalnej, pokazać należy jak wygląda  **błona półprzepuszczalna**, z której zbudowane są na przykład komórki ludzkie albo **membrany osmotyczne**, wytwarzane dzisiaj

sztucznie. Otóż błony te mają bardzo porowatą strukturę (tzw. sito molekularne) Bardzo ważna jest wielkość tych por. Średnica ich jest zbliżona do wielkości cząstki wody i wynosi około 0,0001 mikrometra. Ponieważ 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.2).



Rys.2

Jeśli z kolei cząstkę wody (lub porę błony 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. 3).

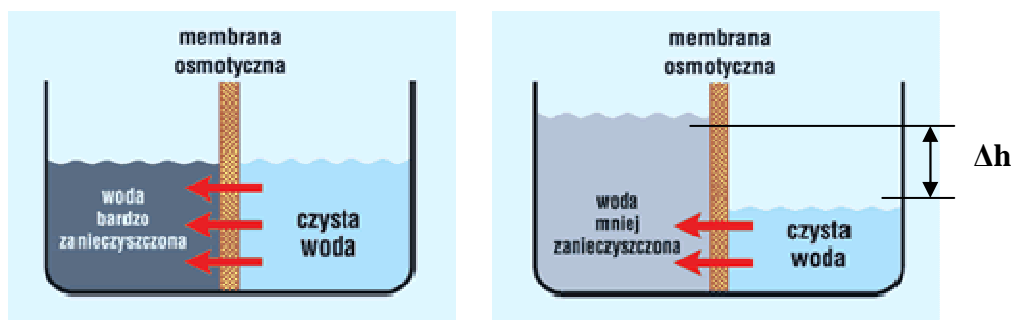


Rys.3

W przyrodzie istnieje ponad 100 pierwiastków chemicznych, z których zbudowane są przeróżne związki chemiczne. Pierwiastki chemiczne są poukładane w logiczny sposób (według ich ciężaru) w znanej nam ze szkoły tablicy Mendelejewa. Pierwiastkiem otwierającym tablicę Mendelejewa jest wodór - **H**, a nie daleko od niego znajduje się tlen o symbolu **O**. Ponieważ oba te pierwiastki są wyjątkowo małe, stąd również cząstka wody **H<sub>2</sub>O**, zbudowana z dwóch wodorów oraz jednego tlenu, jest także jedną z mniejszych cząstek z jakimi mamy do czynienia. 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 1, w którym mamy dwa różnie stężone roztwory wodne – woda bardzo zanieczyszczona i czysta. Teraz oba te roztwory rozdzielimy inną przegrodą niż wcześniej, a mianowicie membraną osmotyczną (rys.4). 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 osmotycznej.



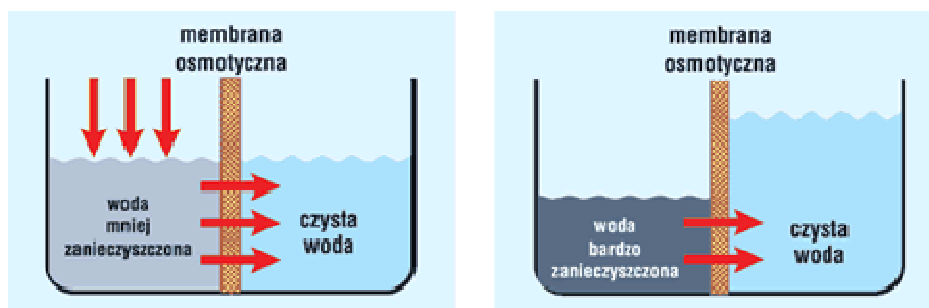
Rys.4

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 z wody bardzo zanieczyszczonej otrzymamy wodę mniej zanieczyszczoną, ale kosztem wody czystej, której nam ubędzie. Jednocześnie w naczyniu przedzielonym błoną półprzepuszczalną powstanie różnica poziomów oznaczona na rys.4 jako  $\Delta h$ . Ta różnica poziomów to nic innego jak ciśnienie hydrostatyczne, które w tym przypadku nazwane jest ciśnieniem osmotycznym.

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 ma życia biologicznego.**

### Osmoza odwrócona

Tak jak zostało powiedziane osmoza naturalna polega na przenikaniu przez błonę osmotyczną wody czystej do wody zanieczyszczonej. Dlatego też nie może znaleźć zastosowania w filtracji wody. Okazuje się jednak, że jeśli po stronie wody zanieczyszczonej przyłożymy odpowiednio duże ciśnienie, przekraczające wartość ciśnienia osmotycznego, 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 i dla celów przemysłowych (rys.5).



Rys.5

Błony osmotyczne wytwarzane na wzór naturalnych noszą w technice miano membran osmotycznych. Membrany te są głównym elementem w urządzeniach osmotycznych do oczyszczania wody pitnej.

Urządzenia osmotyczne mają różną wielkość oraz zastosowanie. Domowe instalacje są coraz bardziej popularne na całym świecie i mają wydajność od 40 do 2000 litrów na dobę. Metoda osmozy odwróconej znalazła już powszechne zastosowanie m.in. w szpitalach, hotelach, w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym i **energetyce**.

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 ilości 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.

**\*)Pirogen** – jest to substancja wywołująca gorączkę. Substancje pirogenne oddziałują na ośrodek termoregulacyjny w mózgu i przestawiają biologiczny wzorzec temperatury ciała tzw. *set point* na wyższy poziom.