

Systemy zaopatrzenia w wodę

Charakterystyka techniczna i rozwiązania praktyczne

Autorzy:

Jan Gerbitz, Andreas Broßette, Merle Petersen - ZEBAU GmbH , Hamburg

Adaptacja i uzupełnienie:

Teresa Żurek - IMP PAN, Gdańsk



LowTEMP2.0

Pakiet zagadnień LowTEMP – Spis treści

Informacje wstępne

Wstęp do Polityki i Celów Ochrony Klimatu

Systemy zaopatrzenia w energię i LTDH

Systemy zaopatrzenia w energię w regionie bałtyckim (Baltic Sea Region)

Strategie energetyczne i projekty pilotażowe

Metodyka rozwoju strategii energetycznych

Pilotażowe strategie energetyczne – cele i uwarunkowania

Pilotażowe strategie energetyczne – przykłady

Sposoby testowania instalacji pilotażowych

Obliczenia emisji CO₂

Obliczenia LCA

Aspekty Finansowe

Szacowanie kosztów w cyklu życia projektów LTDH

Efektywność ekonomiczna i inżynieria finansowa

Modele kontraktowania i płatności

Modele biznesowe i innowacyjne fundusze

Aspekty Techniczne

Typoszeregi rur ciepłowniczych

Elektrociepłownie

Wielkoskalowe kolektory słoneczne

Ciepło odpadowe

Wielkoskalowe (dzielnicowe) pompy ciepła

Instalacje Power-2-Heat and Power-2-X

Zasobniki ciepła, chłodu i magazyny zmiennofazowe

Systemy pomp ciepła

Grzejniki konwekcyjne oraz płaszczyznowe

Systemy zaopatrzenia w wodę

Systemy wentylacji

Dobre praktyki

Dobre praktyki I

Dobre praktyki II

1. Informacje ogólne

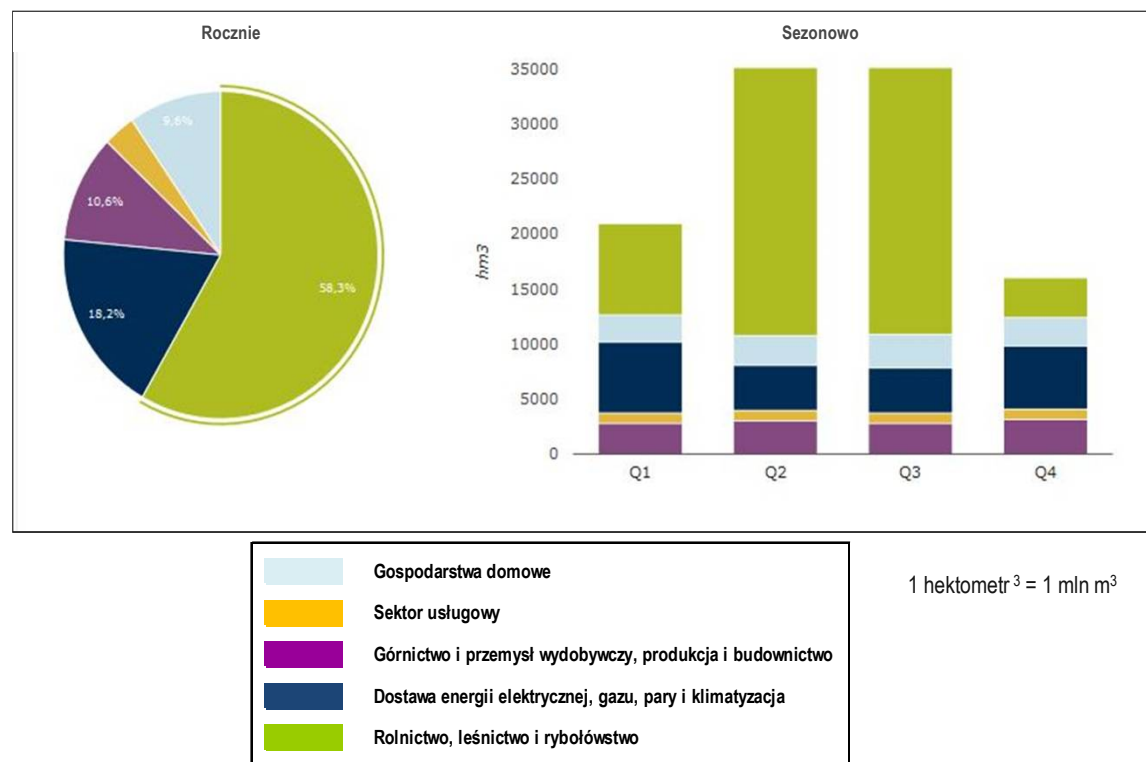
Zasoby wody słodkiej

Zużycie wody w gospodarstwach domowych

Ślad wodny: „niewidzialna woda”

Źródła wody słodkiej

- Słodka woda jest dostępna dla ponad 90% ludności Europy, lecz:
- Jedna trzecia Europy (w tym Polska) jest dotknięta niedoborem wody i suszami
- W Europie średnio 59% wody * wykorzystywane jest w rolnictwie!
- Udział wody zużywanej w gospodarstwach domowych stanowi tylko ok. 10 % całkowitego zużycia
- Woda jest niezbędnym czynnikiem we wszystkich aspektach naszego życia!



Rys. 1: Zużycie wody w Europie w poszczególnych sektorach gospodarki. Źródło: EEA [1]

* - Wielkość silnie uzależniona od warunków klimatycznych na obszarze danego regionu.
W Europie Południowej sięga 80%, ale np. w Polsce wynosi już tylko 11%.

Informacje ogólne



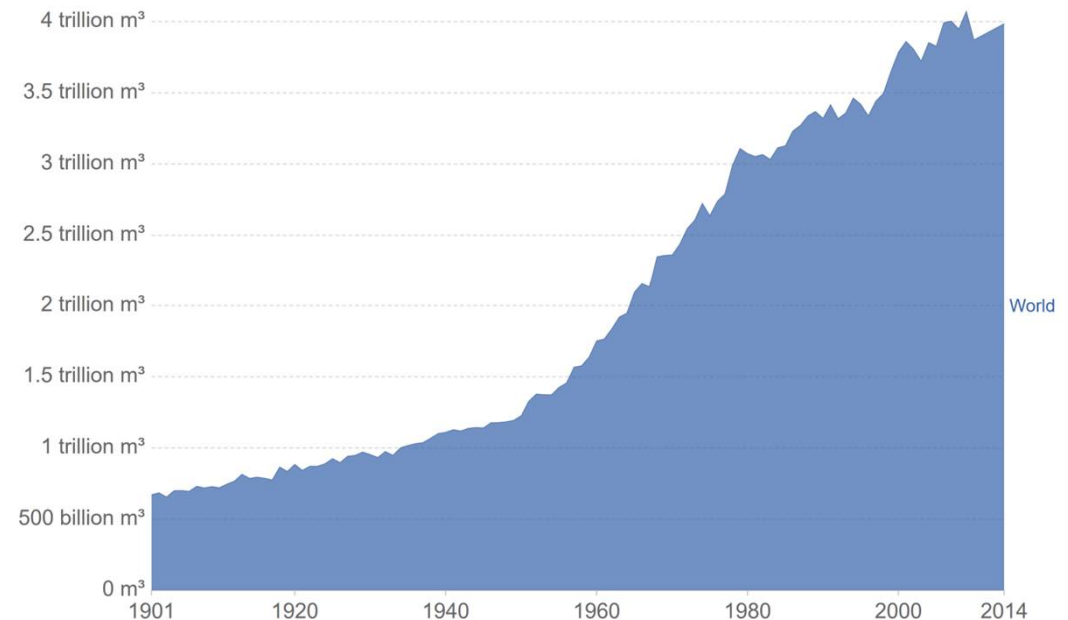
LowTEMP2.0

- W okresie od 1990 r. globalne zużycie słodkiej wody wzrosło sześciokrotnie (gwałtowny wzrost od 1950 r.)
 - Spowodowane to było przyrostem liczby ludności oraz rozwojem przemysłu!
 - Kraje o największym zużyciu wody to Indie, Chiny i USA.
- Choć bezwzględna wielkość zużycia słodkiej wody wzrosła, różnice w jej zużyciu między regionami nie zmieniły się znacząco.

Global freshwater use over the long-run

Global freshwater withdrawals for agriculture, industry and domestic uses since 1900, measured in cubic metres (m³) per year.

Our World in Data



Source: Global International Geosphere-Biosphere Programme (IGB)

OurWorldInData.org/water-access-resources-sanitation/ • CC BY

Rys. 2: Globalne zużycie słodkiej wody w okresie od 1900 r. Źródło: IGB [2]

Informacje ogólne



LowTEMP2.0

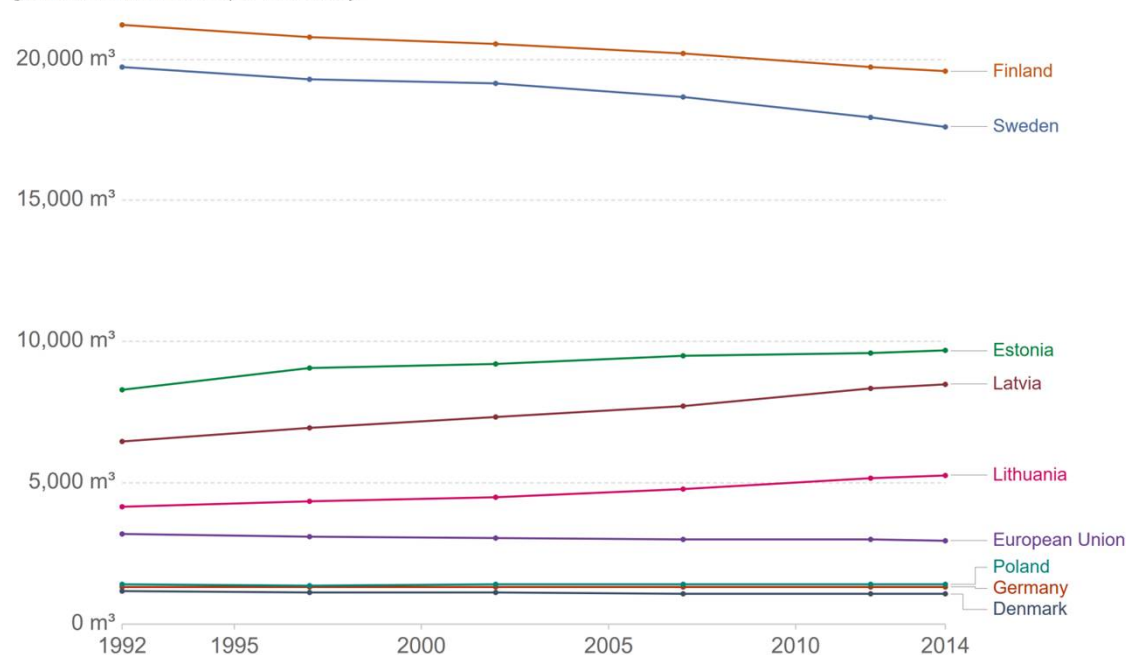
- Odnawialne zasoby słodkiej wody zależą od ilości wody uzupełnianej z rzek i / lub od opadów deszczu w kraju
 - Zasoby zależą od cyklu hydrologicznego i zużycia wody
 - Jeśli wielkość źródeł jest stała, ale populacja wzrasta, całkowita ilość zasobów per capita spada
- Odnawialne zasoby wewnętrzne są ważnym wskaźnikiem określającym możliwość zaspokojenia potrzeb lub stopień niedoboru wody w kraju

→ Zasoby wody są ograniczone!

Odnawialne źródła wody słodkiej na mieszkańca

Renewable internal freshwater resources flows refer to internal renewable resources (internal river flows and groundwater from rainfall) in the country.

Our World in Data



Source: World Bank

OurWorldInData.org/water-use-stress • CC BY

Rys. 3: Źródła odnawialne wody słodkiej w krajach regionu Morza bałtyckiego. Źródło: UN FAO [3]

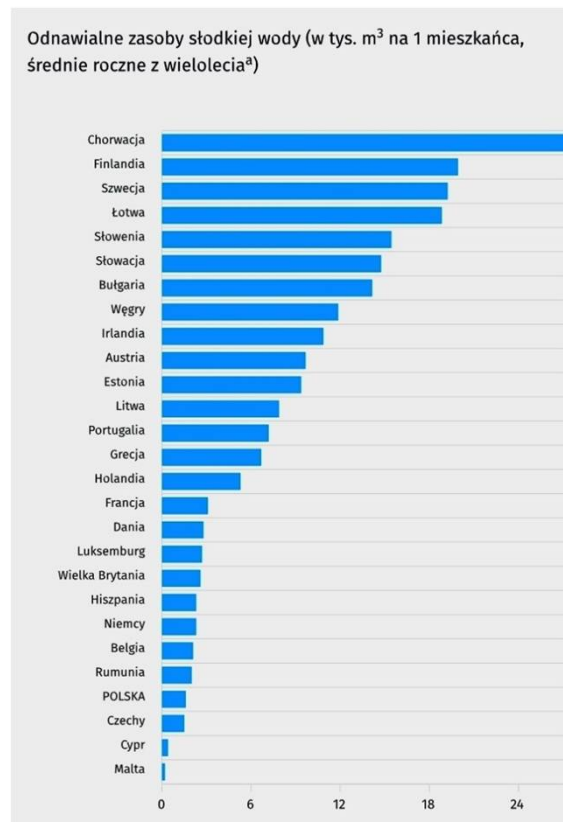
Zasoby słodkiej wody w Polsce

- Zasoby wodne w Polsce są relatywnie niewielkie, a dodatkowo cechuje je zmienność sezonowa i zróżnicowanie obszarowe.
- Wielkość odnawialnych zasobów wody słodkiej przypadająca na 1 mieszkańca Polski (średnia wartość z wielolecia) wynosi niecałe **1,6 tys. m³** , co wskazuje na zagrożenie „stresem” wodnym.
- W blisko połowie krajów UE zasoby świeżej wody są niepokojąco niskie (poniżej 3 tys. m³ na osobę),

w tym:

w Polsce, na Malcie, Cyprze i w Czechach są poniżej poziomu bezpieczeństwa wodnego

(według ONZ granicą, poniżej której kraj uznaje się za zagrożony takim niedoborem wody, jest 1,7 tys. m³ na mieszkańca).



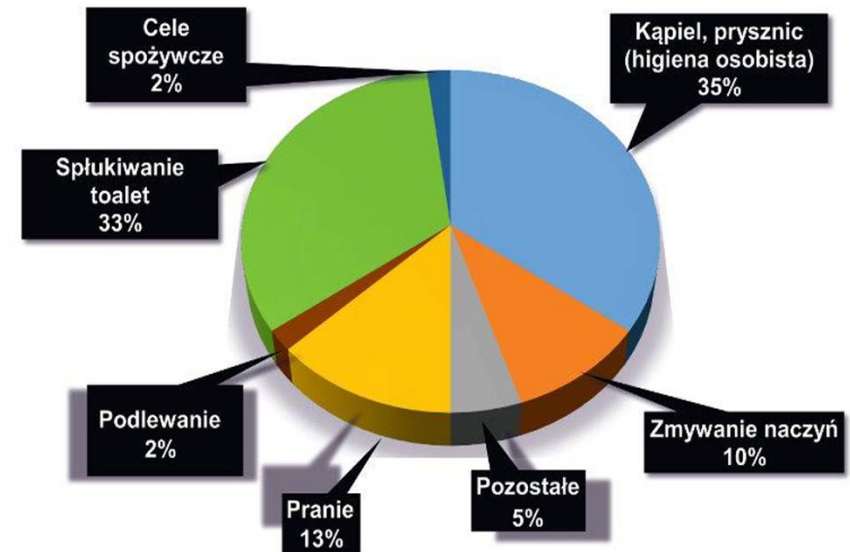
Rys. 3a: Odnawialne zasoby wody słodkiej w wybranych krajach Europy.
Źródło: <https://raportsdg.stat.gov.pl/2020/cel6.html>



Informacje ogólne

Zużycie wody w gospodarstwach domowych

- Zużycie wody w gospodarstwach domowych w Polsce stanowi około 12% ogólnopolskiego zużycia wody.
- Polacy zużywają średnio 150 litrów wody na osobę dziennie.
- Najwięcej wody (35%) zużywane jest do mycia (higiena osobista) oraz spłukiwania toalet (33%).
- Znaczące pozycje stanowi wykorzystanie wody na potrzeby prania (13%) oraz do zmywania (10%).
- Na cele spożywcze (picie i gotowanie) wykorzystywane jest jedynie ok. 2% zużywanej wody.
- 98% zużywanej wody odprowadzane jest w formie różnego rodzaju ścieków i w większości trafia do kanalizacji.



Rys 4: Struktura zużycia wody w gospodarstwach domowych w Polsce.
Źródło: <https://www.dobreczyszczalnie.pl/images/wykres-woda.jpg>

Informacje ogólne

Ślad wodny czyli water footprint

Wskaźnik zużycia wody, który obejmuje zarówno bezpośrednio, jak i pośrednio zużycie wody przez konsumenta lub producenta.

Na pełny obraz śladu wodnego składa się:

Woda niebieska – Niebieski ślad wodny

Woda pobrana ze źródeł powierzchniowych oraz podziemnych (woda pochodząca z rzek, jezior, stawów, zbiorników podziemnych) - wykorzystywana przez rolnictwo (np. do nawadniania), przemysł lub na użytek domowy.

Woda zielona – Zielony ślad wodny

Objętość wody deszczowej zgromadzonej w warstwie gleby na głębokości do 50 cm (m.in. w strefie korzeniowej), która następnie wpływa bezpośrednio na produkcję rolną i leśnictwo.

Woda szara – Szary ślad wodny

Dotyczy zanieczyszczenia wód i obliczany jest jako objętość wody, która byłaby potrzebna do rozcieńczenia odprowadzanych zanieczyszczeń (np. powstałych w trakcie wytwarzania danego produktu) do takiego stopnia, aby jakość uzyskanej wody nie przekraczała ustalonych standardów.

Do szarego śladu wodnego zaliczamy ścieki i punktowe zanieczyszczenia wód.



Ślad wodny: „niewidzialna woda”

- Ślad wodny każdej osoby obejmuje bezpośrednie zużycie wody oraz znacznie większe zużycie pośrednie.
- Średni dzienny ślad wodny mieszkańca Polski wynosi 3900 l wody (w tym zużycie bezpośrednie stanowi jedynie 150 l - 4%).
- Każdy wytworzony produkt posiada własny ślad wodny, który generuje.
- W Polsce 70% globalnego zużycia wody jest wykorzystywana w przemyśle spożywczym, chemicznym i elektromaszynowym, natomiast 11% przypada na rolnictwo i leśnictwo.
- Polska zużywa najwięcej na świecie wody w energetyce (średnia w Polsce – 70%, średnia światowa – 7%).
Co 3 minuty elektrownia węglowa zużywa wodę w ilość jednego basenu olimpijskiego !

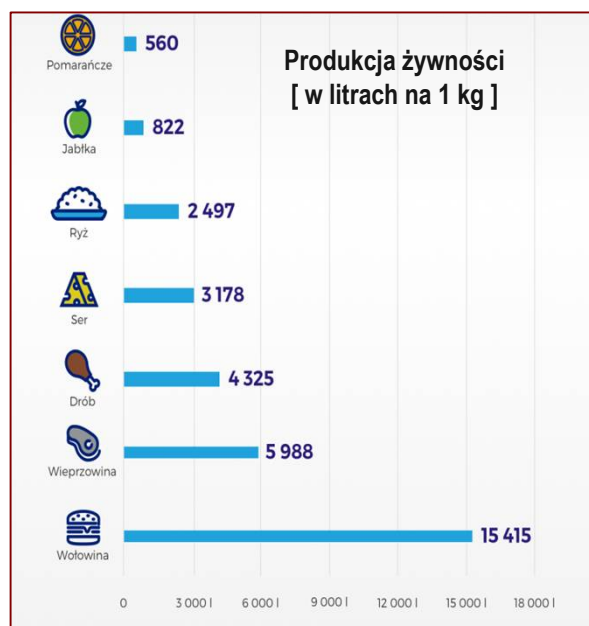
Dzienny ślad wodny w litrach w przeliczeniu na 1 osobę



Rys. 5: Dzienny ślad wodny mieszkańców wybranych państw

Źródło: <https://rankomat.pl/woda/wirtualnie-zuzywamy-40-razy-wiecej-wody-niz-bezposrednio.html>

Ślad wodny - przykłady



Roczny szary ślad wodny produkcji opakowań na świecie

	Aluminiowe opakowania	3 000 mln m³
	Metalowe opakowania	13 000 mln m³
	Szklane opakowania	66 000 mln m³
	Papierowe opakowania	315 000 mln m³
	Plastikowe opakowania	333 000 mln m³

Rys. 6: Przykładowe ślady wodne dla wybranych produktów

Źródło: <https://rankomat.pl/woda/wirtualnie-zuzywamy-40-razy-wiecej-wody-niz-bezposrednio.html>

2. Charakterystyka techniczna

Zaopatrzenie w ciepłą wodę

Przykłady praktyczne

Stacje świeżej wody

Uzdatnianie wody pitnej

Uzdatnianie wody dla ciepłownictwa

Charakterystyka techniczna



LowTEMP2.0

Zaopatrzenie w wodę gospodarstw domowych

- Zaopatrzenie w wodę gospodarstw domowych obejmuje dostawę wody zimnej ($<20^{\circ}\text{C}$) i ciepłej (ok. 55°C)
- Systemy zaopatrzenia w ciepłą wodę mogą być centralne lub zdecentralizowane – każde z nich wyposażone są w odpowiednie urządzenia do przygotowania c.w.u.
- Powszechnym źródłem ciepłej wody użytkowej jest lokalny system dystrybucji, który posiada przyłącza lub odpowiednie wymienniki ciepła przeznaczone dla gospodarstw domowych.
- Inne źródła przygotowania c.w.u. to kotły opalane różnym paliwem, podgrzewacze wody gazowe lub elektryczne (przepływowe lub zasobnikowe/pojemnościowe), energia słoneczna/geotermalna i pompy ciepła.
- Podgrzewacze przepływowe pozwalają zaoszczędzić 30% energii w porównaniu z konwencjonalnymi ogrzewaczami zasobnikowymi, ponieważ jednostki akumulacyjne tracą ciepło w trybie czuwania.



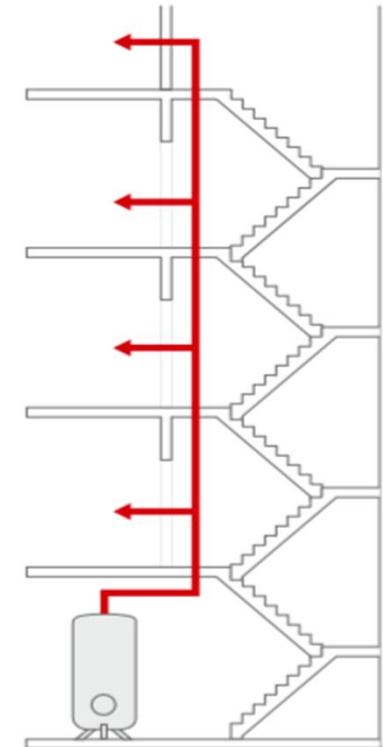
Źródło: Pixabay



Charakterystyka techniczna

Centralne przygotowanie ciepłej wody

- ❑ Jeden centralny system przygotowania ciepłej wody użytkowej zasila kilka mieszkań w budynku lub kilka kompleksów mieszkalnych (hotele, akademiki).
 - ❑ **Zaletą systemów centralnych dostawy c.w.u. jest:**
 - Możliwość dostawy / przechowywania dużych ilości wody
 - Możliwe kombinacje z różnymi źródłami energii
 - Urządzenia zainstalowane są poza pomieszczeniami odbiorców (dodatkowa przestrzeń do dyspozycji mieszkańców)
 - Koszty napraw i konserwacji ponosi dostawca ciepła
 - Brak konieczności spełnienia określonych wymagań dotyczących prawidłowej wentylacji w mieszkaniach ze względu na urządzenia na paliwa stałe/gazowe
 - Dzięki obiegowi cyrkulacyjnemu ciepła woda dostępna jest niemal natychmiast przez całą dobę
 - Możliwość wykorzystania centralnego źródła ciepła również do ogrzewania pomieszczeń.



Rys. 7: Centralna dostawa ciepłej wody. Źródło: Stiebel Eltron GmbH [6]

Charakterystyka techniczna

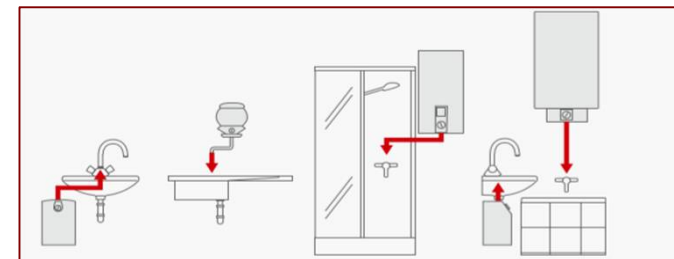


LowTEMP2.0

Zdecentralizowane systemy przygotowania ciepłej wody

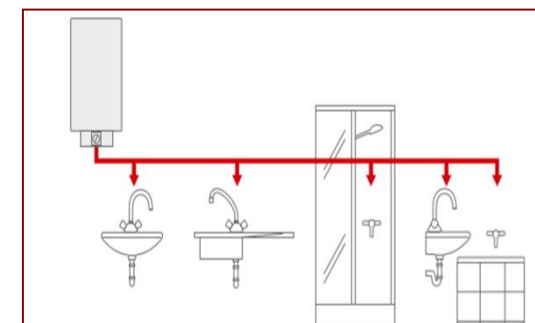
1. Indywidualne, decentralne przygotowanie ciepłej wody

Ciepła woda przygotowywana jest oddzielnie w każdym punkcie poboru.
Straty przesyłowe ciepła są ograniczone niemal do zera.



2. Grupowe, decentralne przygotowanie ciepłej wody

Jedno urządzenie przygotowuje ciepłą wodę dla kilku punktów poboru leżących blisko siebie.
Straty ciepła są minimalne.



- Bardzo duży wybór urządzeń dla każdego indywidualnego przypadku.
- Wysoka wydajność energetyczna.
- Niemal zerowe lub minimalne straty (brak lub bardzo krótkie odcinki przesyłu).
- Proste rachunki za zużycie.
- Systemy prawie bezobsługowe.



Rys. 8: Decentralne przygotowanie ciepłej wody.
Źródło: Stiebel Eltron GmbH [6]

Przykłady zastosowań :

Decentralne przygotowanie ciepłej wody - podgrzewacze elektryczne przepływowe


Mini ogrzewacz przepływowy

- › do małych umywalk
- › ilość ciepłej wody*
- › ok. 35 °C
- › do jednego punktu poboru wody



Komfortowy ogrzewacz przepływowy

- › do kuchni i łazienki
- › ilość ciepłej wody*
- › 20-60 °C
- › do jednego lub kilku punktów poboru wody



Kompaktowy ogrzewacz przepływowy

- › do kuchni lub łazienki
- › ilość ciepłej wody*
- › 20-60 °C
- › do maksymalnie dwóch punktów poboru wody



*) – nieograniczona ilość ciepłej wody przy ograniczonym strumieniu

Rys. 9: Ogrzewacze przepływowe. Źródło: Ogrzewacze wody - Stiebel Eltron 06/17

Przykłady zastosowań :

Decentralne przygotowanie ciepłej wody - podgrzewacze elektryczne zasobnikowe / pojemnościowe

Mały ogrzewacz pojemnościowy

- › do kuchni lub łazienki
- › ilość ciepłej wody*
- › 35-85 °C
- › do jednego punktu poboru wody: bezciśnieniowy
- › do dwóch punktów: ciśnieniowy



Wiszący ogrzewacz pojemnościowy

- › do kuchni i łazienki
- › ilość ciepłej wody*
- › 20-85 °C
- › do jednego lub wielu punktów poboru wody



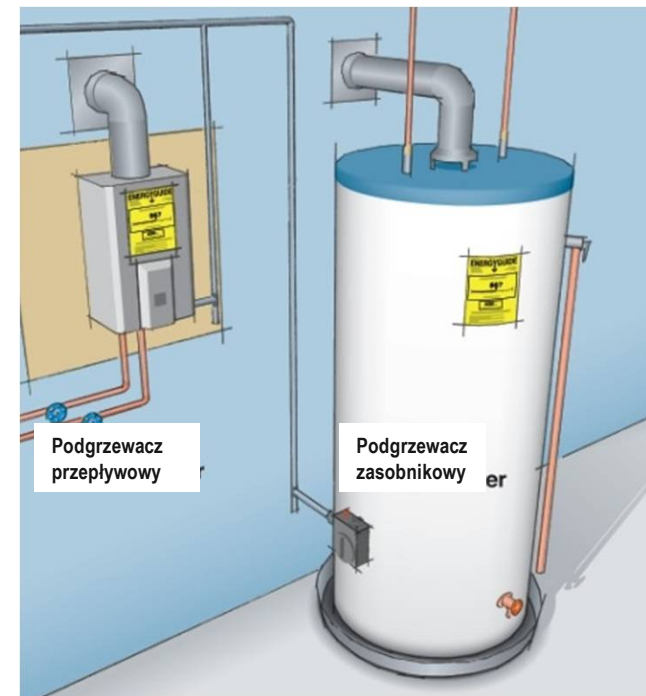
*) –ograniczone zasoby c.w.u. przy dużym strumieniu

Rys. 10: Ogrzewacze pojemnościowe. Źródło: Ogrzewacze wody - Stiebel Eltron o6/17

Dostawa ciepłej wody – rozwiązania praktyczne

Systemy tradycyjne

- Centralna dystrybucja ciepłej wody
- System z zasobnikiem c.w.u.
 - Z kotłem gazowym / olejowym / na paliwo stałe lub z ogrzewaniem elektrycznym
- System z podgrzewaczem przepływowym („na żądanie”)
 - Z kotłem gazowym / olejowym / na paliwo stałe lub z ogrzewaniem elektrycznym

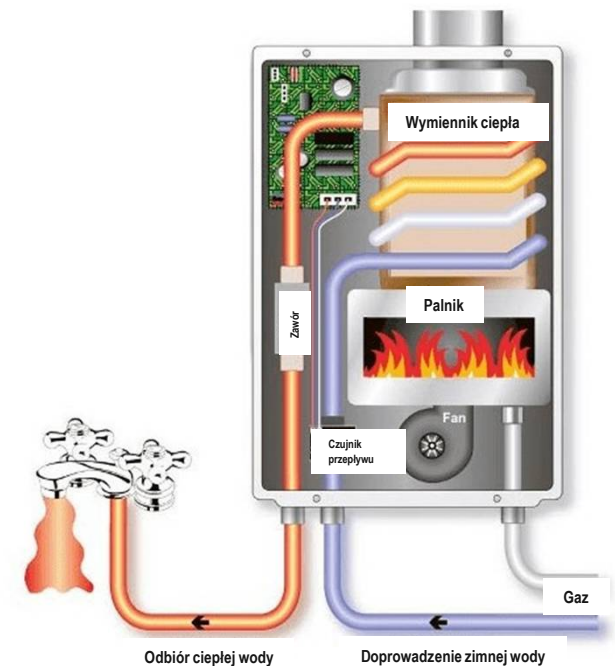


Rys. 11: Podgrzewacz zasobnikowy i podgrzewacz przepływowy ciepłej wody.
Źródło: Combined Energy Services [7]



Charakterystyka techniczna

	JEDNOSTKI Z ZASOBNIKIEM	JEDNOSTKI BEZZASOBNIKOWE
+	<ul style="list-style-type: none">• Duże ilości wody• Dostępne w wielu punktach sprzedaży• Zasilają wiele punktów poboru	<ul style="list-style-type: none">• Większa efektywność energetyczna - oszczędność energii do 30%• Łatwa instalacja• Wymagają bardzo mało miejsca• Natychmiastowe ogrzewanie wody do nominalnej temperatury (zależnej od mocy i przepływu)
-	<ul style="list-style-type: none">• Straty ciepła akumulacji• Wymagają dostosowania temperatury wody użytkowej na drodze mieszania z wodą zimną• Zajmują dużo miejsca• Wymagają okresowego przegrzania w celu dezynfekcji	<ul style="list-style-type: none">• Ograniczony przepływ ciepłej wody• Zapewnia ciepłą wodę do ograniczonego użytkowania• Nie wymaga dezynfekcji



Rys. 12: Schemat działania podgrzewacza przepływowego.
Źródło: heatersforlife.com [8]

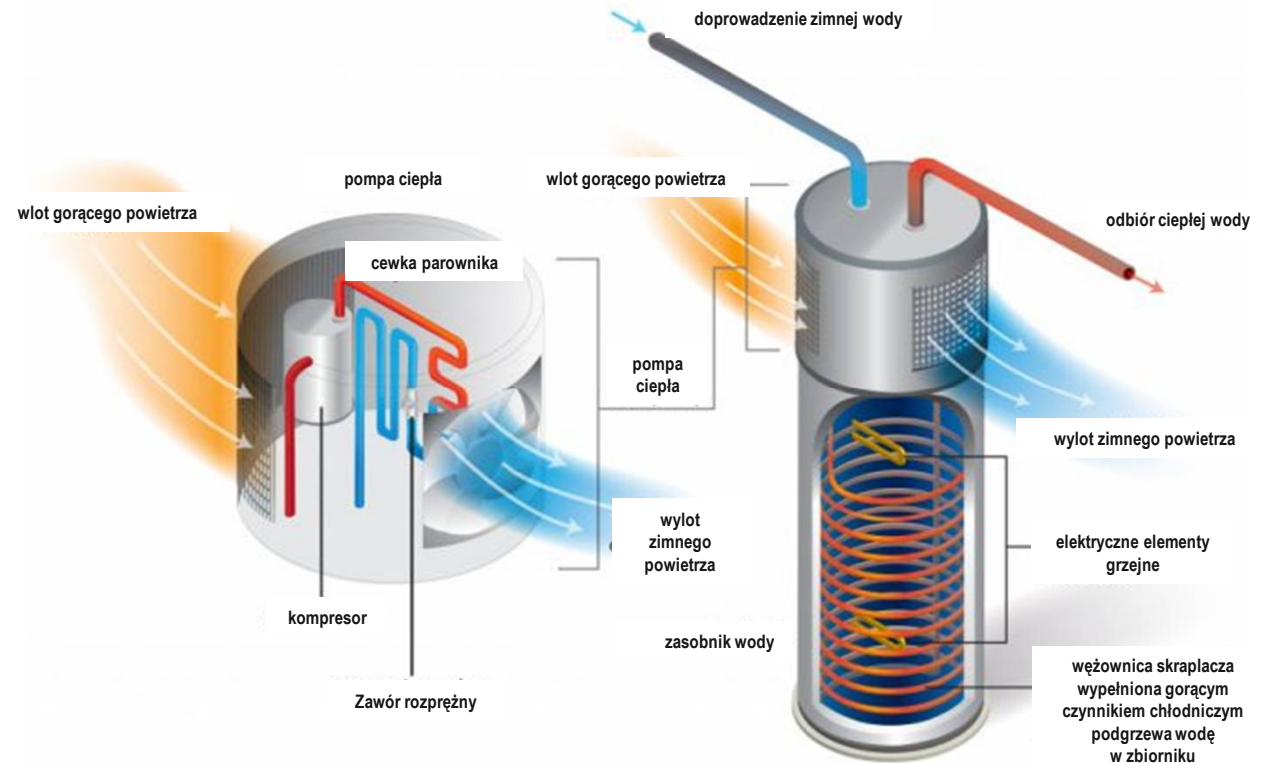


LowTEMP2.0

Charakterystyka techniczna

Rozwiązania z wykorzystaniem energii odnawialnej

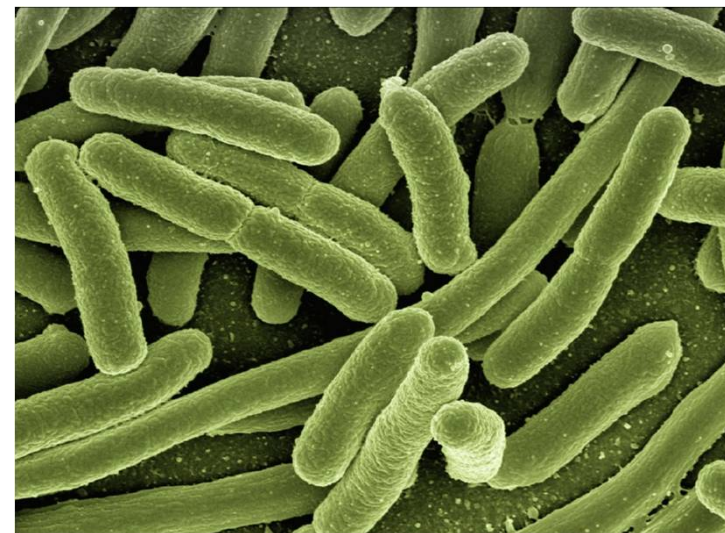
- Wykorzystanie energii słonecznej
 - Wymagany jest system rezerwowy dla obciążeń szczytowych
- Wykorzystanie pomp ciepła
 - Wymaga zasilania elektrycznego
 - Pokrywa 100% zapotrzebowania
- Mogą być stosowane w połączeniu z innymi systemami w celu pokrycia szczytowych obciążeń!



Rys. 13: Hybrydowy podgrzewacz wody z powietrzną pompą ciepła.
Źródło: Fine Homebuilding Editors [9]

Zdrowie i bezpieczeństwo użytkowania wody

- Czysta woda użytkowa jest ważna dla naszego zdrowia!
- Bakterie i wirusy rozmnażają się w ciepłej wodzie, szczególnie w temperaturze $30^{\circ}\text{C} \div 45^{\circ}\text{C}$
- Najpowszechniejsze bakterie to Legionella mająca wpływ na drogi oddechowe.
- Mogą być bardzo niebezpieczne, szczególnie dla osób chorych, starszych i niemowląt!
Choroba, która jest wynikiem infekcji (legionellozą) jest śmiertelna w 15 do 20% przypadków !



Rys. 14: Bakterie w wodzie. Źródło: geralt [10]



Charakterystyka techniczna

Zdrowie i bezpieczeństwo użytkowania wody

- Legionelle są bakteriami rozwijającymi się w wodzie letniej w instalacjach i zbiornikach.
- Stają się niebezpieczne z chwilą inhalacji - przedostają się do płuc i rozprzestrzeniają się w białych krwinkach.
- Rozwijają się w temperaturze wody między 25°C a 45°C.
- Optymalny ich rozwój następuje w wodzie w stagnacji w temperaturze między 30°C a 37°C.
- Najlepsze warunki do rozwoju Legionelli to wilgotne środowiska, obecność osadu z kamienia, błoto i korozja.
- Miejsca o podwyższonym ryzyku to instalacje ciepłej wody użytkowej, wieże chłodnicze, termy, fontanny, natryski, spa, itp.

Rozwój Legionelli w różnych temperaturach

Temperatura	Rozwój Legionelli
< 20°C	Uśpienie
25° do 45°C	Rozmnażanie
50°C	90% ginie w 2 godziny
60°C	90% ginie w 2 minuty

Źródło: CSTC Belgia 11/02

Zabezpieczenie przed rozwojem bakterii Legionella w instalacjach ciepłej wody

Wymagania polskie

Rozporządzenie MI z 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

1. Wymagany stały obieg wody w instalacji c.w.u. w budynkach^{*)}.
Ilość wody w instalacji między obiegiem wody a punktami czerpalnymi nie może przekroczyć 3 litrów.
2. Wymagana temperatura wody w punktach czerpalnych:
nie niższa niż 55°C i nie wyższa niż 60°C.
3. Instalacja powinna umożliwiać przeprowadzanie ciągłej lub okresowej dezynfekcji metodą chemiczną lub fizyczną (w tym okresowe stosowanie metody dezynfekcji cieplnej).
4. Do przeprowadzenia dezynfekcji cieplnej niezbędne jest zapewnienie w punktach czerpalnych temperatury wody nie niższej niż 70°C i nie wyższej niż 80°C.
5. Izolacja cieplna przewodów instalacji ciepłej wody powinna zapewnić spełnienie wymagań temperaturowych w punktach czerpalnych określonych w pkt. 2

^{*)} - za wyjątkiem bud. jednorodzinnych, zagrodowych i rekreacji indywidualnej

Stacje świeżej wody

- Konieczność zabezpieczenia przed gromadzeniem się i rozwojem bakterii Legionella wymaga przeprowadzania przegrzewu ciepłej wody użytkowej przygotowywanej w zbiornikach pojemnościowych do temperatury 70°C przez okres 30 min w odstępach 2-3 tygodniowych.
- Nie stwarza to problemu w instalacjach wysokotemperaturowych.
W instalacjach niskotemperaturowych zazwyczaj instaluje się dla przegrzewu grzałkę elektryczną, albo stosuje się metody chemiczne, które mogą mieć wpływ na smak oraz zapach wody.
- Idealnym rozwiązaniem są stacje świeżej wody, które energię pobierają ze zbiornika buforowego wody technicznej, natomiast woda użytkowa jest przygotowywana na bieżąco.
Wymiana ciepła odbywa się za pomocą płytowego wymiennika ciepła.
Cechą charakterystyczną wymienników tego rodzaju jest wysoka efektywność przy niskich kosztach eksploatacji.

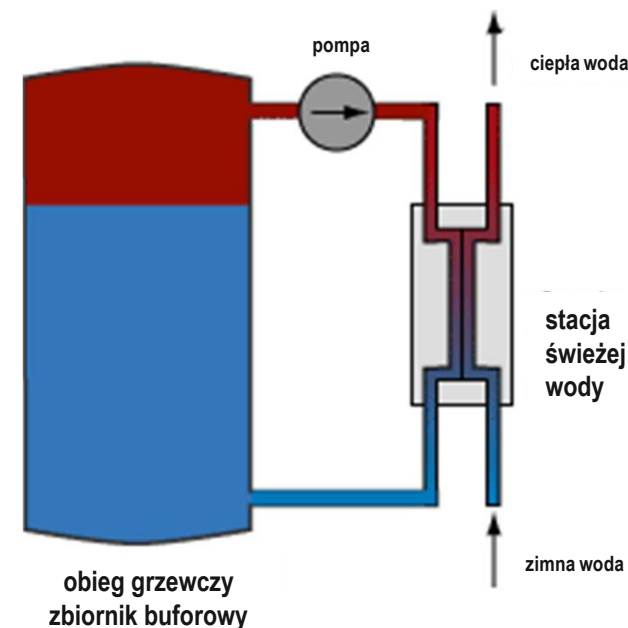
Charakterystyka techniczna



LowTEMP2.0

Stacje świeżej wody – zasada działania

- Czynnik grzewczy z zasobnika buforowego podgrzewa czystą świeżą wodę przy wykorzystaniu płytowego wymiennika ciepła.
- Obieg grzewczy i świeża woda nie mieszają się, co gwarantuje higieniczne i bezpieczne przygotowanie c.w.u.
- Woda obiegu grzewczego wraca z powrotem do zbiornika buforowego i jest ponownie używana.
- Temperatura 50° w zbiorniku buforowym jest wystarczająca do osiągnięcia temperatury ciepłej wody na wyjściu z wymiennika płytowego na poziomie 45°.
- Bardzo krótki czas nagrzewania (wydajność przygotowania c.w.u. dostępnych na rynku urządzeń może sięgać nawet do około 100 l wody / minutę).



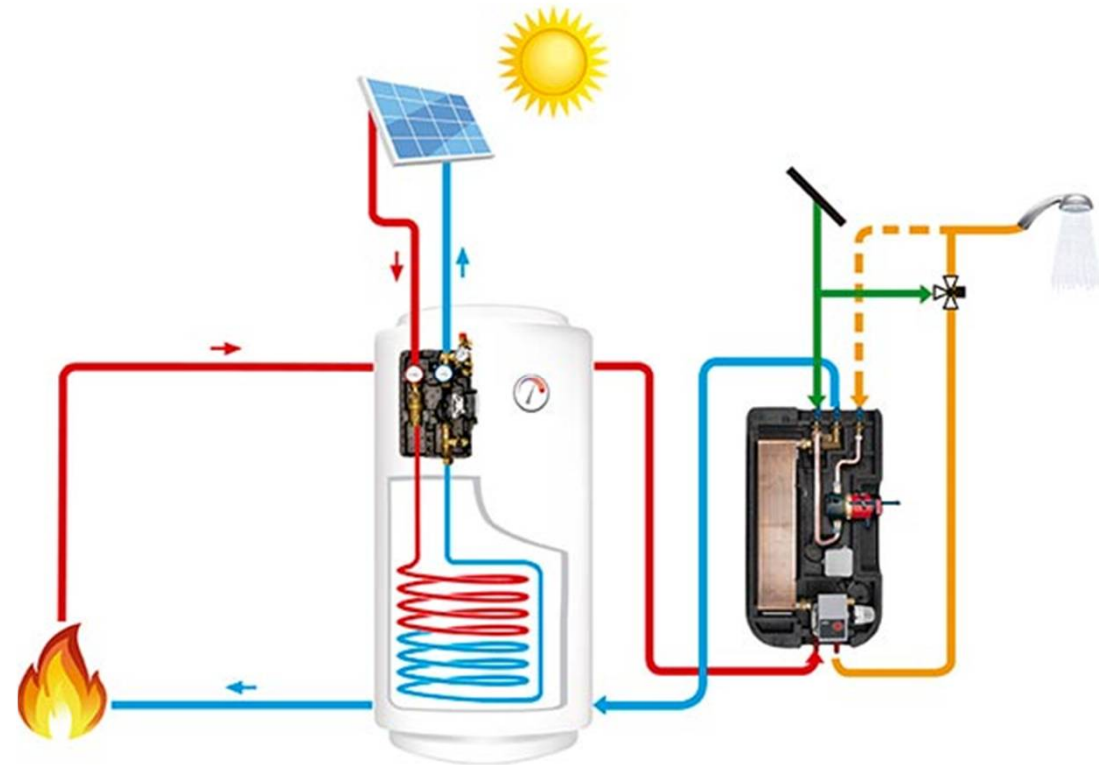
Rys. 15: Ogólny schemat stacji świeżej wody z zasobnikiem.
Źródło: Energie Lexikon [11]



Charakterystyka techniczna

Stacje świeżej wody

- Energia cieplna może być pozyskiwana z różnych źródeł, wykorzystujących zarówno paliwa tradycyjne, jak i ze źródeł odnawialnych (energia słoneczna, pompa ciepła).
- Urządzenia mogą być łatwo dostosowane do istniejącego systemu z zasobnikiem.
- Woda jest zawsze podgrzewana do wymaganej temperatury.
- Tradycyjne systemy zasobnikowe wymagają mieszania ciepłej i zimnej wody w celu dostosowania wymaganej temperatury w punkcie poboru, co jest nieefektywne!



Rys. 16: Schemat stacji świeżej wody z zasobnikiem. Źródło: Orkli [12]

Charakterystyka techniczna



LowTEMP2.0

Stacje świeżej wody

ZALETY	WADY
<ul style="list-style-type: none">• Niskie ryzyko rozwoju bakterii Legionella• Brak konieczności przegrzewania• Duża wydajność systemu• Zasobnik może być ogrzewany przy wykorzystaniu różnych źródeł, w tym odnawialnych!• System pracuje na niskich temperaturach - idealny do LTDH i systemów solarnych• Niewielka przestrzeń wymagana dla stacji• Łatwa integracja z istniejącymi systemami z zasobnikami• Ponowne wykorzystanie wody grzewczej.	<ul style="list-style-type: none">• Kosztowna instalacja, zwłaszcza w opcji wykorzystującej energię słoneczną• Straty ciepła nie są całkowicie do uniknięcia• Tworzenie się osadów• Wymaga regularnej konserwacji



Rys. 17: Stacja świeżej wody. Źródło: Oventrop GmbH & Co. KG [13]

Uzdatnianie wody pitnej

Do uzdatniania wody przeznaczonej do celów bytowo-gospodarczych można stosować zarówno technologię klasyczną opartą na filtracji przez złożę żwirowe, jak i nowoczesną technologię separacji membranowej.

W celu uzdatniania wody do picia stosuje się trzy grupy technik separacji membranowej:

- techniki ciśnieniowe** (mikrofiltracja MF, ultrafiltracja UF, nanofiltracja NF i odwrócona osmoza RO)
- techniki dyfuzyjne** (destylacja membranowa MD)
- techniki prądowe** (elektrodializa ED i elektrodializa odwracalna EDR).



W uzdatnianiu wody najczęściej stosuje się membranowe techniki ciśnieniowe:

- ❖ **mikrofiltrację** (zazwyczaj jako filtrację wstępną), umożliwiającą usuwanie z wykorzystaniem mechanizmu sitowego zawiesin, substancji rozpuszczonych i bakterii przy ciśnieniu do 0,3 MPa,
- ❖ **ultrafiltrację** umożliwiającą usuwanie zawiesin, substancji wielkocząsteczkowych, koloidów, bakterii i wirusów przy ciśnieniu od 0,1 do 1,0 MPa (również mechanizm sitowy),
- ❖ **nanofiltrację** pozwalającą poprzez mechanizm dyfuzyjny usunąć jony wielowartościowe i związki organiczne przy ciśnieniu od 0,5 do 3,0 MPa ,
- ❖ **odwróconą osmozę** umożliwiającą usuwanie substancji małocząsteczkowych przy ciśnieniu od 1,0 do 10,0 MPa (również mechanizm dyfuzyjny).

Charakterystyka techniczna



LowTEMP2.0

Uzdatnianie wody pitnej

❑ Systemy mikrofiltracji i ultrafiltracji

Stosowane są do redukcji mętności i zanieczyszczenia bakteryjnego w wodzie oraz jako wstępna obróbka przed nanofiltracją lub odwróconą osmozą.



❑ Nanofiltracja

Stosowana jest do zmiękczenia wody pitnej.

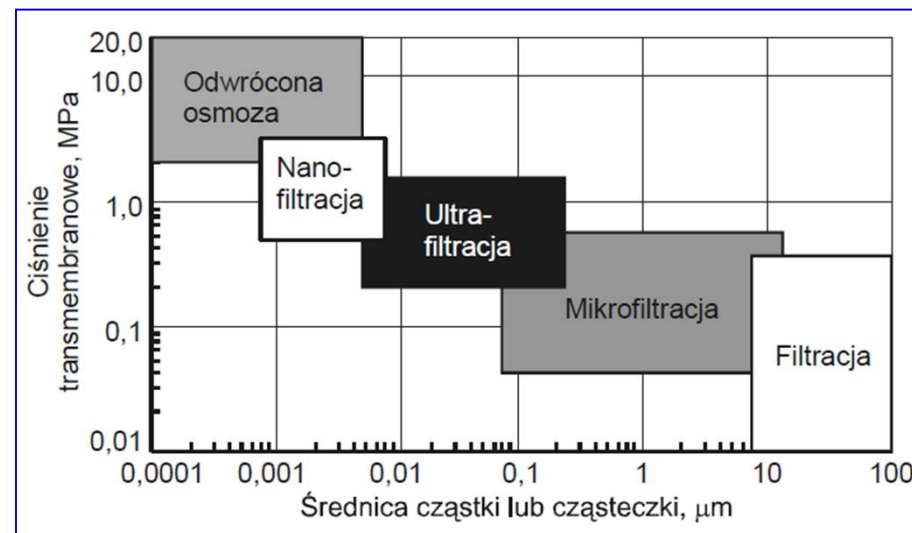
Wykorzystywana jest również do:

- odzyskiwania cennych substancji (specyficzne składniki wody mogą być rozdzielone w ukierunkowany sposób),
- bezpiecznego oddzielenie zanieczyszczeń organicznych (pestycydy, insektycydy).

❑ Systemy odwróconej osmozy

Przeznaczone są do produkcji wody zdemineralizowanej.

Umożliwiają wysoką redukcję soli rozpuszczonych w wodzie (nawet o 99%).

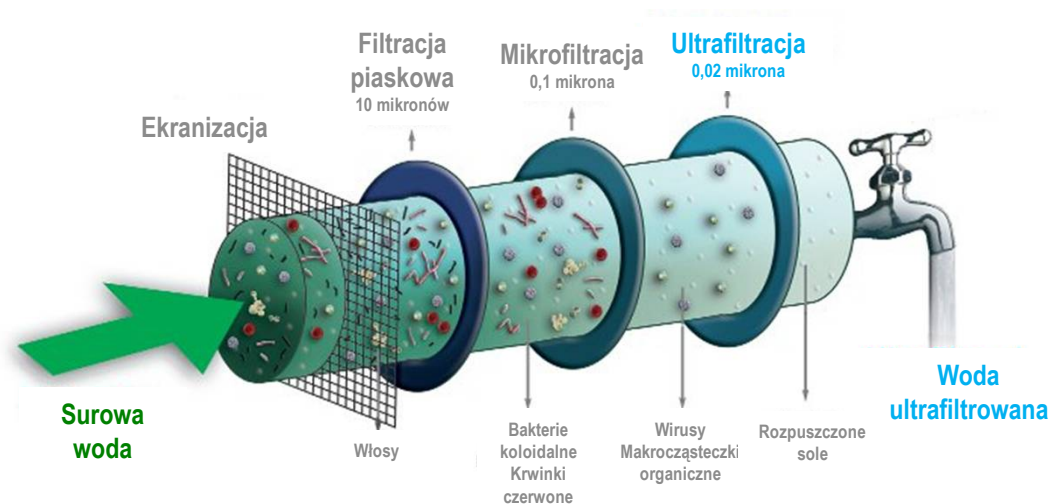


Rys. 18: Wielkość zatrzymywanych cząstek w procesach ciśnieniowej separacji membranowej.

Źródło: K. Konieczny Procesy membranowe w uzdatnianiu wody do picia – przykłady zastosowań w Polsce [15]

Uzdatnianie wody pitnej

- ❑ Z uwagi na coraz bardziej restrykcyjne regulacje prawne odnośnie jakości wody, niskociśnieniowe systemy membranowe są uważane za efektywne technologie uzdatniania wody pitnej.
- ❑ Systemy te mają wiele zalet, takich jak stosunkowo mała zajmowana kubatura, możliwość pracy ciągłej i łatwa do wykonania rozbudowa poprzez dodanie modułów. Ich zastosowanie zapewnia lepszą jakość wody pitnej niż techniki klasyczne.
- ❑ Stosowanie technik membranowych może być jednakże w niektórych przypadkach nieefektywne lub nieuzasadnione ekonomicznie, na przykład ze względu na skład wody (osady, węglan wapnia), konieczność dodatkowego wstępnego oczyszczania oraz czyszczenia chemicznego membran.



Rys. 19: Uproszczony schemat uzdatniania wody pitnej.
Źródło: My Water Earth [14]

Działania dotyczące poprawy jakości wody pitnej w UE



LowTEMP2.0

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/2184 z dnia 16 grudnia 2020 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (weszła w życie 4 stycznia 2021 r. – obowiązek wdrożenia w krajach UE w okresie 2 lat)

- ❑ Rewizja dyrektywy z 1998 r. ze względu na postęp naukowy, nowe metody badań oraz potrzebę uwzględnienia dotychczas nieobecnych w wodzie zanieczyszczeń.
- ❑ Odpowiedź na inicjatywę obywatelską „Right2Water” na rzecz poprawy dostępu wszystkich Europejczyków do bezpiecznej i wysokiej jakości wody z kranu.
Inicjatywę obywatelską „Right2Water” podpisało ponad 1,8 mln osób.
To pierwsza europejska inicjatywa obywatelska, która wymogła zmiany w prawie.
- ❑ Dyrektywa ta ma na celu poprawę bezpieczeństwa zdrowotnego wody przez dostosowanie listy i wartości badanych parametrów do obecnego stanu wiedzy i postępu technicznego, jak również poprawę dostępu do wody, zwłaszcza dla wrażliwych i zmarginalizowanych grup.

Działania dotyczące poprawy jakości wody pitnej w UE



LowTEMP2.0

Główne ustalenia Dyrektywy 2020/2184 z dnia 16 grudnia 2020 r.

- ❑ **Poprawa norm jakości wody pitnej**
 - Maksymalne limity dla niektórych substancji zanieczyszczających, takich jak ołów i szkodliwe bakterie.
 - Minimalne wymagania higieniczne dla materiałów mających kontakt z wodą pitną (takich jak rury lub krany) w celu uniknięcia zanieczyszczeń.
 - Monitorowanie w wodzie substancji zaburzających funkcjonowanie układu hormonalnego, produktów leczniczych i mikroplastików.
- ❑ **Poprawa dostępu do wody dla wszystkich obywateli**
(zwłaszcza dla grup szczególnie wrażliwych, które nie mają do niej dostępu lub których dostęp jest ograniczony, poprzez instalowanie dostępnych punktów poboru (kranów lub pitników) w miejscach publicznych lub zapewnienie alternatywnych systemów dostarczania wody).
- ❑ **Obowiązek prowadzenia oceny ryzyka dostaw wody w całym ich łańcuchu.**
- ❑ **Obowiązek informowania konsumentów o jakości wody.**
- ❑ **Zmiany w zakresie ograniczania strat wody (poprzez wymóg redukcji wycieków).**

Według Komisji Europejskiej, dostęp do wody lepszej jakości może zmniejszyć zużycie wody butelkowanej o 17%. Oznacza to oszczędności dla obywateli oraz pozytywny wpływ na środowisko, dzięki zmniejszeniu ilości emisji CO₂ i odpadów z tworzyw sztucznych.

Uzdatnianie wody dla ciepłownictwa

- ❖ Utrzymanie właściwej jakości wody ma kluczowe znaczenie dla trwałości rur ciepłowniczych, instalacji i kotłów.
- ❖ Głównym celem uzdatniania wody jest zapobieganie korozji, osadom w rurach (pęknięciom rur) i wymiennikach ciepła (obniżenie efektywności energetycznej całego systemu ciepłowniczego).
- ❖ Uszkodzenia rurociągów powodują przerwy w dostawie ciepła do odbiorców, straty uzdatnionej wody a także ryzyko zanieczyszczeń sieci wodą nieuzdatnioną, mogące w konsekwencji rozprzestrzenić się na cały system ciepłowniczy.
- ❖ Odpowiednie przygotowanie wody jest kluczem do bezproblemowego wieloletniego działania systemu.
- ❖ Optymalnie przygotowana woda powinna być:
 - Zdemineralizowana i odtleniona,
 - mieć właściwe pH,
 - być wolna od zanieczyszczeń mechanicznych.

Podstawowe etapy przygotowania wody dla sieci ciepłowniczych



- Redukcja zawartości żelaza i manganu
- Demineralizacja metodą odwróconej osmozy poprzedzona wstępnym zmiękczeniem wody
- Usuwanie tlenu za pomocą odgazowywacza membranowego lub odgazowywacza próżniowego
- Korekta pH.

Charakterystyka techniczna



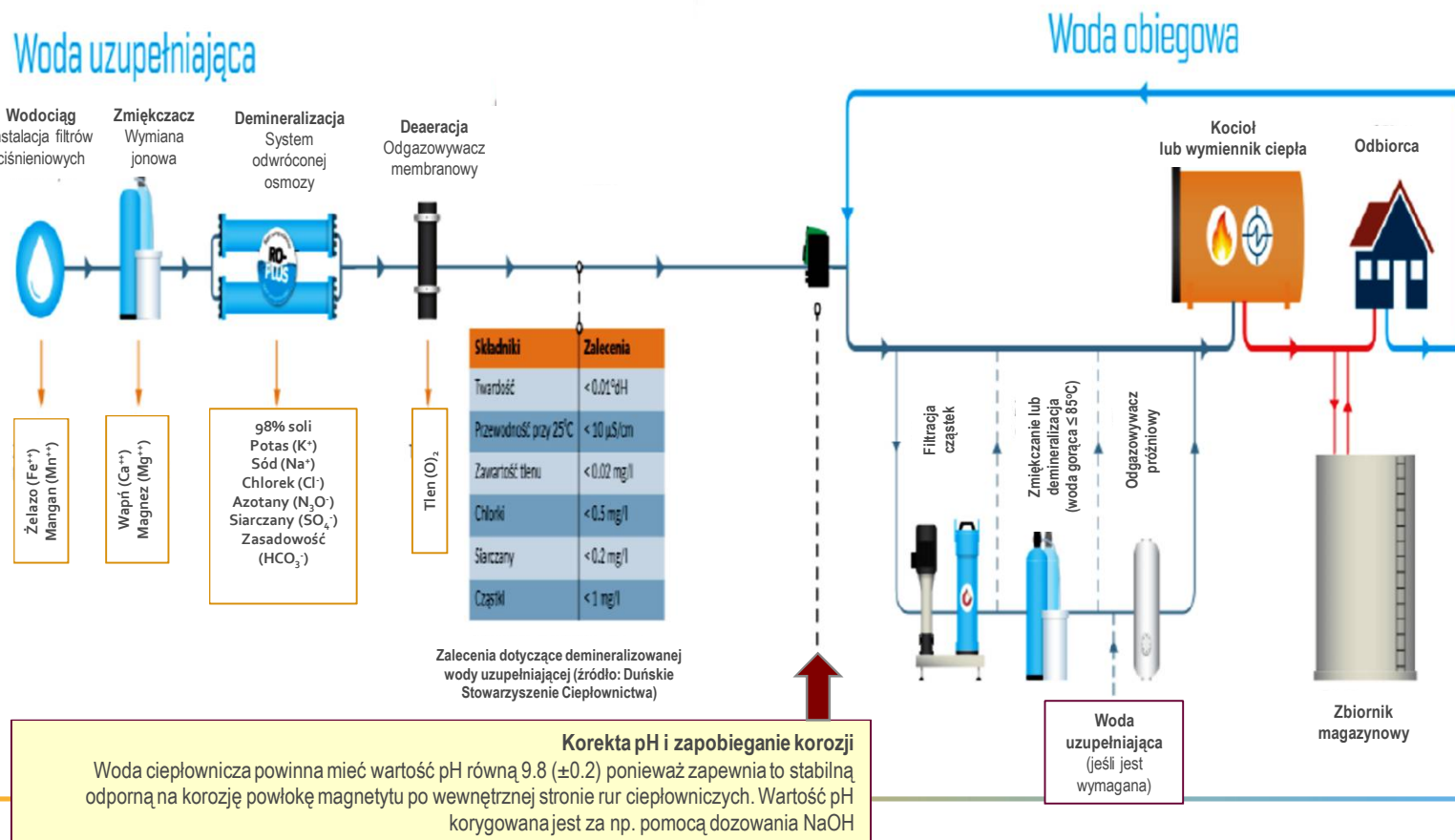
Włosy Włosy

Włosy



LowTEMP2.0

Uzdatnianie wody dla ciepłownictwa



Rys. 20: Schemat ilustrujący przygotowanie wody uzupełniającej i obiegowej w ciepłownictwie.
Źródło: EUROWATER Uzdatnianie wody [16]

Charakterystyka techniczna



LowTEMP2.0

Uzdatnianie wody dla ciepłownictwa



Rys. 21: Kompletna instalacja do produkcji wody dla sieci ciepłowniczej metodą odwróconej osmozy wraz ze zmiękczaczem i odgazowaniem membranowym.
Źródło: EUROWATER Uzdatnianie wody [16]



Rys. 22: Odgazowywacz próżniowy do usuwania rozpuszczonych gazów z wody.
Źródło: EUROWATER Uzdatnianie wody [16]

Charakterystyka techniczna



LowTEMP2.0

Uzdatnianie wody dla ciepłownictwa - przykłady



Instalacja składa się z urządzenia zmiękczającego UPCORE i urządzenia odwróconej osmozy. Urządzenie RO jest jednostką RO-PLUS zoptymalizowaną pod kątem wysokiego odzysku wody i niskiego zużycia energii w celu zminimalizowania kosztów operacyjnych. Urządzenia RO-PLUS są zaprojektowane z myślą o współczynniku odzysku o wartości do 90% nie zagrażając niezawodności ani jakości wody. Woda zdemineralizowana jest przechowywana w zbiorniku czystej wody o pojemności 25 m³, który działa również jako bufor.

Rys. 23: Stacja produkcji wody uzupełniającej dla sieci ciepłowniczej w Aalborgu w Danii
Źródło: EUROWATER [17]



Uzdatnianie wody dla ciepłownictwa - przykłady



Rys. 24-25: Zmodernizowana w 2017 r. stacja uzdatniania wody dla miejskiej sieci ciepłowniczej w Lęborku. Źródło: MPEC Lębork [18]

Zainstalowano stację zmiękczenia wody o wydajności 20 m³/h i stację odgazowania o nominalnej wydajności do 3 m³/h. Dodatkowo zainstalowano system tzw. nerki ciepłowniczej o wydajności do 3 m³/h.



Wykaz źródeł

- [1] EEA, European Environmental Agency. Use of freshwater resources (2017). <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/use-of-freshwater-resources-3/assessment-4>
- [2] IGB, Global International Geosphere-Biosphere Programme. <http://www.igbp.net/globalchange/greatacceleration.4.1b8ae20512db692f2a680001630.html>
- [3] UN FAO, United Nations Food and Agricultural Organization. AQUA. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html>
- [4] Eurostat. Water statistics. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Water_statistics
- [5] A. Hoekstra. The water we eat (2012). https://waterfootprint.org/media/downloads/Hoekstra-2015_1.pdf
- [6] Stiebel Eltron GmbH. Planung und Installation Warmwasser (2019). https://www.stiebel-eltron.de/content/dam/ste/de/de/products/downloads/Planungsunterlagen/Planungshandbuch/Planungshandbuch_Warmwasser.pdf
- [7] Combined Energy Services. <https://combinedenergyservices.com/water-heaters/>
- [8] heatersforlife.com. <https://heatersforlife.com/best-tankless-water-heater/>

last reviewed on 13.04.2021



Wykaz źródeł

- [9] Fine Homebuilding Editors. <https://www.finehomebuilding.com/2019/04/09/heat-pump-water-heaters-2>
- [10] geralt. Pixabay. <https://pixabay.com/de/photos/koli-bakterien-escherichia-coli-123081/>
- [11] Energie Lexikon, Frischwasserstation. <https://www.energie-lexikon.info/frischwasserstation.html>
- [12] Orkli. <https://www.orkli.com/de/web/confort-calefaccion/beliebtteste-produkte>
- [13] Oventrop GmbH & Co. KG. <https://www.ventrop.com/de-DE/produktesysteme/artikeldetails/1381580>
- [14] My Water Earth, Ultrafiltration. <https://www.mywaterearth.com/the-difference-between-ultrafiltration-reverse-osmosis>
- [15] K. Konieczny. Procesy membranowe w uzdatnianiu wody do picia – przykłady zastosowań w Polsce. https://water.put.poznan.pl/images/fullpapers/2010/TECHNOLOGIE_UZDATNIANIA_WOD/391_WODA2010_T1_WODA_2010_T1.pdf
- [16] EUROWATER Uzdatnianie wody. Uzdatnianie wody dla ciepłowni i elektrociepłowni. <https://www.eurowater.com/pl/ciepłownictwo>
- [17] EUROWATER. Wysokowydajna produkcja wody uzupełniającej dla sieci ciepłowniczej w Aalborgu. <https://www.eurowater.com/pl/referencje/wysokowydajna-produkcja-wody-uzupe%C5%82niajacej-dla-sieci-ciep%C5%82owniczej-w-aalborgu>
- [18] MPEC Lębork. Modernizacja stacji uzdatniania wody. <http://www.mpec.lebork.pl/pl/art/stacja-uzdatniania-wody.29.html>

last reviewed on 13.04.2021

Dane kontaktowe



ZEBAU GmbH

Centre for Energy, Construction, Architecture
and the Environment

Jan Gerbitz / Andreas Broßette / Merle Petersen

Große Elbstraße 146
22767 Hamburg
Germany

E-mail: info@zebau.de
Tel: +49 40 - 380 384 - 0
www.zebau.de

Instytut Maszyn Przepływowych im. Roberta Szewalskiego Polskiej Akademii Nauk

Teresa Żurek
Zakład Fizycznych Aspektów Ekoenergii

ul. Fiszer 14
80-231 Gdańsk
Polska

E-mail: tzurek@imp.gda.pl
Tel: +48 608 062 533
www.imp.gda.pl