

Najczęstsze problemy w instalacjach sanitarnych



STUDNIA SCHŁADZAJĄCA
WYMIARY WEWNĘTRZNE

155x60xH=55 cm
Z WŁAZEM 50x50 cm

DN65

OTWÓR 70x15 cm

RZ. SP. 0.15

POD STROPEM

OTWÓR $\varnothing 200$

RZ. SP. 0.45

POD STROPEM



dr inż. Jarosław Chudzicki, prof. PW
Wydział Instalacji Budowlanych,
Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska
Politechnika Warszawska
e-mail: jaroslaw.chudzicki@pw.edu.pl



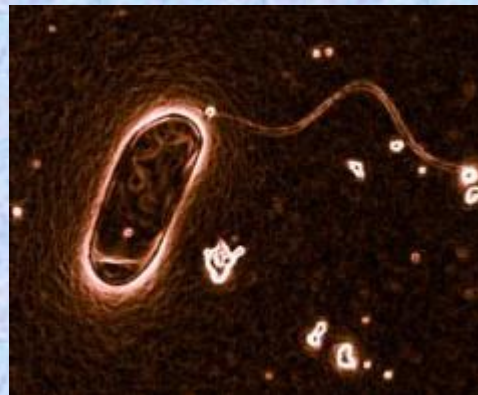
Bakterie *Legionella* w instalacjach wodociągowych



Charakterystyka bakterii *Legionella*

Odkrycie bakterii *Legionella*:

Pierwsza udokumentowana wzmianka o zakażeniu wywołanym bakteriami *Legionella* pochodzi z 1968 roku. W miejscowości Pontiac w stanie Michigan, w USA nastąpiło masowe zachorowanie 144 osób na nierozpoznaną wtedy chorobę, której przebieg był łagodny i podobny do zapalenia płuc. Chorobę tę nazwano „**gorączką Pontiac**”.



Charakterystyka bakterii *Legionella*

2. Odkrycie bakterii *Legionella*:

W 1976 roku w Filadelfii, także w USA, miał miejsce Zjazd Weteranów Wojennych (tzw. Legion Amerykański). W ciągu kilku dni jego trwania spośród 200 uczestników Zjazdu zmarło 29 osób, a ponad sto hospitalizowano. Objawy wszystkich zachorowań były zbliżone do zapalenia płuc, a przebieg ich był bardzo ciężki. Szczegółowe badania bakteriologiczne wykazały, że przyczyną zgonów był nowy szczep bakterii, nazwany ***Legionella pneumophila***, rozprzestrzeniający się w środowisku aerozoli występujących w instalacjach wodociągowych i klimatyzacyjnych. Chorobę wywoływaną przez te bakterie nazwano **legionelozą** (**LEGIONELLOSIS**) lub potocznie „**chorobą legionistów**”.



Bakterie *Legionella* – aspekty zdrowotne

3. Charakterystyka bakterii *Legionella*:

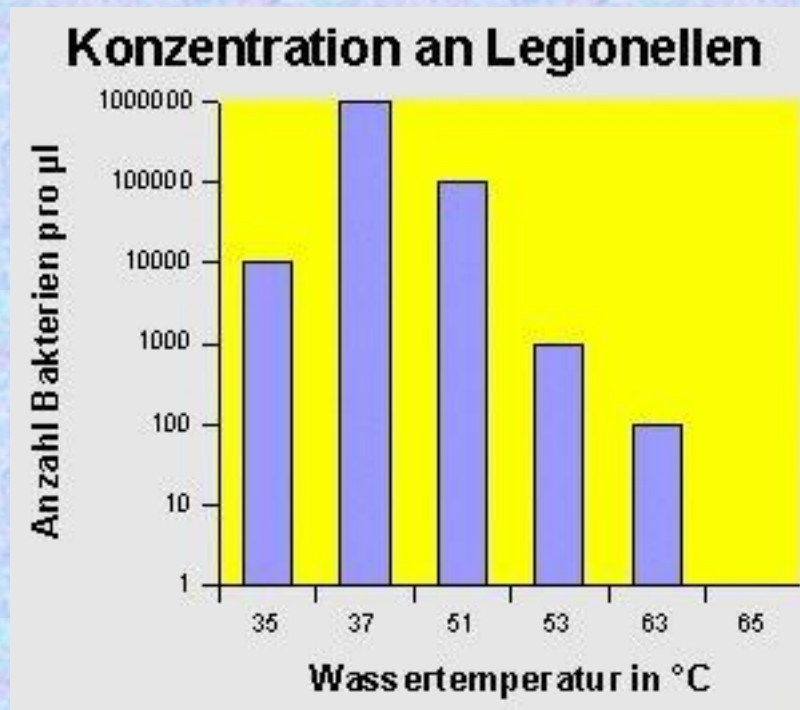
Właściwości morfologiczne tych bakterii zależą od warunków wzrostu. Komórki występujące w tkance płucnej osób zarażonych mają kształt koco pałeczek. Komórki pochodzące z hodowli na podłożach agarowych mają na ogół kształt pałeczek o wymiarach: szerokość $0,5 \div 1,0 \mu\text{m}$, długość $2 \mu\text{m}$, mogą tworzyć także formy nitkowate o długości do $50 \mu\text{m}$.



Bakterie *Legionella* – aspekty zdrowotne

3. Charakterystyka bakterii *Legionella*:

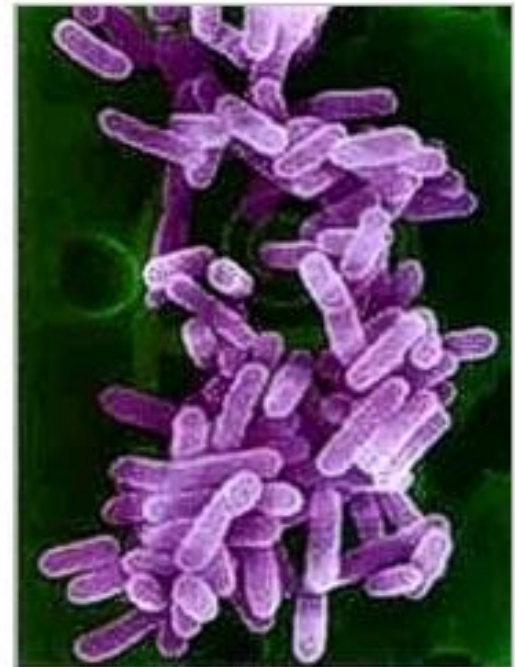
Bakterie te są organizmami mezofilnymi. Wzrost ich następuje w temperaturze $22 \div 43^{\circ}\text{C}$, optymalna temperatura wynosi $36 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Czas generacji komórek w tej temperaturze wynosi $6 \div 8$ godzin. Bakterie te bytując w warunkach naturalnych w komórkach glonów zdolne są do rozmnażania w temperaturze sięgającej nawet 67°C .



Bakterie *Legionella* – aspekty zdrowotne

3. Charakterystyka bakterii *Legionella*:

Wzrost *Legionellae* następuje przy odczynie od pH 5,5 do 9,2, optymalny jest odczyn pH 6,8 ÷ 7,0.



Pałeczki *Legionella pneumophila*

Bakterie *Legionella* – aspekty zdrowotne

4. Środowisko występowania bakterii *Legionella*:

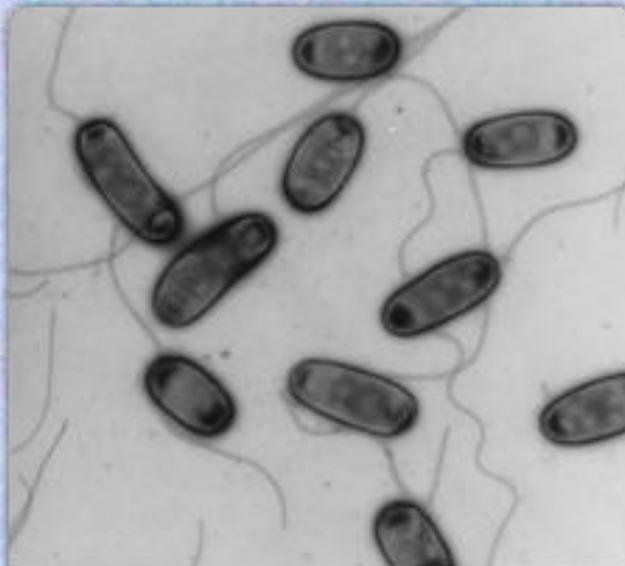
Naturalnym miejscem bytowania bakterii *Legionella* są wody śródlądowe i morskie, źródła wody gorącej oraz gleba. W zbiornikach wodnych rozwój tych bakterii następuje głównie w strefach przybrzeżnych, usytuowanych wokół zrzutu ścieków lub terenów zalesionych, w szczególności podczas obfitych zakwitów glonów, spowodowanych wzrostem eutrofizacji wód.



Bakterie *Legionella* – aspekty zdrowotne

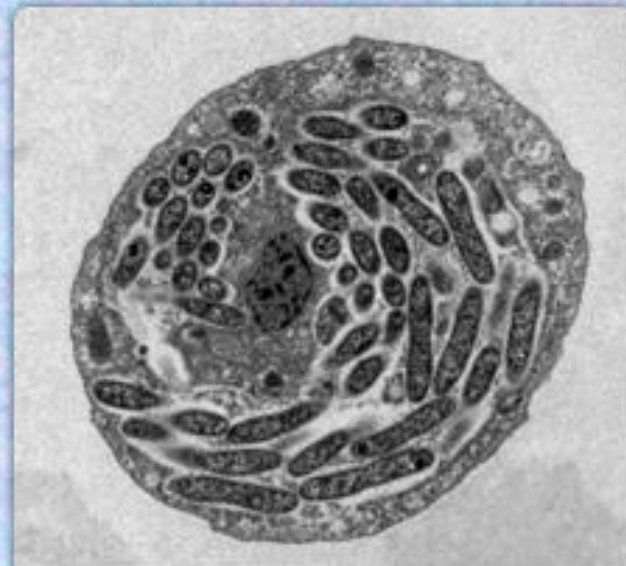
4. Środowisko występowania bakterii *Legionella*:

Wzrost tych bakterii w warunkach naturalnych następuje wyłącznie w obecności innych bakterii heterotroficznych, promieniowców, grzybów i glonów, a szczególnie pierwotniaków z grupy ameb i orzęsków.



Legionellen

Aufnahme: Robert Koch-Institut Berlin



Legionellen in Amöbe

Aufnahme: Robert Koch-Institut Berlin

Bakterie *Legionella* – aspekty zdrowotne

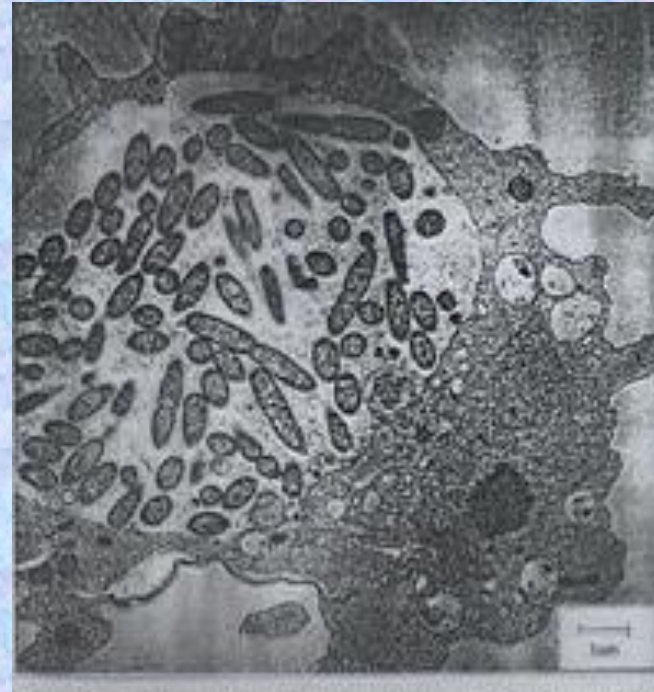
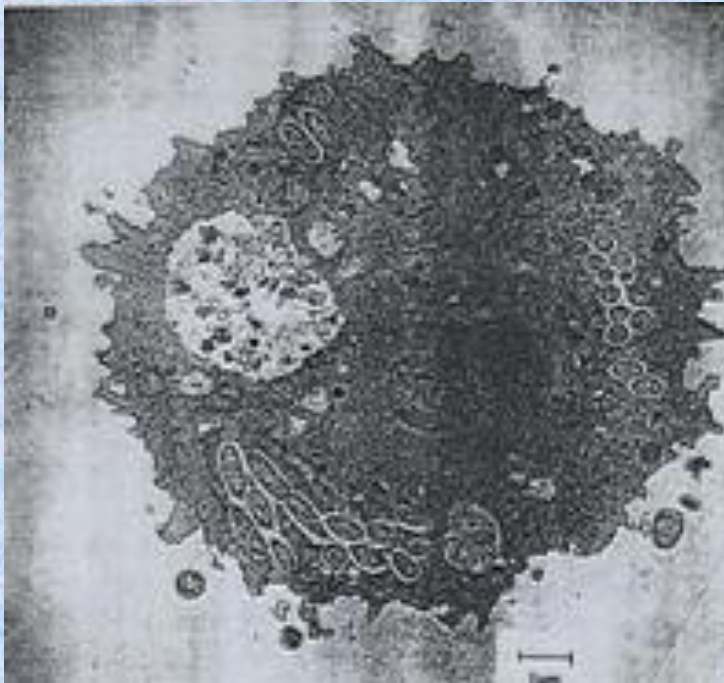
4. Środowisko występowania bakterii *Legionella*:



Bakterie *Legionella* – aspekty zdrowotne

4. Środowisko występowania bakterii *Legionella*:

Substancje niezbędne do wzrostu *Legionellae* pobierają z żywych lub obumarłych komórek tych organizmów. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że *Legionellae* nie należą do bakterii wolno żyjących w środowisku. Uznane mogą być zatem za bakterie pasożytnicze.



Bakterie *Legionella* – aspekty zdrowotne

5. Dlaczego bakterie *Legionella* są tak groźne dla człowieka?:

Naturalne biotopy stanowią źródło dalszego rozprzestrzeniania się *Legionellae* w środowisku pracy oraz bytowania ludzi. Wraz z wodą powierzchniową wykorzystywaną w stacjach uzdatniania wody bakterie te łącznie z organizmami, w których się rozwijają, przedostają się do systemów dystrybucji wody zimnej i ciepłej, zbiorników wody, komór zraszania urządzeń klimatyzacyjnych, aparatury medycznej.

Na podstawie badań stwierdzono, że komórki bakterii *Legionella* potrafią przeżyć w środowisku instalacji wodociągowych aż do 3 lat .



Bakterie *Legionella* – aspekty zdrowotne

5. Dlaczego bakterie *Legionella* są tak groźne dla człowieka?:

Źródła zakażenia: aerozole wodne (prysznice, zraszacze, spa, jacuzzi, obiekty basenowe, parki wodne, fontanny):

- urządzenia lecznicze (urządzenia do wspomagania oddychania, turbiny stomatologiczne, urządzenia do dializ),
- urządzenia sanitarne i klimatyzacyjne.



Bakterie *Legionella* – aspekty zdrowotne

5. Dlaczego bakterie *Legionella* są tak groźne dla człowieka?:

Okres wylęgania:

Od 36 godzin do 10 dni (w zależności od postaci chorobowej).

Czynniki zwiększające ryzyko zachorowania:

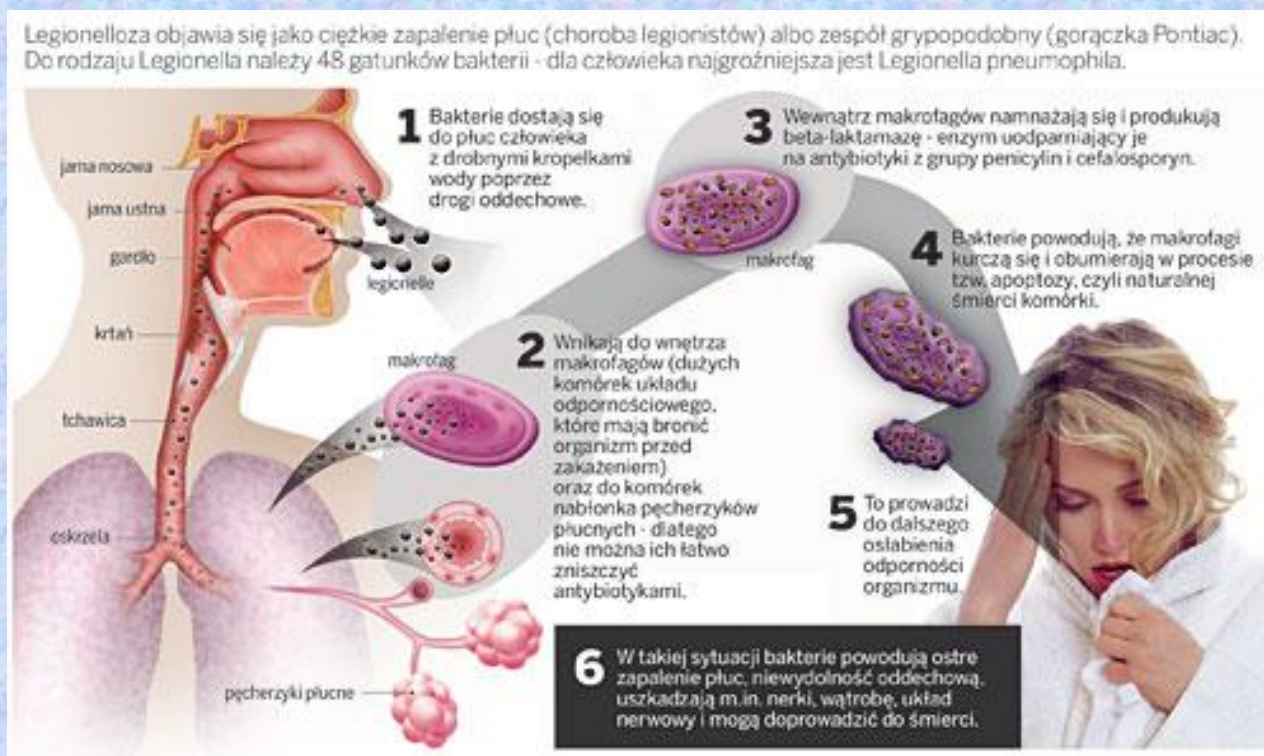
- palenie papierosów,
- alkoholizm,
- przebywanie w budynkach klimatyzowanych,
- długotrwałe podróże zwłaszcza do ciepłych krajów,
- osłabienie organizmu innymi chorobami, np. nowotworami, AIDS, itp.
- stany po transplantacjach, itp.



Bakterie *Legionella* – aspekty zdrowotne

6. Choroba legionistów – legioneloza:

Legioneloza to ostra choroba zakaźna, niezaraźliwa, wieloukładowa, najczęściej z dominującymi objawami zapalenia płuc. Wywołuje ją inhalacja aerozolu zawierającego pałeczki bakterii z rodziny *Legionellaceae*.

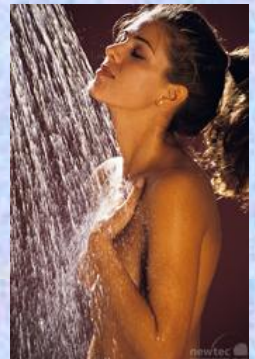


Bakterie *Legionella* – aspekty zdrowotne

6. Choroba legionistów – legioneleza:

Rozróżnia się trzy postacie tej choroby:

postać płucną, czyli typową chorobę legionistów, z dominującymi objawami zapalenia płuc, przy ciężkim stanie ogólnym, z podwyższoną ciepłotą ciała do 39°C, suchym kaszlem, zaburzeniami oddychania, którym towarzyszą objawy z przewodu pokarmowego, bóle brzucha, wymioty i biegunka oraz zaburzenia świadomości niewspółmierne do podwyższenia ciepłoty ciała. Powikłaniami bywają: niewydolność oddechowa, wstrząs i ostra niewydolność nerkowa, wymagająca zastosowania dializy pozanerkowej. Zgon występuje u 10-20% chorych z rozpoznaniem legionelezy.



Bakterie *Legionella* – aspekty zdrowotne

6. Choroba legionistów – legioneloza:

Rozróżnia się trzy postacie tej choroby:

postać pozapłucna, łagodna, rzekomogrypowa, nazywana gorączką Pontiac, z objawami nagłego wzrostu ciepłoty ciała, dreszczy, bólu głowy i bólów mięśniowych oraz objawów zakażenia górnych dróg oddechowych. Chorowało na tę postać 90% osób narażonych na zakażenie. Wyzdrowienie następuje samoistnie, po kilku dniach.

postać pozapłucna, ciężka, uogólniona, występuje u pacjentów narażonych na zakażenie po transplantacji nerek lub serca, itp.



Bakterie *Legionella* – aspekty zdrowotne

6. Choroba legionistów – legioneloza:

Sposób zakażenia legionelozą jest związany z występowaniem bakterii w środowisku.

W środowisku naturalnym bakterie te występują w wodach naturalnych i sztucznych zbiorników zawierających muł lub osad denny, w gorących źródłach leczniczych, w wilgotnej ziemi.

W otoczeniu człowieka bakterie *Legionella* rozwijają się w sieci wodociągowej i instalacjach wody zimnej i ciepłej, w zbiornikach i wodnych urządzeniach chłodniczych i klimatyzacyjnych, a także w podgrzewaczach wody. Wzrost występowania notuje się zwłaszcza w przewodach i urządzeniach zawierających osad denny i rdzę.

Źródłami zakażenia są aerozole wytwarzane przez fontanny, urządzenia lecznicze, klimatyzacyjne lub sanitarne (prysznice, wanny z hydromasażem), szczególnie połączone z rdzewiejącymi zbiornikami.

Bakterie *Legionella* – aspekty zdrowotne

6. Choroba legionistów – legioneloza:

Okres wylęgania się bakterii u osoby zakażonej jest różny. W postaci płucnej trwa zwykle 5 - 6 dni, w przypadkach krańcowych od 2 do 10 dni. W epidemii gorączki Pontiac czas wylęgania jest nieco krótszy i wynosi zwykle 36 - 48 godzin, w przypadkach krańcowych 4 - 60 godzin.

Odporność populacji na legionelozę zależy od dawki zakaźnej i okoliczności towarzyszących zakażeniu. W epidemii gorączki Pontiac chorowało 90% osób narażonych na zakażenie, natomiast przy postaci płucnej w epidemii w Filadelfii w niektórych grupach wieku zachorowało 5 - 10% osób narażonych.



Bakterie *Legionella* – aspekty zdrowotne

6. Skala zachorowań na legionelozę w Polsce (dane: EuroClean, 2020):



Bakterie *Legionella* – aspekty zdrowotne

6. Skala zachorowań na legionelozę w Polsce (dane: EuroClean, 2020)

rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
liczba zachorowań	36	18	10	11	14	23	27	39	75	89
hospitalizacja	35	18	10	11	14	23	26	39	74	80
Procent %	97,2	100	100	100	100	100	96,3	100	98,7	92

Klasyfikacja metod usuwania i unieszkodliwiania bakterii *Legionella*:

Metody usuwania i unieszkodliwiania bakterii *Legionella*

Usuwanie bakterii *Legionella*

- metody membranowe
- mikrofiltracja
- ultrafiltracja

Unieszkodliwianie bakterii *Legionella*

Metody i procesy jednostkowe

Dezynfekcja fizyczna

- Dezynfekcja termiczna
- Dezynfekcja promieniami UV

Dezynfekcja chemiczna

- Chlorowanie
- Podchloryn sodu
- Monochloraminy
- Dwutlenek chloru
- Jodowanie
- Bromowanie
- Jonizacja (miedź i srebro)

Metody i procesy złożone

- UV + podchloryn sodu
- UV + monochloraminy
- UV + dwutlenek chloru
- Chlorowanie + temp.

Dezynfekcja termiczna:

**Czas unieszkodliwiania bakterii *Legionella*
w zależności od temperatury:**

Temperatura wody [°C]	Czas unieszkodliwiania bakterii <i>Legionella</i> [min.]
55	20
57,5	6
60	2
70	< 0,15 (kilka sekund)

Zalecenia praktyczne:

US CDC (Center for Disease Control and Prevention)
poleca dezynfekcję termiczną przy temperaturze 71°C
i płukanie punktów czerpalnych przez 5 minut.

Dezynfekcja termiczna:

Zalecenia praktyczne:

Dezynfekcja termiczna przy temperaturze 75-80°C
płukanie punktów czerpalnych przez 15 minut każdy.

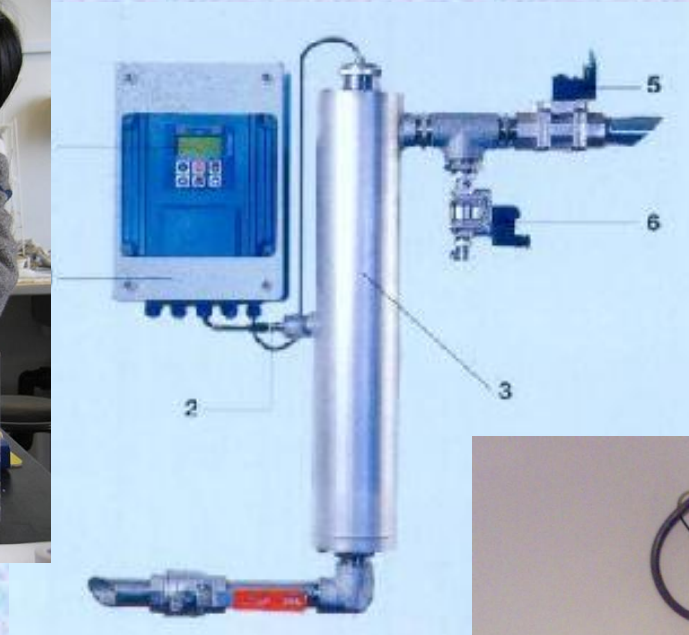
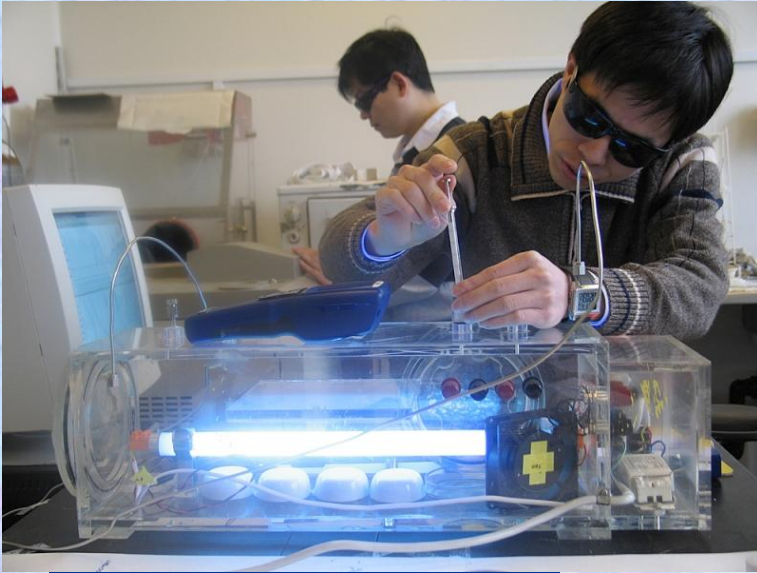
Ograniczenia metody:

- ☑ brak wystarczającej temperatury do podgrzania wody (tzw. wysokich parametrów) poza sezonem grzewczym,
- ☑ oszczędzanie środków finansowych (dezynfekcja termiczna wiąże się z podwyższeniem kosztów przygotowania ciepłej wody),
- ☑ niedostosowanie instalacji lub technologii obiegu c.w.u. do przeprowadzenia dezynfekcji termicznej (stare skorodowane lub zarośnięte instalacje, z niestabilizowanych tworzyw sztucznych, itp.),
- ☑ nie wszystkie punkty czerpalne są dostępne (np. w budynkach mieszkalnych),
- ☑ zagrożenie poparzeniem dla odbiorców wody.

Dezynfekcja termiczna:



Dezynfekcja promieniami UV:



Dezynfekcja chemiczna:

	Dezynfekcja szokowa	Dezynfekcja ciągła
Chlor, podchloryn sodu	20-50 mg/dm ³ chloru wolnego, Czas kontaktu 1-2 godz.	0,5-1,0 mg/dm ³ chloru wolnego, dawka podtrzymująca
Dwutlenek chloru	1,2-1,5 mg/dm ³ chloru wolnego, Czas kontaktu 1-2 godz.	0,2-0,35 mg/dm ³ chloru wolnego, Dawka podtrzymująca

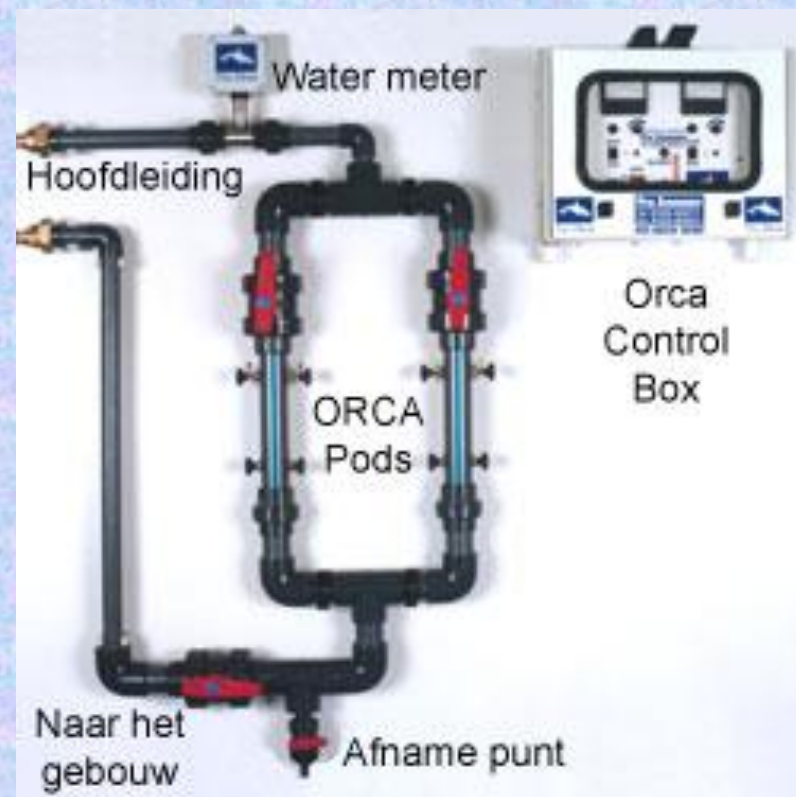
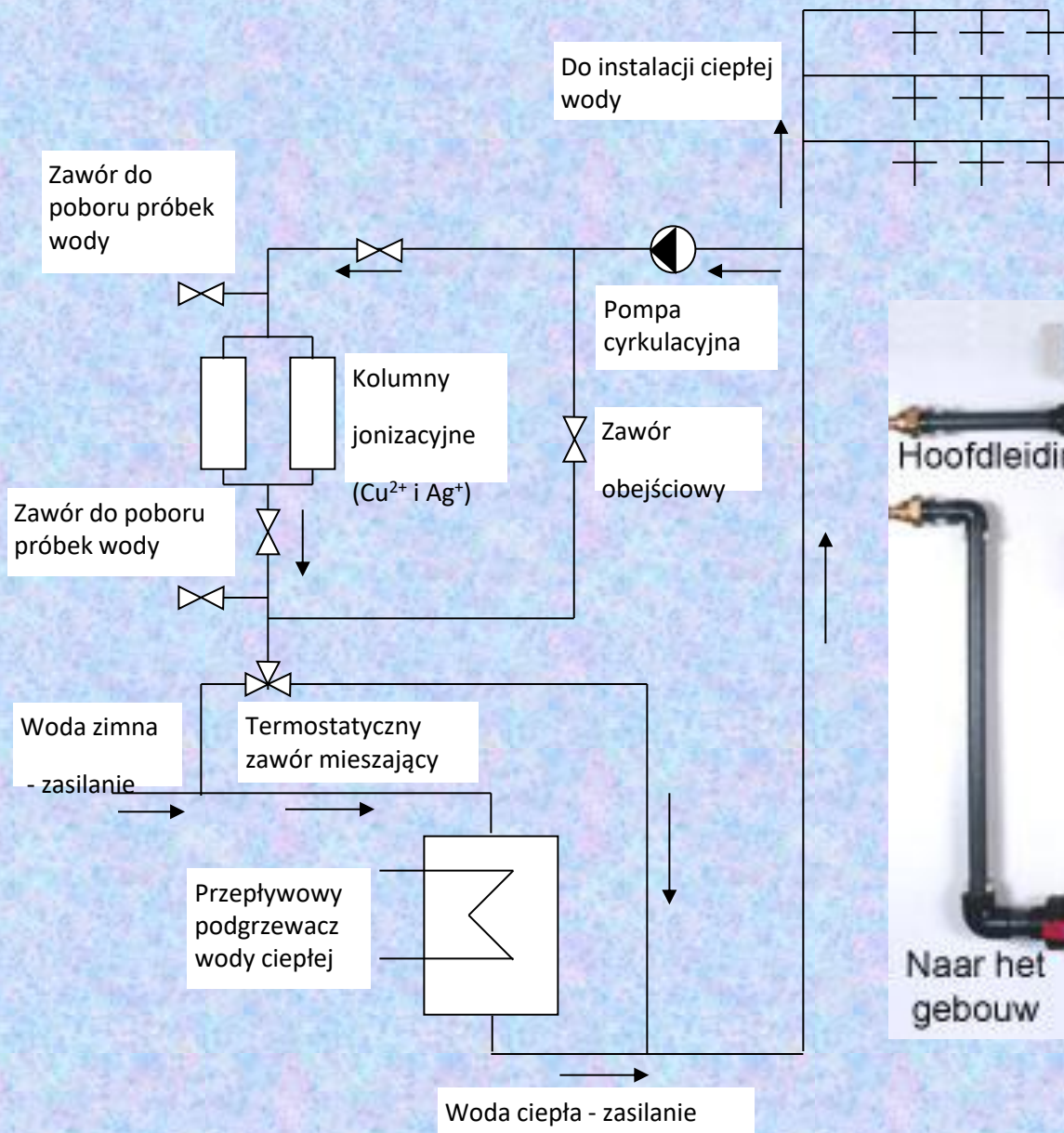
Dezynfekcja chemiczna – dwutlenek chloru:



Metoda jonizacji jonami miedzi i srebra:



Metoda jonizacji jonami miedzi i srebra:



Metoda jonizacji jonami miedzi i srebra:

W procesie jonizacji stosuje się następujące dawki jonów miedzi i srebra:

miedź Cu^{2+} - $100 \div 400 \text{ } \mu\text{g/dm}^3$,

srebro Ag^+ - $20 \div 40 \text{ } \mu\text{g/dm}^3$

Porównanie wartości dopuszczalnych stężeń jonów miedzi i srebra ustalonych w przepisach Unii Europejskiej, w przepisach polskich i w Wytycznych WHO.

Wskaźnik jakości wody	Dyrektywa 98/83/EC ^a	Przepisy polskie ^b	Wytyczne WHO z 2017 r. ^c
Miedź [mg/dm ³]	2,0	2,0	2,0
Srebro [mg/dm ³]	brak	0,01	brak

Objaśnienia:

^a – Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption.

^b – Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia z 7 grudnia 2017 w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. z 2017, poz. 2294).

^c – Guidelines for drinking-water quality. Fourth Edition. Volume 1. Recommendations. World Health organization. Geneva 2017.