



# Woda w browarach



Piwo to jeden z najstarszych napojów na świecie. Do wytwarzania piwa konieczne są: woda, jęczmień, drożdże i chmiel. W wyniku fermentacji powstaje alkohol etylowy, a w innych procesach biochemicznych przekształcane są składniki organiczne tworzące bukiet smakowo-zapachowy. Gotowe piwo zawiera ponad 90 proc. wody. W zależności od składników możemy uzyskać piwo o różnym smaku i wyglądzie.

**W procesie produkcji piwa woda wykorzystywana jest m.in. do mycia i słodowania jęczmienia, zacierania, przygotowania i rozcieńczenia brzezki, filtracji, do przemywania i pielęgnacji drożdży. Jest również używana w wielu procesach technicznych.**

**Ponieważ woda to główny składnik napoju i środowisko, w którym zachodzą reakcje biochemiczne prowadzące do końcowego wyrobu, jej skład ma zasadnicze znaczenie w procesach piwowarskich.**

Browary zawsze powstawały w sąsiedztwie źródła wody dobrej jakości. Ponieważ skład chemiczny wody może znacznie się różnić, toteż i piwo warzone z takich wód wykazywało znaczne różnice sensoryczne. Zauważono np., że ciemne piwa udają się lepiej na wodzie wysoko zmineralizowanej, a jasne na wodzie miękkiej. Doprowadziło to do lokalnych specjalizacji i różnych gatunków napoju. Stąd piwa pilzneńskie, dortmundzkie, monachijskie itp. Piwowarzy – chemicy badając te zależności ustalili wpływ zasadniczych składników wody na procesy warzenia piwa. Dzisiaj wykorzystując dostępne techniki uzdatniania wody możemy jej skład dostosować do planowego stylu piwa.

Niezależnie od naturalnie występujących różnic w składzie fizyko-chemicznym wody używane w produkcji piwa muszą całkowicie spełniać wymagania jakościowe dla wody pitnej obowiązujące w regulacjach krajowych i unijnych.

**Przed włączeniem wody do cyklu produkcyjnego absolutną koniecznością jest zastosowanie optymalnego i efektywnego systemu jej uzdatniania.**

# Zasadnicze wskaźniki jakości wody do produkcji piwa



## Odczyn wody – pH

Odczyn wody – pH jest bardzo często używanym wskaźnikiem w analizach wody. pH jest miarą zawartości jonów wodorowych w wodzie. W obojętnej wodzie stężenie molowe jonów wodorowych wynosi w temperaturze 25°C  $10^{-7}$  mol/dm<sup>3</sup>. Ponieważ wyrażanie odczynu wody za pomocą tak małych liczb jest niewygodne Sorensen zaproponował stosowanie formy wykładniczej i zdefiniował pH jako ujemny logarytm dziesiętny stężenia molowego jonów wodorowych:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Jeżeli pH=7, roztwór jest obojętny, gdy pH<7, roztwór jest kwaśny, a przy pH>7 roztwór jest zasadowy.

Zakres skali pH obejmuje wartości od 0 do 14. Odczyn wód naturalnych zawiera się w granicach pH 4-9, jednak większość tych wód ma pH 6,5-8,5.

**Odczyn wody ma duże znaczenie techniczne w uzdatnianiu wody, dla oceny korozyjności i wielu procesach technologicznych. Wartość pH ma zasadnicze znaczenie w procesach biochemicznych. Reakcje enzymatyczne mają swoje optima w określonych wartościach pH a organizmy żywe utrzymują w komórkach jego optymalne wartości za pomocą skomplikowanych układów buforowych.**

Należy pamiętać, że skala pH jest skalą logarytmiczną. Zmiana wartości o 0,3 oznacza około dwukrotną zmianę stężenia jonów wodorowych. Zmiana o jednostkę to dziesięciokrotna zmiana stężenia jonów wodorowych.





## Twardość wody

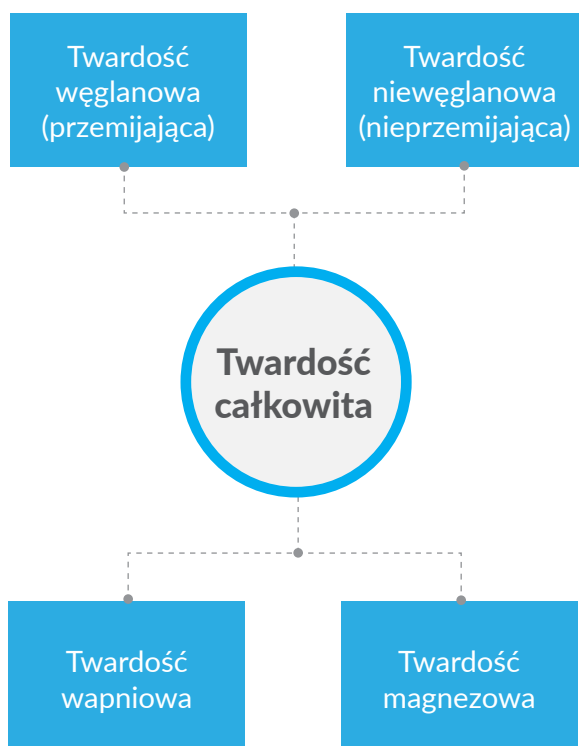
Oprócz wskaźników fizykochemicznych, opisujących bezpośrednio zawartość jakichś substancji w formie stężenia składnika w wodzie, często w technologii wody stosuje się opisowe parametry mające swoje historyczne, specyficzne nazwy. Bez ich zdefiniowania są one zupełnie niezrozumiałe. Jednym z nich jest „twardość wody”. Pojęcie to ma starożytny źródłostów. Już w starożytnych pismach

Hipokratesa rozróżniano wodę miękką i twardą. Zgodnie z nimi twardą wodę można znaleźć między innymi „w źródłach skalnych, ciepłej ziemi lub źródłach bogatych w minerały”. Hipokrates nazywa „twardą wodą tę szorstką, która gryzie język podczas picia i ciało podczas mycia. Miękka woda jest tego przeciwieństwem.”

**Dzisiaj twardość wody definiujemy jako zawartość w wodzie wielowartościowych kationów metali - głównie wapnia i magnezu.**

### Często spotykane pojęcia dotyczące twardości wody:

- twardość ogólna (całkowita)
- twardość węglanowa, twardość przemijająca
- twardość niewęglanowa, twardość nieprzemijająca
- twardość wapniowa
- twardość magnezowa










Jak można się domyślić **twardość wapniowa**, to zawartość wapnia w wodzie, a **twardość magnezowa** to zawartość magnezu w wodzie.

Jak wiadomo kationy, w tym wapnia i magnezu, mogą występować w roztworach wodnych tylko w korelacji z anionami. W wodach naturalnych są to najczęściej wodorowęglany  $\text{HCO}_3^-$ , siarczany  $\text{SO}_4^{2-}$ , chlorki  $\text{Cl}^-$ , azotany  $\text{NO}_3^-$ .

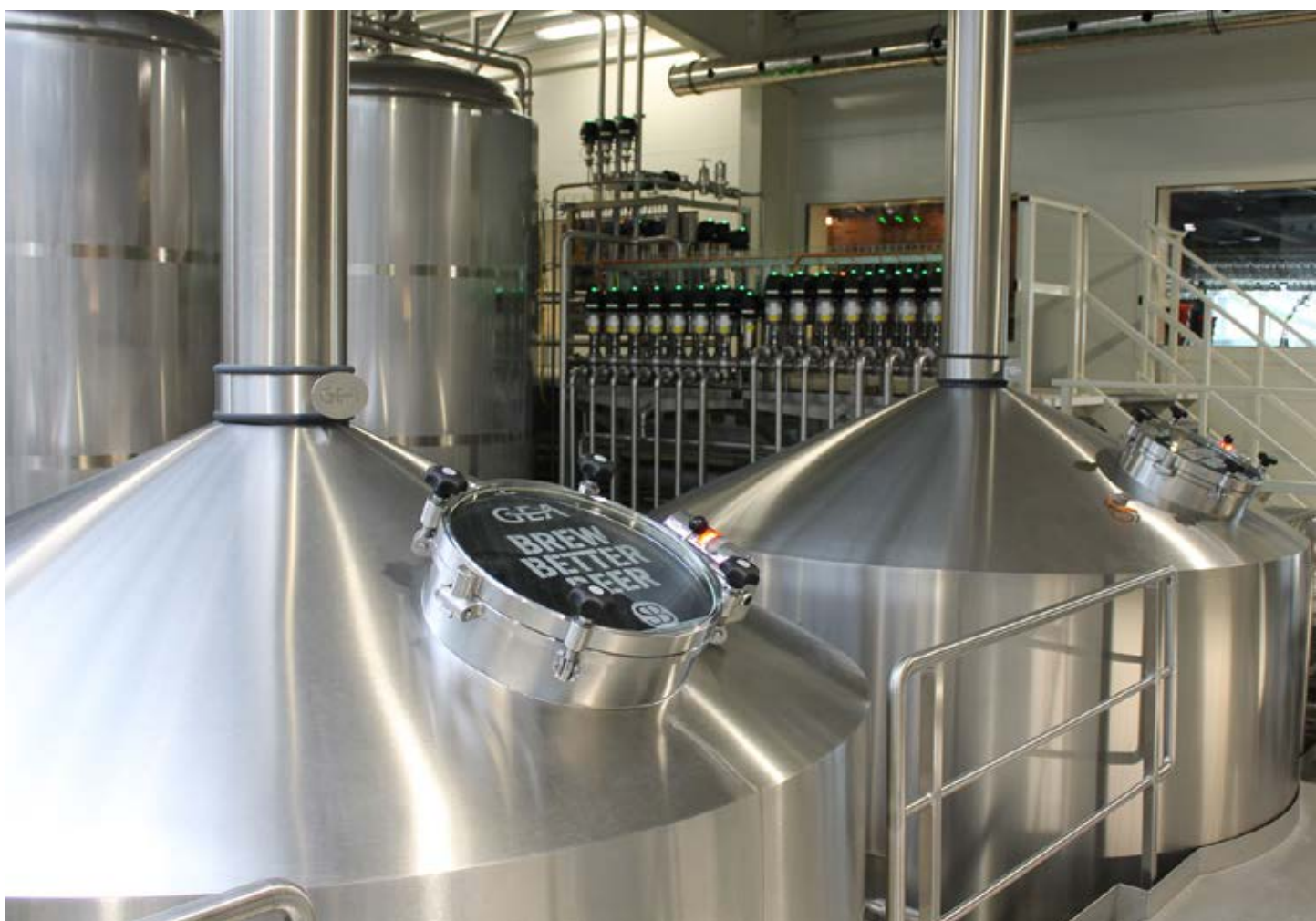
Podczas podgrzewania wody zaobserwowano, że twardość wody zmniejsza się i jednocześnie powstają osady węglanu wapnia i magnezu. Tą „zanikającą” część twardości nazwano **twardością przemijającą**. Ponieważ jest ona związana z jonami węglanowymi nazywa się ją również **twardością węglanową**. Pozostałą twardość nazwano **twardością nieprzemijającą**. Odpowiadają za nią głównie chlorki, siarczany wapnia i magnezu, które podczas podgrzewania nie zmieniają swojego stężenia. Tą część twardości nazywamy też **twardością niewęglanową**.



## Twardość wody jest podawana w różnych jednostkach:

-  stopniach niemieckich.....°dH
-  stopniach francuskich.....°F
-  stopnie angielskie .....°E
-  ppm.....CaCO<sub>3</sub>/dm<sup>3</sup>
-  mval/dm<sup>3</sup> ( mEq/dm<sup>3</sup>)
-  mmol/dm<sup>3</sup>
-  grain/US gallon

W Europie w urzędowych analizach w tej chwili najczęściej używane są mg CaCO<sub>3</sub>/dm<sup>3</sup>.  
W mniej oficjalnych analizach spotkać się można się ze stopniami niemieckimi i mval/dm<sup>3</sup>.



**Stacje zmiękczenia wody to inwestycje długoterminowe, dlatego EUROWATER stosuje najlepsze możliwe materiały do ich wytwarzania. Nasz horyzont czasowy sprawności technicznej urządzenia wynosi 25 lat.**

## Zx Zasadowość wody

Zasadowość, jest zdolnością do zobojętniania kwasów mineralnych w określonych warunkach.

Własność tę nadają wodzie obecne w niej wodorowęglany i węglany, rzadziej wodorotlenki. W wodach naturalnych występują w największych ilościach wodorowęglany wapnia i magnezu. Poza tym występują węglan magnezu i w niewielkich stężeniach węglan wapnia. Obok wodorowęglanów, węglanów wapnia i magnezu w niektórych wodach znajdują się węglany i wodorowęglany sodu i potasu. W takich przypadkach woda cechuje się

wyższą zasadowością niż twardością ogólną. Ta różnica nazywana jest zasadowością alkaliczną.

Zasadowość określa się za pomocą miareczkowania (kontrolowanego dozowania) roztworem mocnego kwasu w obecności odpowiedniego wskaźnika – początkowo do pH ok. 8,3 (w obecności fenoloftaleiny), a następnie do ok. pH 4,5 (w obecności oranżu).

### Rozróżnia się następujące rodzaje zasadowości:

- zasadowość ogólną  $Z_m$
- zasadowość wobec fenoloftaleiny  $Z_p$
- zasadowość węglanową  $Z_{CO_3^{2-}}$
- zasadowość wodorowęglanową  $Z_{HCO_3^-}$
- zasadowość wodorotlenową  $Z_{OH^-}$

W analizach spotyka się najczęściej **zasadowość ogólną  $Z_m$**  i **zasadowość  $Z_p$** .

**Zasadowość ogólna  $Z_m$**  oznacza sumę wszystkich związków chemicznych (głównie  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $OH^-$ ), które reagują z mocnym kwasem do zmiany barwy oranżu metylowego (pH 4,5).

**Zasadowość wobec fenoloftaleiny  $Z_p$**  oznacza sumę wszystkich związków chemicznych (głównie  $CO_3^{2-}$ ,  $OH^-$ ), które reagują z mocnym kwasem do zmiany barwy fenoloftaleiny (pH 8,3).

Wody naturalne używane w piwowarstwie charakteryzują się najczęściej pH poniżej 8,3 co oznacza, że zawierają jedynie węglany i wodorowęglany wapnia, magnezu, sodu i potasu. Dla takich wód  $Z_p = 0$  a  $Z_m$  oznacza sumę węglanów i wodorowęglanów.

Należy zwrócić uwagę, że w analizach obcojęzycznych zasadowość ogólną  $Z_m$  utożsamia się czasami z twardością węglanową i tak zamiennie nazywa (angielski - carbonate hardness, niemiecki – Karbonathärte). Trzeba być świadomym, że wielkości te są tożsame tylko wtedy gdy twardość całkowita jest większa niż zasadowość ogólna. W przypadku np. wody zmiękczonej takie określenie całkowicie wprowadza w błąd. Zasadowość ogólną czasem oznacza się w literaturze obcojęzycznej jako  $Z_{4,5}$ , a zasadowość  $p$  jako  $Z_{8,3}$ .

## RA Alkaliczność resztkowa

Specyficznym pojęciem używanym wyłącznie w piwowarstwie jest alkaliczność resztkowa (residual alkalinity). Alkaliczność resztkowa jest związana z doświadczeniami niemieckiego piwowara Paula Kolbacha, który w 1953 roku zbadał wpływ zawartości wapnia, magnezu i zasadowości ogólnej w wodzie używanej w produkcji piwa na zmianę pH zacieru (i brzezki).

**Alkaliczność resztkowa jest miarą wpływu wody na zmianę odczynu zacieru i brzezki.**

Wynika z różnicy między właściwościami alkaliczującymi wodorowęglanów -  $Zm$  a właściwościami zakwaszającymi kationów -  $Ca^{2+}$  i  $Mg^{2+}$  w obecności fosforanów pochodzących z zacieranego słoju. Paul Kolbach zaobserwował, że w zacierach składających się ze słoju jasnego

każde 3,5 mval/l wapnia może zneutralizować (w sensie zmiany pH w porównaniu do zastosowania wody destylowanej) 1 mval/l zasadowości wody. Kolbach odkrył również, że siedem miligramów magnezu zneutralizuje 1 mval/l zasadowości.

Zasadowość wykraczająca poza tę, którą można zneutralizować wapniem i magnezem, nazwał „zasadowością resztkową”. Ujęta jest empirycznym równaniem:

$$RA = Zm - \frac{TCa + 0,5 TMg}{3,5}$$

Gdzie:

RA – alkaliczność resztkowa (residual alkalinity)

Zm – zasadowość ogólna

TCa – twardość wapniowa

TMg – twardość magnezowa

Dodatnia wartość oznacza wzrost pH roztworów podczas procesów zacierania i warzenia, ujemna spadek pH roztworów podczas procesów zacierania i warzenia, 0 – bez wpływu na pH zacieru i brzezki. Im wyższa alkaliczność resztkowa tym większy wzrost

pH zacieru i brzezki i tym samym konieczność jego obniżania do wartości optymalnych dla prawidłowego przebiegu warzenia piwa za pomocą dodatków kwasów organicznych i nieorganicznych.

**Im wyższa alkaliczność, tym woda jest gorsza do celów technologicznych. Zaleca się, aby woda do produkcji piw jasnych miała alkaliczność resztkową niższą niż 5°dH [stopni niemieckich].**

Omówienie wpływu innych parametrów wody na procesy piwowarskie przedstawiono w tabeli na następnej stronie.



# Wpływ składników wody do produkcji piwa

Parametr	Zalecenia	Wpływ
Mikroorganizmy	0	Obecność drobnoustrojów w wodzie produktu może powodować wytwarzanie nieprzyjemnych smaków, a także potencjalną mętność produktu.
Smak, zapach	bez smaku	Zanieczyszczenia mogą powodować niepożądany smak i zapach w końcowym produkcie, szczególnie w przypadku wody do rozcieńczania produktu.
Barwa	bezbarwna	Podwyższona barwa wskazuje na obecność związków organicznych lub nieorganicznych. Związki te mogą wpływać na proces warzenia i powodować powstawanie plam. Ryzyko jest szczególnie wysokie w przypadku wody do rozcieńczania produktu.
Mętność	< 1NTU	j.w.
pH	5,5-6,5	Wartość pH ma ogromne znaczenie, ponieważ większość reakcji jest silnie zależna od pH.
Żelazo Fe	< 0,01 ppm	Może hamować aktywność drożdży. Zapobiega całkowitemu scukrzaniu słodu. Daje mętne brzezki. Pogorsza smak, kolor i stabilność koloidalną piwa. Fe <sup>2+</sup> wzmacnia utlenianie piwa. Może zabarwiać piankę piwa.
Mangan Mn	<0,005 ppm	Mangan może powodować problemy w podobny sposób jak żelazo. Ma pozytywny wpływ na aktywność enzymów podczas zacierania, zwiększając rozpuszczalność białek. Na poziomie poniżej 0,2 mg/dm <sup>3</sup> jest ważny jako kofaktor dla enzymów drożdżowych. Ma negatywny wpływ na stabilność koloidalną piwa.
Cynk Zn	<1,5 ppm	Wymagany w śladowych ilościach, np. od 0,15 do 0,2 mg/dm <sup>3</sup> jako pożywka dla wzrostu drożdży. Stymuluje fermentację i ogranicza powstawanie H <sub>2</sub> S. Na wysokich poziomach może stymulować tworzenie H <sub>2</sub> S. Może działać jako katalizator w utlenianiu piwa, wpływając na zmętnienie i stabilność smaku. W wysokich stężeniach cynk może hamować wzrost amylaz i drożdży.
Miedź Cu	< 0,2 ppm	Może działać jako katalizator utleniania w bardzo niskim stężeniu <1 mg/dm <sup>3</sup> , co prowadzi do niestabilności koloidalnej i smaku. W wyższych stężeniach, na przykład przekraczających 10 mg/dm <sup>3</sup> miedź może hamować enzymy i być toksyczna dla drożdży.
Metale ciężkie	śladowe	Mogą być poważnie szkodliwe dla zdrowia. Mogą mieć znaczący wpływ dla rozwoju drożdży.
Wapń Ca	specyficzna dla browaru < 80 ppm	Odpowiednie poziomy wapnia w zacierze i wodzie do przepłukiwania są warunkiem koniecznym dla wody produktowej, aby zapewnić regulację pH w zacierze, odpowiednią ochronę enzymów i wytrącanie szczawianów. Wapń odgrywa główną rolę w flokulacji drożdży i rozkładzie białek.
Magnez Mg	< 20 ppm	Magnez odgrywa podobną rolę w regulacji pH jak wapń, ale ze względu na wyższą rozpuszczalność soli magnezu wpływ magnezu jest mniejszy.



Parametr	Zalecenia	Wpływ
Sód Na	< 200 ppm	Sód przyczynia się do uzyskania pełnego i słodkiego smaku piwa w niskim stężeniu, a w wysokich może powodować odczucie kwaśności i słoności.
Potas, K		Potas w wysokich stężeniach ma działanie czysto słone i słony smak.
Zasadowość Zm	< 45 ppm CaCO <sub>3</sub>	Zasadowość jest główną przyczyną wzrostu pH zacieru i brzezki w warzelnii. Wody o wysokiej zasadowości (twardości węglanowej) podczas podgrzewania mają tendencję do wytrącania na powierzchniach wymiany ciepła kamienia CaCO <sub>3</sub> .
Wodorowęglany HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	< 55 ppm	Wodorowęglany (i węglany) są najważniejszymi anionami wpływającymi na całkowitą zasadowość wód. Wysoka zasadowość powoduje tendencję do zwiększania pH podczas warzenia.
Azotany NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	< 5 ppm	Azotany mogą zostać zredukowane przez bakterie Gram-ujemne do azotynów.
Azotyny NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	< 0,1 ppm	Azotyny są toksyczne dla drożdży i hamują ich wzrost. Azotyny mogą reagować ze związkami organicznymi ze słoju, tworząc nitrozoaminy, które są związkami rakotwórczymi.
Chlorki, Cl <sup>-</sup>	< 50 ppm	Jony chlorkowe (jako sole sodowe, potasowe lub wapniowe) gdy są obecne na poziomie poniżej 150 mg/dm <sup>3</sup> nadają piwu konsystencję i pełnię smaku. Zbyt wysoki poziom chlorków przyczynia się do niezadowolających słonych smaków piwa. Na poziomie przekraczającym 300 mg/dm <sup>3</sup> mają toksyczny wpływ na drożdże. Chlorki w stężeniu powyżej 50 mg/dm <sup>3</sup> mogą powodować korozyjne pękanie naprężeniowe stali nierdzewnej.
Siarczany SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	specyficzne dla marki i browaru < 200 ppm	Jony siarczanowe mogą działać jako prekursorzy do syntezy SO <sub>2</sub> i H <sub>2</sub> S podczas fermentacji. Obecność jonów siarczanowych nadaje piwu bardziej wytrawny i gorzki smak.
Krzemiany SiO <sub>2</sub>	< 40 ppm	Krzemiany w połączeniu z jonami wapnia mogą powodować zmętnienie. Krzemiany mogą osadzać się w postaci twardego kamienia, powodując korozję i zanieczyszczenie powierzchni wymiany ciepła.
Chlor, Cl	0	Chlor reaguje z fenolami ze słoju, tworząc nieprzyjemny smak chlorofenoli.
THM	< 10 ppb	Trihalometany (THM) są związkami rakotwórczymi. Obecność trihalometanów może powodować skażenia i zapachy lecznicze.
WWA	< 0,5 ppb	Obecność wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych może powodować powstawanie plam i zapachów. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) są związkami rakotwórczymi.
Pestycydy	brak	Pestycydy mają wiele toksycznych skutków dla ludzi.

# Najważniejsze technologie stosowane w uzdatnianiu wody do piwa

W przypadku konieczności zmiany składu chemicznego wody dysponujemy różnymi technologiami, które to umożliwiają.

**Optymalna technologia uzdatniania powinna uwzględniać czynniki techniczne, ekonomiczne i odgrywać coraz większą rolę – ekologiczne.**

Dlatego oprócz wymagań technologicznych należy

też brać pod uwagę koszty zakupu, eksploatacji, obsługi, kwestie ochrony środowiska naturalnego, itp. Ponadto przed wyborem docelowego rozwiązania należy dokonać szczegółowej, uwzględniającej indywidualne warunki, analizy kosztów oraz warunków technicznych (zapotrzebowanie miejsca, stopień automatyzacji, warunki odnośnie ścieków, odpady, itp.).

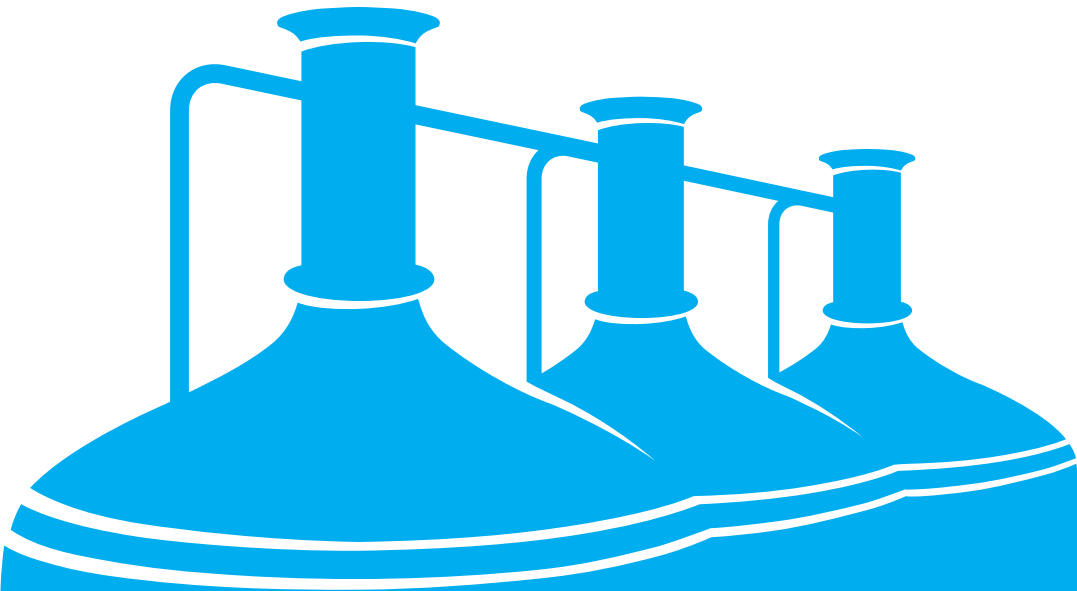
**Dzięki wieloletniemu doświadczeniu w przygotowaniu wody do celów piwarskich Eurowater oferuje najnowocześniejsze, niezawodne i wyspecjalizowane urządzenia techniczne oraz w pełni zautomatyzowane systemy uzdatniania wody dla browarów.**

## W browarach wykorzystywane są powszechnie znane techniki uzdatniania wody

- **Odżelazianie i odmanganianie** w procesie utleniania i filtracji wody na złożach mineralnych,
- **Filtracja i absorpcja** z zastosowaniem węgla aktywnego,
- **Zmiękczenie wody w wymiennikach jonitowych** z zastosowaniem silnie kwaśnego kationitu regenerowanego solą - NaCl,
- **Dekarbonizacja** za pomocą wapna  $\text{Ca(OH)}_2$ ,
- **Dekarbonizacja w wymiennikach jonitowych** z zastosowaniem słabo kwaśnego kationitu regenerowanego kwasem solnym - HCl lub kwasem siarkowym  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,
- **Desorpcja** wydzielonego w procesach dekarbonizacji dwutlenku węgla  $\text{CO}_2$ ,
- **Procesy membranowe** - w tym nanofiltracja i odwrócona osmoza prowadzące w różnym stopniu do demineralizacji wody,
- **Regulacja pH** za pomocą dozowania kwasów mineralnych i organicznych, jak kwasu solnego HCl, siarkowego  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , mlekowego  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ ,
- **Dozowanie soli** (głównie wapnia), jak siarczan wapnia  $\text{CaSO}_4$  i chlorek wapnia  $\text{CaCl}_2$  do korekacji twardości wody,
- **Dezynfekcja za pomocą UV**

Wszystkie te techniki mogą być stosowane w różnych konfiguracjach w zależności od specyficznych potrzeb. Duże korporacje piwarskie w swoich specyfikacjach jakościowych starają się ujednoczyć parametry wody, co umożliwia im produkcję popularnych marek w browarach na całym świecie. Wymaga to często zastosowania wielostopniowych procesów uzdatniania wody.

# Korzyści z uzdatniania wody w browarze



## Bezpieczeństwo i komfort

związane m.in. z pożądaną jakością i smakiem piwa



## Optymalizacja kosztów

m.in. dzięki oszczędnej i racjonalnej gospodarce wodno-ściekowej w browarze, a także wysokiej wydajności warzelni



## Oszczędność powierzchni w browarze

dzięki zastosowaniu systemów uzdatniania wody o małych gabarytach

# Uzdatnianie wody w browarach rzemieślniczych

W małych browarach uzdatnianie wody najczęściej ogranicza się do minimum przy założeniu, że z każdej wody zdatnej do picia można wyprodukować dobre piwo. **Brak dobrego zrozumienia takich parametrów, jak twardość, zasadowość, alkaliczność resztkowa i ich wzajemnych korelacji prowadzi do przekonania, że wodę taką należy co najwyżej częściowo zmiękczyć. Niestety nie jest to prawda,**

a klasyczna metoda zmięczania wody za pomocą jonitów regenerowanych solą kuchenną, usuwa co prawda nadmierną twardość, nie redukuje jednak zasadowości ogólnej. Prowadzi to do gwałtownego wzrostu alkaliczności resztkowej, co fatalnie wpływa na procesy zacierania i warzenia. Dla zniwelowania tych efektów piwowarzy zmuszeni są do stosowania sładu zakwaszonego lub dodatku kwasu mlekowego co znacznie podnosi koszt produkcji.

**Dla uzyskania najlepszych efektów jakościowych produkowanego piwa, jego trwałości i optymalizacji kosztów woda do produkcji piwa musi być poddana profesjonalnemu procesowi uzdatniania - niezależnie od tego czy pochodzi z ujęć własnych browaru, tj. wód podziemnych lub powierzchniowych, czy z wodociągów miejskich. Nie bez znaczenia jest także bieżący monitoring jej parametrów.**

## Zagrożenia związane z nieodpowiednio uzdatnioną wodą

- **Zmniejszenie wydajności warzelni**  
w konsekwencji obniżenia ostatecznego odfermentowania piwa na skutek złych parametrów wody technologicznej, na przykład podwyższonej alkaliczności resztkowej lub obecności kwasu krzemowego i jego soli w ilości powyżej 20 mg/dm<sup>3</sup>
- **Pogorszenie smaku piwa**  
spowodowane m.in. większym wyługowaniem substancji goryczkowych i garbników z łuski słodu na skutek podwyższonego pH zacieru i brzezki
- **Powstawanie cierpkiej, nieprzyjemnej i trudnej do zredukowania goryczki w piwie**  
z m.in. w procesie gotowania brzezki z chmielem pod wpływem twardości węglanowej wody lub/oraz przez zbyt dużą zawartość soli magnezu w wodzie
- **Niepożądany fenolowy posmak piwa**  
m.in. w przypadku podwyższonej zawartości azotanów w wodzie (powyżej 25 mg/dm<sup>3</sup>), które wywołują zakłócenia zarówno w procesie fermentacji, jak i leżakowania piwa
- **Nieoczekiwane przyciemnienie barwy piwa**  
w przypadku zwiększonej ilości żelaza w wodzie

**Dlatego wody, które nie spełniają kryteriów stawianych wodzie przeznaczonej do celów technologicznych w browarze muszą być poddawane procesowi korekty.**



# Najczęściej stosowane technologie regulujące alkaliczność resztkową

Ogólnie rzecz biorąc niezależnie od wstępnego uzdatniania wody takiego jak odżelazianie, filtracja na węglu aktywnym itd. ostatecznie procesy uzdatniania wody do produkcji piwa mają doprowadzić do składu o optymalnej alkaliczności resztkowej. Sprowadza się to najczęściej do częściowej redukcji nadmiernej twardości oraz równocześnie prawie całkowitego wyeliminowania zasadowości ogólnej.

Z biegiem lat dostępne technologie zmieniały się wraz z postępem techniki. Kiedyś popularna, bardzo efektywna i stosowana w skali przemysłowej metoda

zmiękczenia i dekarbonizacji (usuwania twardości węglanowej) za pomocą mleka wapiennego dzisiaj jest wykorzystywana coraz rzadziej ze względu na duże gabaryty, wrażliwą regulację procesu i powstawanie dość uciążliwych odpadów.

Obecnie dominują techniki jonitowe wykorzystujące słabo- i silnie kwaśne kationity regenerowane kwasem oraz coraz częściej technologie membranowe.

## Dekarbonizacja kwaśna

W procesie dekarbonizacji kwaśnej, podczas przepływu przez słabo kwaśny kationit Kt w formie wodorowej następuje rozkład wodorowęglanów zawartych w wodzie zgodnie z reakcją:



Jednocześnie w równoważnej ilości zatrzymywane są kationy wapnia i magnezu tworzące twardość węglanową wody. W efekcie otrzymujemy wodę o zasadowości resztkowej bliskiej zera lub ujemną. Poprzez zmieszanie w odpowiedniej proporcji wody zdekarbonizowanej z wodą twardą można uzyskać

oczekiwaną wartość alkaliczności resztkowej. Po wyczerpaniu zdolności wymiennej jonit regeneruje się roztworem kwasu solnego lub kwasu siarkowego. Czasami wydzielony w procesie dekarbonizacji dwutlenek węgla usuwany jest z wody w procesie desorpcji za pomocą powietrza w desorberach CO<sub>2</sub>.

**Urządzenia Eurowater do dekarbonizacji wody zapewniają automatyczną pracę a dodatkowy neutralizator ścieków umożliwia ich bezpieczne odprowadzanie do kanalizacji.**



Automatyczne stacje zmiękczenia i dekarbonizacji produkcji EUROWATER od 1 do 100 m<sup>3</sup>/h

# Technologie membranowe



Stacje odwróconej osmozy

W ostatnich latach technologie jonitowe są coraz częściej zastępowane procesami membranowymi. W uzdatnianiu wody na potrzeby browarnictwa technologia odwróconej osmozy RO ugruntowała swoją pozycję na równi z nanofiltracją NF.

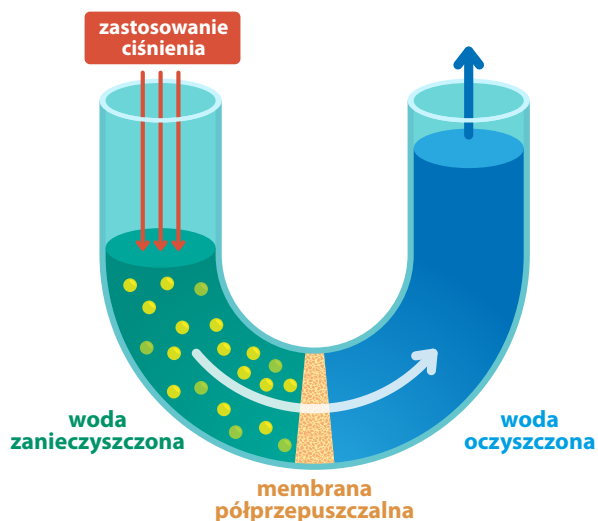
Metody te stosuje się, gdy zachodzi konieczność częściowego odsolenia i zmiękczenia wody surowej. Odwrócona osmoza i nanofiltracja wykorzystują efekt selektywnego przenikania wody przez przegrodę półprzepuszczalną. W efekcie ciśnienia wytworzonego w module membranowym przez pompę wysokociśnieniową następuje rozdzielanie składników roztworów wodnych. Przez membranę przenika czysta woda, a substancje rozpuszczone w wodzie pozostają w przepływającym strumieniu, zatężając się i tworząc koncentrat odprowadzany do ścieku.

Ponadto membrany zatrzymują związki organiczne oraz zapewniają odkażenie wody surowej. **Odwrócona osmoza zatrzymuje ponad 99 proc. wszystkich rozpuszczonych soli.**

**Nanofiltracja** jest bardziej selektywna niż technologia odwróconej osmozy i umożliwia w większym stopniu redukcję twardości.

Dzięki temu nanofiltracja pracuje przy ciśnieniach dużo niższych niż odwrócona osmoza. Po zmieszaniu wody zdemineralizowanej z wodą twardą można uzyskać żądaną wartość alkaliczności resztkowej. Zaletą technik membranowych jest fizyczny charakter procesu uzdatniania wody eliminujący używanie agresywnych regenerantów, prosta budowa i bezobsługowa praca. Dla zapewnienia długotrwałego użytkowania membran należy zwrócić uwagę na konieczność odpowiedniego wstępnego uzdatnienia wody.

## Odwrócona osmoza



Wieloletnie doświadczenia Eurowater umożliwiają właściwą ocenę jakości wody surowej i zastosowanie odpowiedniej technologii, np. metod filtracyjnych, wymiennicy jonowych, korekty pH i ewentualnie dodatku antyskalantów.

W połączeniu z przeprowadzonym fachowo i w regularnych odstępach serwisem obejmującym chemiczne płukanie membran osiąga się okres od ponad trzech do pięciu lat użytkowania urządzeń bez potrzeby wymiany membran.

## Automatyczne stacje odwróconej osmozy i nanofiltracji produkcji EUROWATER od 50l/h do 100m<sup>3</sup>/h



Stacje odwróconej osmozy o wydajnościach do 180 l/h.



Stacje odwróconej osmozy o wydajnościach do 8000 l/h.



Stacje odwróconej osmozy o wydajnościach do 60000 l/h.

**EUROWATER** posiada międzynarodową organizację biur sprzedaży i serwisu. Nasze samochody serwisowe są wyposażone w szeroką gamę części zamiennych, często umożliwiających rozwiązanie występujących problemów na miejscu i dzięki temu zapewniając Państwu niezawodną pracę stacji uzdatniania.



**EUROWATER**  
A GRUNDFOS COMPANY

## EUROWATER Sp. z o.o.

### Centrala

ul. Strzykulska 40B  
05-850 Piotrkówek Mały  
☎ +48 22 722 80 25  
✉ info.pl@eurowater.com

### Oddział Wrocław

ul. Robotnicza 46A  
55-095 Długołęka  
☎ +48 71 345 01 15  
✉ wrc.pl@eurowater.com

### Oddział Gdańsk

ul. Radarowa 14A  
80-298 Gdańsk  
☎ +48 58 333 13 80  
✉ gdn.pl@eurowater.com