

Właściwości bakterii
Legionella spp.
**- sposoby ich eliminacji z wewnętrznych
systemów wodociągowych**

Izba Gospodarcza Wodociągi Polskie
wrzesień - październik - 2023 r.

Spis treści

1. Słownik oznaczeń (strona 4)
2. Wstęp - cel i zakres publikacji (strona 5)
3. Co to jest *Legionella spp.*? (strona 5)
4. Medyczne aspekty działania bakterii *Legionella pneumophila* na człowieka (strona 7)
5. Legioneloza w Polsce i na świecie - czy jest to choroba powszechna? (strona 9)
6. *Legionella* w środowisku naturalnym (strona 14)
7. *Legionella* w wodzie zimnej przeznaczonej do spożycia przez ludzi (strona 16)
8. *Legionella* w wewnętrznych systemach wodociągowych - instalacjach recyrkulacji wody ciepłej (strona 17)
9. Analiza przypadku rozwoju i rozprzestrzeniania się zakażenia *Legionellą* w Rzeszowie w okresie letnim 2023 r. (strona 20)
10. Sposoby ochrony przed ryzykiem namnażania *Legionelli* (strona 27)
11. Uwarunkowania prawne dotyczące jakości wody - w kontekście zagrożenia legionelozą (strona 44)
12. Badania bakterii *Legionella* w wodzie (strona 52)
13. Laboratoria w Polsce badające obecność i zawartość bakterii *Legionella* w wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi (strona 58)
14. Odpowiedzialność karna i cywilna za dostarczenie ciepłej wody niespełniającej wymagań w zakresie zawartości bakterii *Legionella* (strona 58)
15. Literatura pomocnicza (strona 63)

[1] Oficjalna strona Europejskiego Centrum ds. Zapobiegania i Kontroli Chorób <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/legionnaires-disease-annual-epidemiological-report-2021.pdf> data dostępu 21.09.2023

[2] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/2184 z dnia 16 grudnia 2020 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U.UE.L.2020.435.1) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020L2184&from=CS>

Praca zbiorowa: autorzy/współautorzy opracowania:

1. **mgr inż. Piotr Czerwczak**
2. **mgr inż. Agnieszka Kołodziej - Bober**
3. **dr inż. Iwona Lasocka - Gomuła**
4. **dr inż. Anna Olejnik**
5. **mgr Krzysztof Pudaś**
6. **prof. dr hab. Bartosz Rakoczy**
7. **dr inż. Klara Ramm**
8. **dr inż. Tadeusz Rzepecki**
9. **adw. Paweł Sikorski**
10. **mgr inż. Katarzyna Szczepanek**
11. **mgr Ewelina Michałek - Ogrodowicz**
12. **mgr inż. Marek Ustrobiński**

Redakcja końcowa: dr inż. Iwona Lasocka – Gomuła, dr inż. Tadeusz Rzepecki

1. Słownik oznaczeń

1. *Legionella spp.* – oznacza wszystkie bakterie z rodzaju *Legionella*.
2. *Legionella sp.* – oznacza określony gatunek bakterii z rodzaju *Legionella*.
3. *Legionella pneumophila* – oznacza bakterię z rodzaju *Legionella* gatunek *pneumophila*.
4. Legioneloza – ogólne oznaczenie choroby jako jednej z dwóch jednostek chorobowych – gorączki Pontiac lub choroby legionistów.
5. Gorączka Pontiac – łagodniejsza forma choroby pozapłucna, przebiegająca z objawami rzekomo-grypowymi - wzrostem ciepłoty ciała, dreszczami, bólami głowy i mięśni, zakażeniem górnych dróg oddechowych [3].
6. Choroba legionistów – cięższa forma choroby, charakteryzująca się objawami zapalenia płuc, ciężkim stanem ogólnym, z wysoką gorączką, suchym kaszlem, zaburzeniami oddychania. Tej postaci mogą towarzyszyć bóle brzucha, wymioty i biegunka, mogą wystąpić również zaburzenia świadomości. W przypadkach o ciężkim przebiegu może rozwinąć się niewydolność oddechowa, wstrząs i ostra niewydolność nerek. [4]
7. WHO – World Health Organization - Światowa Organizacja Zdrowia.
8. PPIS – Państwowy Powiatowy Inspektor Sanitarny.
9. IGWP – Izba Gospodarcza Wodociągi Polskie z siedzibą w Bydgoszczy.

[3] Oficjalna strona The Legionella Control Association <https://www.legionellacontrol.org.uk/about/> data dostępu: 22.09.2023

[4] Oficjalna strona Health and Safety Executive, www.hse.gov.uk/pubns/books/18.htm

2. Wstęp – cel i zakres publikacji

Poniższa publikacja powstała z inicjatywy Izby Gospodarczej Wodociągi Polskie w Bydgoszczy w II połowie 2023 r. i była reakcją na wiele niesprawdzonych, często sprzecznych informacji medialnych związanych z występowaniem bakterii *Legionella*, sposobami zarażenia i licznymi zachorowaniami na legionelozę zdiagnozowanymi w obiektach leczniczych w Rzeszowie w sierpniu i wrześniu 2023 r.

Publikacja została przygotowana przez zespół specjalistów ds. jakości wody z kluczowych przedsiębiorstw wodociągowych w Polsce, w konsultacji ze specjalistami z medycyny, na podstawie rzetelnych danych posiadanych przez autorów niniejszego opracowania, opartych na sprawdzonych i wiarygodnych danych literaturowych, popartych wieloma badaniami naukowymi, wiedzą techniczną i/lub badaniami klinicznymi w przypadku zachorowań na legionelozę w formie dwóch jednostek chorobowych – gorączki Pontiac i choroby legionistów.

3. Co to jest *Legionella spp.*?

Historia

Bakteria *Legionella spp.* jest znana stosunkowo niedawno, badania z nią związane jednak były w ostatnich latach bardzo intensywne. Nazwa bakterii *Legionella* wywodzi się z niespodziewanego wybuchu choroby, który miał miejsce w 1976 roku podczas 58 Konwentu Amerykańskiego Legionu odbywającego się w hotelu *Bellevue Stratford* w Filadelfii (tzw. spotkanie legionistów). W ciągu kilku dni po zakończeniu Konwentu, spośród około 4 tysięcy uczestników, 221 uczestników zachorowało na ciężkie zapalenie płuc, a 34 osoby zmarły. [5] Po licznych badaniach, naukowcy zidentyfikowali nowy gatunek bakterii, który nazwali *Legionella pneumophila*, traktując ją jako sprawcę choroby, później nazwanej legionelozą.

Obecny stan wiedzy

Legionella to rodzaj gram-ujemnych bakterii, który obejmuje ponad 50 gatunków i 70 serotypów. Choć gatunek tej bakterii - *Legionella pneumophila* - jest najbardziej znany i najczęściej powoduje choroby u ludzi, to inne gatunki tej bakterii również mogą być patogeniczne. Bakterie te naturalnie występują na wszystkich kontynentach świata, w środowisku wodnym. Są obecne w zbiornikach wodnych, takich jak rzeki, jeziora, stawy czy ciepłe źródła. Naturalnym miejscem bytowania tych bakterii jest także gleba. Mogą również zasiedlać systemy wodne, szczególnie wody ciepłej oraz systemy klimatyzacyjne.

[5] Piekarska K., Prezentacja: Katarzyna Zacharczuk Magdalena Rzeczkowska Badanie i ocena wpływu klimatu na stan zdrowia oraz wypracowanie działań związanych z adaptacją do jego zmian. Ryzyko wzrostu zakażeń *Legionella* jako możliwa konsekwencja zdrowotna ocieplenia klimatu w Polsce: potrzeba usprawnienia wczesnej diagnostyki legionelozy, 03.09.2018-01.12.2020

Dzięki badaniom naukowym, obecnie wiemy, że bakterie *Legionella spp.*:

- rozwijają się najlepiej w temperaturze 25-55°C, ale mogą przetrwać w szerszym zakresie temperatur. Bakterie te obumierają dopiero w temperaturze powyżej 60°C,
- mogą bytować we wnętrzu innych mikroorganizmów, które mogą stanowić dla nich ochronę w przypadku prowadzonej dezynfekcji, szczególnie chemicznej,
- są bardzo wrażliwe na działanie promieniowania UV,
- posiadają zdolność tworzenia biofilmu, co znacznie utrudnia ich eliminację,
- połączone w biofilmie w ok. 90% znajdują się na powierzchni w śluzie biofilmu i ok. 10% w wodzie, a co za tym idzie łatwiej jest wyhodować bakterie pobierając wymaz z osadów niż z próbki wody,
- stanowią aż 30% bakterii wchodzących w skład biofilmu utworzonego na powierzchni przewodów i zbiorników w instalacji ciepłej wody,
- mogą być przenoszone przez drobne krople (aerozole), co sprawia, że są one szczególnie niebezpieczne w systemach generujących aerozole (np. prysznice, zraszacze, chłodnie kominowe itp.),
- stanowią ryzyko zakażenia, które rośnie w przypadku osób starszych, palaczy i osób z obniżoną odpornością.
- powodują zakażenie, które następuje poprzez wdychanie aerozolu wodno-powietrznego, zawierającego ich patogeniczne szczepy.

Dzięki nowoczesnym technikom diagnostycznym w medycynie, takim jak hodowle czy testy PCR, możliwe jest szybkie i precyzyjne zidentyfikowanie obecności bakterii rodzaju *Legionella spp.*, a także potwierdzenie zachorowania na legionelozę. Leczenie legionelozy najczęściej polega na antybiotykoterapii, ale kluczową rolę w powodzeniu terapii odgrywa również wczesna i prawidłowa jej diagnoza.

Bakteria rodzaju *Legionella spp.* to poważne zagrożenie dla zdrowia ludzi zidentyfikowane kilkadziesiąt lat temu, ale wciąż pozostaje ważnym tematem badań. Mimo, że znamy wiele czynników ryzyka i sposobów przenoszenia, nadal pracuje się nad skutecznymi metodami prewencji i eliminacji bakterii z systemów wodnych. Dlatego użytkownicy wewnętrznych systemów wodociągowych w nieruchomościach, zarówno mieszkańcy, jak i zarządcy oraz właściciele nieruchomości, powinni być świadomi zagrożeń i sposobów ich zapobiegania, które zostały omówione w dalszej części niniejszego poradnika.

4. Medyczne aspekty działania bakterii *Legionella pneumophila* na człowieka

Proces infekowania organizmu człowieka następuje w drodze wdychania aerozolu, należy jednak podkreślić, że do rozwoju choroby dochodzi w przypadku obniżonej odporności organizmu. Bakterie *Legionella* nie przenoszą się przez picie wody ani przez bezpośredni kontakt międzyludzki. Głównym, wywołującym choroby czynnikiem związanym z *Legionellą* jest serogrupa 1 bakterii *Legionella pneumophila*.

Bakterie *Legionella* wywołują dwie odmienne postaci kliniczne choroby. Jedną z nich to gorączka Pontiac, postać grypopodobna, drugą to choroba legionistów, czyli zakażenie powodujące zapalenie płuc.

Gorączka Pontiac charakteryzuje się łagodnymi objawami infekcji dróg oddechowych przypominającą zwykłą grypę: ból głowy, gorączka, bóle mięśni, dreszcze, uczucie rozbicia. Rzadziej występują wymioty, biegunka, mdłości. Najczęściej objawy ustępują samoistnie po 2-5 dniach.

Choroba legionistów przejawia się nietypowym zapaleniem płuc, dusznościami, kaszlem i wysoką gorączką. Ostry przebieg choroby jest niebezpieczny dla zdrowia i w skrajnych przypadkach może prowadzić nawet do śmierci. Należy podkreślić, że u dzieci choroba legionistów występuje rzadko i jest diagnozowana głównie u osób z obniżoną efektywnością działania układu odpornościowego.

Identyfikowanie przyczyn zapalenia płuc ma kluczowe znaczenie w podejmowaniu skutecznych działań medycznych. Obraz kliniczny zapalenia płuc wywołanego przez bakterie *Legionella pneumophila* jest taki sam jak w przypadku zapalenia płuc wywołanego przez inne patogeny, dlatego bardzo ważne w tym przypadku jest wykonywanie posiewów mikrobiologicznych oraz testów np. z moczu pozwalających na identyfikację przyczyn zapalenia płuc. Jeśli u pacjenta podejrzewa się chorobę legionistów, a pierwszy test jest negatywny, nie należy przeprowadzać drugiego testu. [6] W takim przypadku zaleca się wykonanie posiewu i/lub PCR na próbce pobranej z płuc. W porównaniu z obrazem klinicznym pneumokokalnego zapalenia płuc czynnikiem wskazującym na legionelozę jest wysoka gorączka powyżej 39°C. Dlatego identyfikacja przyczyn zapalenia płuc ma znaczenie w skutecznym jego leczeniu poprzez dobór odpowiednich antybiotyków.

Należy również podkreślić, że obecny stan wiedzy medycznej w zakresie oceny podatności organizmu na rozwój zapalenia płuc wywołany bakteriami *Legionella* wskazuje czynniki ryzyka, a są to przede wszystkim zaawansowany wiek, palenie tytoniu, a także wszelkie przyczyny obniżenia odporności (nowotwory, cukrzyca, zakażenie HIV), terapia kortykosteroidami i leczenie immunosupresyjne. Zwłoka w rozpoczęciu odpowiedniego leczenia naraża pacjenta na ryzyko zwiększonej śmiertelności [6].

[6] Jamilloux Y., Jarraud S., Lina G., Etienne J., Ader F.; Legionella, Legionnaires' disease, Med Sci (Paris) Volume 28, Number 6-7, June-July 2012

Chociaż znane są przyczyny pozaszpitalnego zapalenia płuc i gorączki Pontiac, globalne obciążenie infekcjami wywołanymi przez gatunki *Legionella* inne niż *Legionella pneumophila* jest nadal w fazie rozpoznania.

Jak ważny jest problem legionelozy wskazują też cyklicznie organizowane przez międzynarodowe środowisko naukowe konferencje na temat bakterii *Legionella*, aby wymieniać się nowymi osiągnięciami wiedzy na temat biologii bakterii oraz zarządzania i zapobiegania zakażeniom u ludzi. Działalność badawcza w dziedzinie genomiki przyczynia się do dalszego pogłębiania naszej wiedzy na temat ewolucji i patogenezы bakterii *Legionella* oraz zapewnia źródło danych do lepszego wykrywania i diagnostyki. Prace eksperymentalne mogą również pomóc w wyjaśnieniu częstości występowania serogrupy 1 *L. pneumophila* jako ludzkiego patogenu. Nowe technologie zaprezentowane w obszarze wykrywania i kontroli środowiska *Legionelli* mogą zmienić krajobraz epidemiologiczny choroby legionistów. [7] To potwierdza, że zachorowalność na zapalenie płuc wywołane bakteriami *Legionella* jest poważnym problemem na całym świecie.

Potwierdzają to również badania prowadzone np. w Australii i Nowej Zelandii. Podczas tych badań wykazano, że *Legionella longbeachae* (wyzolowana z gleby) jest główną przyczyną pozaszpitalnego zapalenia płuc w tym regionie świata. Narażenie na kontakt z glebą doniczkową i kompostem stanowi szczególne ryzyko zakażenia *Legionella longbeachae*. Badania genetyczne wykazały wysoki poziom rekombinacji, a także szeroki transfer genów zarówno w obrębie gatunku, jak i między gatunkami. To, w połączeniu z różnymi systemami wydzielania, które umożliwiają bakterii przejęcie funkcji i zasobów komórek gospodarza, odgrywa kluczową rolę w kształtowaniu jej przetrwania i wzrostu. [8]

Inne badania wykazały, że szeroko stosowany do diagnozowania zapalenia płuc wywołanego przez bakterie *Legionella* test na obecność antygeny w moczu (UAT) ma wysoką swoistość (99%), ale tylko umiarkowaną czułość (74%). Dlatego nie można wykluczyć możliwości zakażenia *Legionella pneumonia* mimo negatywnych wyników UAT. [9] Autorzy artykułu zbadali jakość płwociny u 124 pacjentów z legionelozowym zapaleniem płuc, w tym 109 hospitalizowanych i 5 leczonych w warunkach ambulatoryjnych.

Badacze analizowali wiek, płeć, choroby współistniejące, objawy, leczenie antybiotykami przed przyjęciem do szpitala, ciężkość zapalenia płuc. Dodatkowo badali stężenie azotu mocznikowego we krwi, odwodnienie, nasycenie krwi tlenem mierzone za pomocą pulsoksymetrii, dezorientację i skurczowe ciśnienie krwi.

[7] Hilbi H., Jarraud S., Hartland E., Buchrieser C.: Update on Legionnaires' disease: pathogenesis, epidemiology, detection and control, *Molecular Microbiology* 76(1), 1-11, 29 March 2010

[8] Chambers S.T., Slow S., Scott-Thomas A., Murdoch D.R.; Legionellosis Caused by Non- *Legionella pneumophila* Species, with a Focus on *Legionella longbeachae*, *Microorganisms*, 31;9(2):291,2021

[9] Ito A., Ishida T., Tachibana H., Nakanishi Y., Kawataki M., Yamazaki A., Washio Y.; Identification rate of *Legionella* species in non-purulent sputum culture is comparable to that in purulent sputum culture in *Legionella pneumonia*, *Journal of Clinical Microbiology*, vol. 62 Issue 4, 2024

Na podstawie zebranych danych został opracowany wskaźnik ciężkości zapalenia płuc PSI (Pneumonia Severity Index) obliczany przy użyciu całkowitego wyniku wieku, płci, pobytu w domu opieki lub nie, pięciu chorób współistniejących. Badania wykazały, że w ramach diagnostyki legionellozowego zapalenia płuc, testy genowe, w tym PCR i LAMP, są niezbędne do diagnozowania ww. zapalenia płuc u pacjentów z ujemnymi wynikami UAT w codziennej praktyce klinicznej. Jednak przy pomocy testów PCR i LAMP nie jest możliwe wykrycie konkretnych gatunków *Legionella*. Dlatego też wykonanie posiewu płwociny w celu identyfikacji gatunku może mieć istotne znaczenie dla nadzoru epidemiologicznego. [7]

Przegląd publikacji oraz obowiązek monitorowania zdiagnozowanych przypadków wskazuje, że zakażenia bakteriami *Legionella* stanowią poważny problem na całym świecie. W kolejnym rozdziale pokazano dane statystyczne dotyczące wykrywanych przypadków legionellozy. Analizując te dane warto zwrócić uwagę, że znacznie więcej notowanych przypadków zapalenia płuc powodowanych bakteriami *Legionella*, jest w krajach o wyższych rocznych temperaturach. Jednak biorąc pod uwagę zmiany klimatu należy mieć świadomość, że problem będzie narastał również w innych krajach.

5. Legionelloza w Polsce i na świecie – czy jest to choroba powszechna?

W Polsce istnieje obowiązek rejestracji każdego przypadku potwierdzonego lub prawdopodobnego zachorowania na chorobę spowodowaną bakteriami *Legionelli*, czyli na legionellozę. Legionelloza znajduje się na liście chorób zakaźnych, obowiązkowo rejestrowanych i zgłaszanych Państwowej Inspekcji Sanitarnej. [10] Legionelloza jako choroba zakaźna podlegająca rejestracji jest wymieniona w ustawie, w Załączniku dotyczącym wykazu zakażeń i chorób zakaźnych w pozycji nr 28. Osoby chorujące na legionellozę nie muszą być obowiązkowo hospitalizowane. Rejestracja przypadków zaistnienia tej choroby jest obowiązkowa od 31.10.2001 r. i zajmują się nią, zgodnie z delegacją ustawową organy Państwowej Inspekcji Sanitarnej. Bazę danych zgłoszonych przypadków zachorowań, prowadzi obecnie Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego - Państwowy Instytut Badawczy Państwowy Zakład Higieny PZH. [11] Wyciąg z informacji publikowanych w bazie danych od 2005 r. w postaci zbiorczych wyników badań do 2022 r. podano poniżej. Dane z okresu 2005 - 2007 dotyczą ogólnie legionellozy (łącznie liczba zachorowań na chorobę legionistów i gorączkę Pontiac), dopiero od roku 2008 rozpoczęto rozdzielać obydwie przypadki. **Bazy danych prowadzone przez PZH nie obejmują danych dotyczących zgonów rejestrowanych w Polsce w wyniku zachorowania na legionellozę.**

[10] Ustawa z dnia 5 grudnia 2008 r. o zapobieganiu oraz zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi (tekst jednolity Dz. U. z 2023 r. poz. 1284 z późn. zm.)

[11] Główny Inspektor Sanitarny, Zakład Bezpieczeństwa Zdrowotnego NIZP - PZH, Zalecenia dotyczące ponownego otwierania budynków użyteczności publicznej i zamieszkania zbiorowego po wydłużonym przestoju lub ograniczonej eksploatacji, w ramach działań zapobiegających zakażeniom bakteriami z rodzaju *Legionella*, Warszawa 2021

Tabela 1. Zachorowalność na legionelozę w Polsce w latach 2005 – 2022. [12]

Rok	Liczba zachorowań na chorobę legionistów	Liczba zachorowań na gorączkę Pontiac	Razem
2005		21	21
2006		89	89
2007		28	28
2008	12	3	15
2009	10	0	10
2010	36	0	36
2011	18	0	18
2012	8	2	10
2013	11	0	11
2014	12	2	14
2015	23	0	23
2016	24	3	27
2017	38	1	39
2018	70	5	75
2019	74	13	87
2020	46	1	47
2021	46	0	46
2022	109	9	118

Komentarz do Tabeli 1

1. Przypadki ujęte w Tabeli są zarejestrowane w bazie danych PZH Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego Państwowego Instytutu Badawczego. W większości przypadków są to dane dotyczące osób hospitalizowanych i nielicznych – nie podlegających hospitalizacji.
2. Znaczna część danych dotyczących kwalifikacji osób chorujących na legionelozę dotyczy przypadków „prawdopodobnych” a nieliczna część z nich ma status „potwierdzonych” (zgodnie z oznaczeniami poszczególnych przypadków zachorowań znajdujących się w bazach PZH). Wskazuje to na konieczność traktowania tych danych jako orientacyjnych, w większości przypadków nie potwierdzonych badaniami szczegółowymi.
3. Ze względu na niepełną diagnostykę oraz częstą możliwość nieprawidłowej kwalifikacji osób chorujących na legionelozę dane o zachorowalności na tą chorobę zawarte w powyższej tabeli należy traktować jako niedoszacowane.

Badania jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi w wewnętrznych instalacjach wodociągowych w nieruchomościach są prowadzone przez Państwową Inspekcję Sanitarną od 2012 roku (jak wynika z Raportów o stanie sanitarnym kraju w latach 2006 – 2022) [13] (obecnie zgodnie z definicjami nowej Dyrektywy dotyczącej jakości wody przeznaczonej do spożycia zwanych **wewnętrznymi systemami wodociągowymi**). W roku 2012 sprawdzano w Polsce systemowo jedynie instalacje w hotelach przeznaczonych dla ekip piłkarzy uczestniczących w Euro 2012 – stwierdzono jedno przekroczenie dopuszczalnych zawartości bakterii, wdrożono wówczas procedury dezynfekcji instalacji.

[12] Główny Inspektor Sanitarny, Raporty o stanie sanitarnym kraju za lata 2006-2022, <https://www.gov.pl/web/gis/raport---stan-sanitarny-kraju>

[13] <https://www.gov.pl/web/gis/raport---stan-sanitarny-kraju> - witryna zawiera Raporty za lata 2006-2022

W 2013 roku kontrolowano jedynie pływalnie a od 2015 roku raporty podają liczbę wykonanych badań łącznie lub badań wykonanych przez laboratoria Państwowej Inspekcji Sanitarnej oraz podmiotów zobowiązanych do nadzoru nad instalacjami ciepłej wody w budynkach wymienionych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi z dnia 17 grudnia 2017 roku.

W latach 2015 – 2022 wykonano w Polsce następującą liczbę badań na obecność bakterii *Legionella spp.* w wodzie: [14]

2015 – 8 129 badań,

2016 – 9 669 badań,

2017 – 3 168 badań,

2018 – 4 085 badań, w tym 2 936 (laboratoria PIS) – 1 149 (inne podmioty),

2019 – 4 179 badań, w tym 2 781 (laboratoria PIS) – 1 388 (inne podmioty),

2020 – 2 222 badań, w tym 1 353 (laboratoria PIS) – 869 (inne podmioty),

2021 – 3 360 badań, w tym 2 166 (laboratoria PIS) – 1 194 (inne podmioty),

2022 – 4 180 badań, w tym 2 552 (laboratoria PIS) – 1 628 (inne podmioty).

Informacje o liczbie i częstotliwości potwierdzonych zachorowań w państwach europejskich na 100 000 mieszkańców, w każdym kraju, w latach 2017 – 2021 zawiera Raport [15] **Legionnaires' disease Annual Epidemiological Report for 2021**. W roku 2021 w Europie odnotowano najwyższy roczny wskaźnik zgłaszania choroby legionistów, który wynosił 2,4. Wskaźniki te są niejednorodne w całym regionie UE/EOG.

Cztery kraje (Włochy, Francja, Hiszpania i Niemcy) zgłosiły 75 % wszystkich przypadków legionelozy. Mężczyźni w wieku 65 lat i powyżej byli grupą najbardziej dotkniętą chorobą (8,9 przypadków na 100 000 osób). Tylko 11 % przypadków zgłoszono jako potwierdzone obecnością tych bakterii. Prawdopodobnie prowadzi to do niedoszacowania przypadków choroby legionistów wywołanych przez gatunki *Legionella sp.* inne niż *Legionella pneumophila*. Większość przypadków została uznana za nabytą przez społeczność. Osiem z 27 państw UE/EOG zgłosiło wystąpienie co najmniej jednego ogniska choroby legionistów. Zgłoszono łącznie 19 ognisk obejmujących 137 potwierdzonych przypadków.

Poniżej w tabeli 2 przedstawiono informację o liczbie stwierdzonych przypadków legionelozy w krajach europejskich i częstość jej występowania na 100 000 mieszkańców w latach 2017 – 2021. [15]

[14] <https://www.gov.pl/web/gis/raport---stan-sanitarny-kraju> - witryna zawiera Raporty za lata 2006-2022

[15] Legionnaires' disease Annual Epidemiological Report for 2021
<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/legionnaires-disease-annual-epidemiological-report-2021?etran=pl> pobranie 2023-09-23 g. 23.0

Tabela 2. Rozmieszczenie przypadków legionelozy i częstotliwość występowania przypadków na 100 000 mieszkańców w krajach europejskich w latach 2017–2021. [15]

Kraj	2017		2018		2019		2020		2021	
	Liczba	Często- tliwość	Liczba	Często- tliwość	Liczba	Często- tliwość	Liczba	Często- tliwość	Liczba	Często- tliwość
Austria	219	2.5	237	2.7	255	2.9	249	2.8	278	3.1
Belgia	235	2.1	270	2.4	224	2.0	143	1.2	274	2.4
Bułgaria	2	0.0	11	0.2	5	0.1	7	0.1	1	0.0
Chorwacja	33	0.8	43	1.0	ND	NR	ND	NR	ND	NR
Cypr	1	0.1	5	0.6	4	0.5	3	0.3	4	0.4
Czechy	217	2.1	231	2.2	277	2.6	231	2.2	219	2.0
Dania	278	4.8	264	4.6	269	4.6	278	4.8	281	4.8
Estonia	16	1.2	18	1.4	12	0.9	18	1.4	10	0.8
Finlandia	27	0.5	24	0.4	44	0.8	24	0.4	34	0.6
Francja	1 630	2.4	2 133	3.2	1 816	2.7	1 328	2.0	2 039	3.0
Grecja	43	0.4	65	0.6	45	0.4	29	0.3	25	0.2
Hiszpania	1 363	2.9	1 513	3.2	1 542	3.3	1 336	2.8	1 704	3.6
Islandia	3	0.9	5	1.4	4	1.1	4	1.1	10	2.7
Irlandia	25	0.5	25	0.5	21	0.4	12	0.2	4	0.1
Lichtenstein	ND	NR	ND	NR	ND	NR	ND	NR	2	5.1
Litwa	14	0.5	21	0.7	17	0.6	12	0.4	4	0.1
Luksemburg	9	1.5	10	1.7	14	2.3	10	1.6	17	2.7
Łotwa	31	1.6	37	1.9	42	2.2	27	1.4	61	3.2
Malta	11	2.4	13	2.7	5	1.0	16	3.1	8	1.6
Niemcy	1 279	1.5	1 448	1.7	1 554	1.9	1 272	1.5	1 524	1.8
Niderlandy	561	3.3	584	3.4	566	3.3	461	2.6	658	3.8
Norwegia	52	1.0	69	1.3	65	1.2	39	0.7	43	0.8
Polska	38	0.1	70	0.2	74	0.2	46	0.1	46	0.1
Portugalia	231	2.2	211	2.1	201	2.0	307	3.0	254	2.5
Rumunia	19	0.1	62	0.3	19	0.1	8	0.0	8	0.0
Słowacja	14	0.3	54	1.0	85	1.6	98	1.8	148	2.7
Słowenia	117	5.7	160	7.7	196	9.4	120	5.7	88	4.2
Szwecja	189	1.9	198	2.0	182	1.8	135	1.3	168	1.6
Węgry	62	0.6	74	0.8	113	1.2	101	1.0	85	0.9
Wielka Brytania	504	0.8	532	0.8	517	0.8	ND	ND	ND	ND
Włochy	2 037	3.4	3 018	5.0	3 205	5.4	2 120	3.6	2 726	4.6
EU/EEA	9 260	1.8	11 405	2.2	11 373	2.2	8 434	1.9	10 723	2.4

Oznaczenia do Tabeli 2

ND – brak przekazanych danych

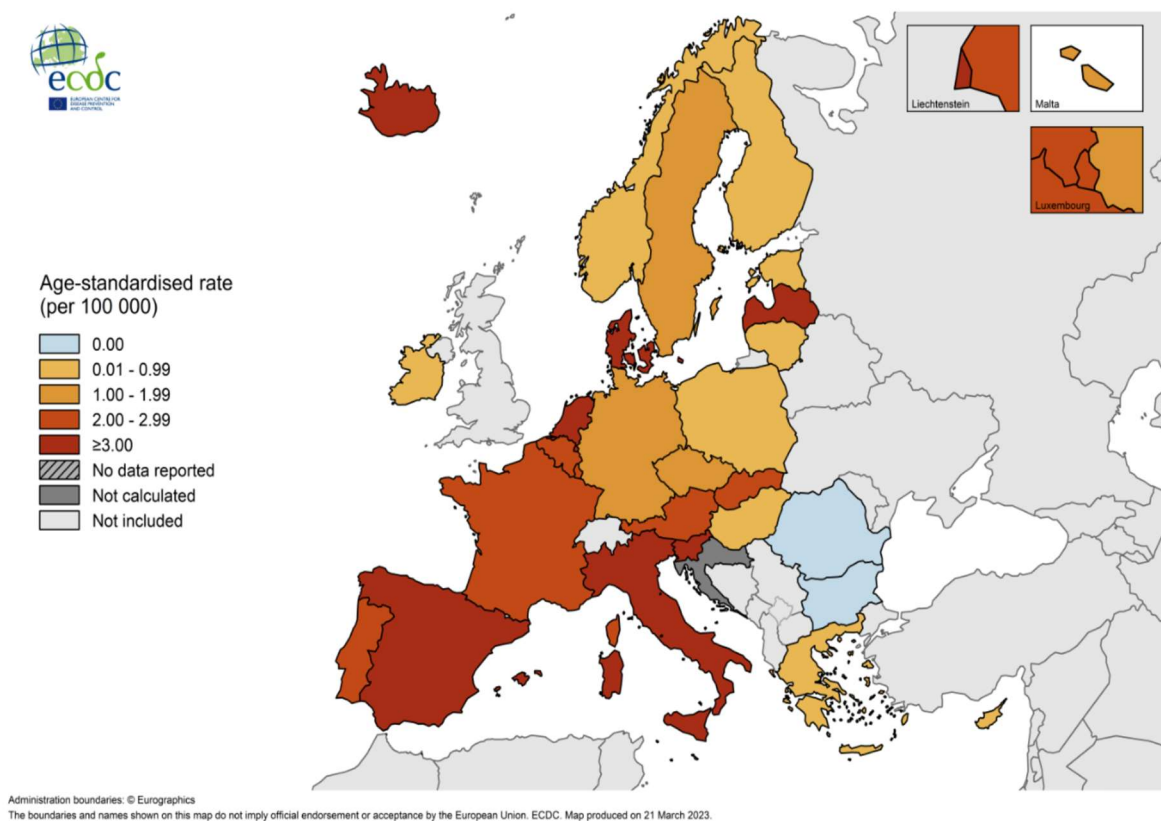
NR – brak możliwości obliczenia wskaźnika

Państwowy Zakład Higieny nie publikuje informacji dotyczących stwierdzonych przypadków zgonów w Polsce spowodowanych legionelozą. Już samo potwierdzenie

zachorowań na legionelozę jest obarczone znacznym błędem, zatem należy ze szczególną ostrożnością podchodzić do możliwości potwierdzenia przypadków śmierci z powodu tej choroby, z wystarczającym prawdopodobieństwem pozwalającym na publikację danych. Przypadki takie nie są publikowane także w przedstawionym powyżej Raporcie europejskim.

Na rysunku 1 przedstawiono graficznie liczbę zachorowań na legionelozę w Europie w roku 2021 według danych zawartych w Raporcie [15].

Analiza danych z tabeli 1 zwizualizowanych na rysunku 1 pozwala na stwierdzenie, iż legionelozę występuje najczęściej w krajach południowych Europy, z wyłączeniem Grecji, Malty i Cypru. Generalnie prawdopodobnie ze względu na niższy stopień wykrywalności tej choroby kraje wschodniej Europy (także Grecja, Cypr i Malta) wykazują najniższą zachorowalność. Wyjątkiem są Łotwa i Islandia, które być może ze względu na wysoką wykrywalność lub niską populację ludności wykazują jak na kraje północnej Europy znaczącą liczbę przypadków zachorowań na 100 000 mieszkańców. W obu tych krajach nastąpił znaczący wzrost zachorowalności w 2021 roku, wcześniejsze lata wskazują na znacznie mniejszą liczbę przypadków tej choroby.



Rysunek 1. Potwierdzone przypadki legionelozy na 100 000 mieszkańców w państwach europejskich w roku 2021. [15]

6. *Legionella* w środowisku naturalnym

Legionella pneumophila jest bakterią szeroko rozpowszechnioną w otaczającym nas środowisku. Bytuje w słodkich wodach powierzchniowych płynących, takich jak rzeki, strumienie, potoki, kanały śródlądowe oraz w wodach stojących, m.in. w jeziorach, bagnach i stawach. Liczebność bakterii rodzaju *Legionella spp.* w wodach powierzchniowych oscyluje między 10^3 a 10^6 jtk/l i ściśle uzależniona jest od stopnia zanieczyszczenia wody związkami organicznymi. [16]

Pałeczkę tej bakterii można również spotkać w wodach podziemnych: głębinowych, gruntowych, podskórnych i termalnych. W wodach podziemnych mimo niskiej temperatury liczebność *Legionella pneumophila* może osiągnąć 10^4 jtk/l. [16] Jej obecność stwierdzono także w wodach o podwyższonym zasoleniu, jak w wodzie morskiej. [17] W zbiornikach wodnych rozwój tych bakterii następuje głównie w strefach przybrzeżnych usytuowanych wokół miejsc zrzutów ścieków. [16]

Legionella pneumophila naturalnie występuje również w glebach uprawnych oraz gliniastych. Gleba i osady dennie w rzekach, jeziorach i innych zbiornikach wodnych stanowią istotne źródło występowania *Legionelli pneumophila* w środowisku naturalnym. Bakteria ta w glebie oraz osadach dennych może pozostawać przez dłuższy czas, zwłaszcza w warunkach wilgotnych. Według niektórych badań stwierdzono, że w glebie gliniastej, w temperaturze od -20°C do 35°C , bakterie te przeżywają 3 do 10 miesięcy. [16]

Legionella pneumophila ma zdolność do przystosowania się do różnych źródeł pożywienia, co czyni ją zdolną do przetrwania i rozprzestrzeniania się w różnych środowiskach wodnych. Bakterie te mogą wykorzystywać jako pokarm inne organizmy planktoniczne, substancje organiczne rozpuszczone w wodzie, resztki organiczne pochodzące z rozpadu roślin, zwierząt i innych organizmów. *Legionella pneumophila* może występować na powierzchni roślin, zwłaszcza tych, które rosną w wodzie lub na obszarach wilgotnych. Przywarte do roślin wykorzystują je zarówno jako źródło pokarmu, jak i miejsce namnażania i rozprzestrzeniania się w środowisku naturalnym. [16]

Duży wpływ na występowanie *Legionelli spp.* w środowisku naturalnym ma też działalność człowieka. Odprowadzanie ścieków, rolnictwo i inne ogniska zanieczyszczeń, mogą wpływać na obecność *Legionelli spp.* w wodach naturalnych. Zanieczyszczenia te mogą dostarczać składników odżywczych i tworzyć warunki sprzyjające rozwojowi bakterii.

Mówiąc o czynnikach mających istotny wpływ na występowanie *Legionelli pneumophila* w środowisku naturalnym nie można pominąć także wpływu warunków klimatycznych tj. temperatury, wilgotności czy opadów. Występowanie i wzrost liczebności *Legionelli* w środowisku naturalnym może mieć zatem charakter sezonowy, zwłaszcza w okresie letnim i wczesnojesiennym.

[16] Grabińska-Łoniewska A., Siński E., Mikroorganizmy chorobotwórcze i potencjalnie chorobotwórcze w ekosystemach wodnych i sieci wodociągowych, Wydawnictwo Seidel-Przywecki Sp. z o. o., Warszawa 2010

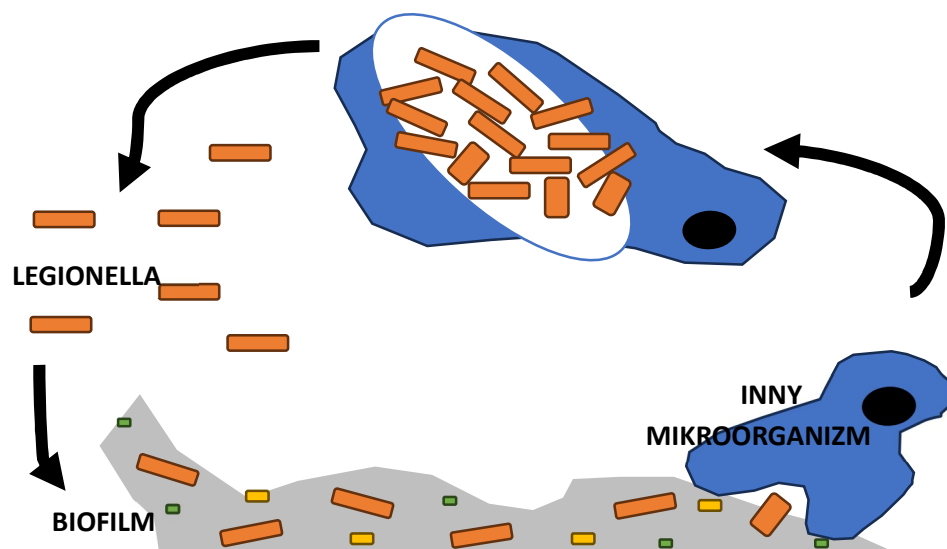
[17] Roeske W.: Dezynfekcja wody pitnej, Szubin 2007

W okresie tym temperatura wody w rzekach, jeziorach i systemach wodociągowych często wzrasta, co może sprzyjać rozprzestrzenianiu *Legionelli*. W takich warunkach człowiek korzystający z aktywności rekreacyjnej (kąpieliska, baseny, jacuzzi) narażony jest na ekspozycję na aerozole zawierające patogeny. [16] Dodatkowo czynnikami, które mogą długoterminowo wpłynąć na występowanie *Legionelli* w środowisku naturalnym jest zjawisko globalnego ocieplenia klimatu. To może mieć wpływ na zwiększoną aktywność bakterii w nowych warunkach klimatycznych.

Bakterie *Legionella* cechuje także wyjątkowa zdolność do tworzenia biofilmów na wewnętrznych powierzchniach przewodów, szczególnie w systemach wody ciepłej. W skład biofilmu wchodzi mikroorganizmy, wytwarzające polisacharydy i białka oraz pozakomórkowe polimery, które otaczają powierzchnie błon komórkowych. Ta warstwa stanowi ochronę przed niekorzystnymi warunkami środowiskowymi, takimi jak zmiany temperatury, wilgotności czy obecność środków dezynfekujących. Martwe bakterie w biofilmie służą jako substancje odżywcze dla bakterii *Legionella*, które tworzą specyficzny ekosystem. [16]

W biofilmach *Legionella* może wchodzić w interakcje z innymi mikroorganizmami. Te interakcje to unikalna właściwość tych bakterii. *Legionella* w ciele pierwotniaka znajduje schronienie przed niekorzystnymi warunkami środowiskowymi, takimi jak ekstremalne temperatury czy obecność dezynfekujących substancji chemicznych.

W innych przypadkach, w interakcji z glonami, rozwój *Legionella sp.* następuje w śluzie zewnątrzkomórkowym. [16] W tych warunkach bakteria przeżywać może w temperaturze 4°C przez okres 6 miesięcy. Żywe i obumarłe komórki mikroorganizmów są dla *Legionella sp.* źródłem L-cysteiny i innych substratów niezbędnych do wzrostu i rozwoju. Zdolność do przeżywania i namnażania się w ciele lub śluzie mikroorganizmów umożliwia bakteriom przetrwanie w środowisku podczas pory zimowej, kiedy temperatura otoczenia spada do wartości działających hamująco na ich wzrost. [16]



Rysunek 2. Występowanie bakterii *Legionella* w środowisku naturalnym: forma wolnożyjąca (aerozole i biofilm) oraz forma wewnątrzkomórkowa, zdolna do namnażania się.

„Zjedzone” w ten sposób bakterie *Legionella* nie zostają w ciele innych mikroorganizmów przetrawione, omijając ich układ odpornościowy, tylko namnażają się w ich organizmie. Obumierające komórki pękają, co stanowi źródło zakażenia.

Cykl życiowy oraz zdolność do przystosowania się do różnych warunków środowiskowych czynią bakterię *Legionella pneumophila* zdolną do przetrwania i namnażania się w różnych środowiskach wodnych. Powszechna ich obecność w środowisku naturalnym nie stwarza natomiast zagrożenia dla ludzi, gdyż ich liczba nie jest wysoka. [18] Mogą natomiast występować licznie w sztucznych systemach wodnych, takich jak urządzenia do chłodzenia wody w systemach klimatyzacyjnych (chłodnie kominkowe, skraplacze wyparnej), instalacje ciepłej wody i ośrodki spa i innych systemach, w których występują sprzyjające warunki do ich namnażania. [19]

7. *Legionella* w wodzie zimnej przeznaczonej do spożycia przez ludzi

Badania naukowe, będące podstawą do formułowania wymagań dla wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, oparte zostały na szacowaniu ryzyka. Według wytycznych Światowej Organizacji Zdrowia bezpieczna woda do picia nie może stwarzać istotnego zagrożenia dla zdrowia przy spożywaniu jej przez całe życie. [20] Podstawowe znaczenie ma bezpieczeństwo mikrobiologiczne, a podstawą tego bezpieczeństwa jest zastosowanie wielokrotnych barier takich jak ochrona źródeł, odpowiedni dobór jednostkowych etapów procesu technologicznego, ochrona sieci dystrybucyjnej poprzez dezynfekcję wody podawanej do sieci. Wszystkie działania ukierunkowane są na eliminację mikroorganizmów chorobotwórczych. Największym zagrożeniem zdrowotnym są mikroorganizmy chorobotwórcze pochodzenia kałowego, ale również w szczególnych przypadkach bakterie z rodzaju *Legionella*.

Jednostkowe procesy takie jak koagulacja chemiczna, filtracja są m. in. dedykowane do eliminacji patogenów stanowiących zagrożenie dla człowieka poprzez picie wody.

[18] Toczyłowska B.: Analiza przyczyn skażenia bakteriami *Legionella* wody w instalacjach wodociągowych na przykładzie wybranych obiektów. Cz. 1, Materiały z konferencji: X Jubileuszowa Konferencja Naukowo-Techniczna " Woda - Człowiek - Środowisko"; Września-Licheń, 2012

[19] Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Zagrożenia zdrowotne związane z występowaniem bakterii *Legionella* w instalacjach wodnych zakładów opieki zdrowotnej. Interpretacja wyników badań wody oraz przegląd zaleceń i przepisów w wybranych krajach, Warszawa 2016

[20] Izba Gospodarcza „Wodociągi Polskie”, Wytyczne dotyczące jakości wody przeznaczonej do picia. Wydanie czwarte, Bydgoszcz 2014 r. Wydane przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) w 2011 r. pod oryginalnym tytułem „Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth edition

Biorąc pod uwagę powszechność występowania bakterii *Legionella* w środowisku należy brać pod uwagę możliwość ich przedostawania się do wody przeznaczonej do spożycia. Dlatego w przypadku stacji uzdatniania wody proces dezynfekcji i jego skuteczność mają podstawowe znaczenie dla bezpieczeństwa wody. Jednak w przypadku bakterii *Legionella* zapewnienie właściwej ochrony musi być ukierunkowane na instalacje wewnętrzne ciepłej wody.

Według danych literaturowych badania wody uzdatnionej często nie dają dodatnich wyników i nie potwierdzają obecności bakterii *Legionella*. Możliwe jest to z powodu niekorzystnych czynników (zbyt niska temperatura, niska zawartość substancji odżywczych). W takich warunkach mikroorganizmy mogą przechodzić w stan według Byrda i Colwella [21] zwany „żywe ale nie hodowlane” (VBNC -Viable but noncultur). Bakterie będące w stanie o pośredniej aktywności nie namnażają się, mają spowolniony metabolizm, ale mogą przetrwać w niekorzystnych warunkach.

Należy również mieć na uwadze, że narażenie na mikroorganizmy chorobotwórcze skutkujące zachorowaniem zależy od dawki, wirulencji mikroorganizmu chorobotwórczego, jak i odporności poszczególnych osób. [16]

Zgodnie z Dyrektywą w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia jak i rozporządzeniem Ministra Zdrowia, w wodzie uzdatnionej dopuszczalna jest obecność bakterii. W przypadku ogólnej liczby mikroorganizmów oznaczanych w temperaturze 22°C zaleca się, aby w wodzie uzdatnionej ich liczba nie przekraczała 100 jtk/1ml, a w kranie u konsumenta nie powinna przekraczać 200 jtk/1 ml. W przypadku bakterii *Legionella* ich liczba nie powinna przekraczać 100 jtk/100 ml w próbkach wody ciepłej.

8. *Legionella* w wewnętrznych systemach wodociągowych - instalacjach recyrkulacji wody ciepłej

Prawodawstwo unijne w Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/2184 z dnia 16 grudnia 2020 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi stwierdza, że na jakość wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi mogą mieć wpływ wewnętrzne systemy wodociągowe, ponieważ „bakteria *Legionella* powoduje największe obciążenie dla zdrowia ze wszystkich patogenów przenoszonych przez wodę. Jest ona przenoszona poprzez systemy dystrybucji ciepłej wody, drogą inhalacyjną, na przykład podczas korzystania z prysznicza. Ma to więc wyraźny związek z wewnętrznymi systemami wodociągowymi”.

[21] Byrd J.J., Xu H.S., Colwell R.R.: Viable but nonculturable bacteria in drinking water. Applied and Environmental Microbiology 1991, vol. 57, pp. 875-878

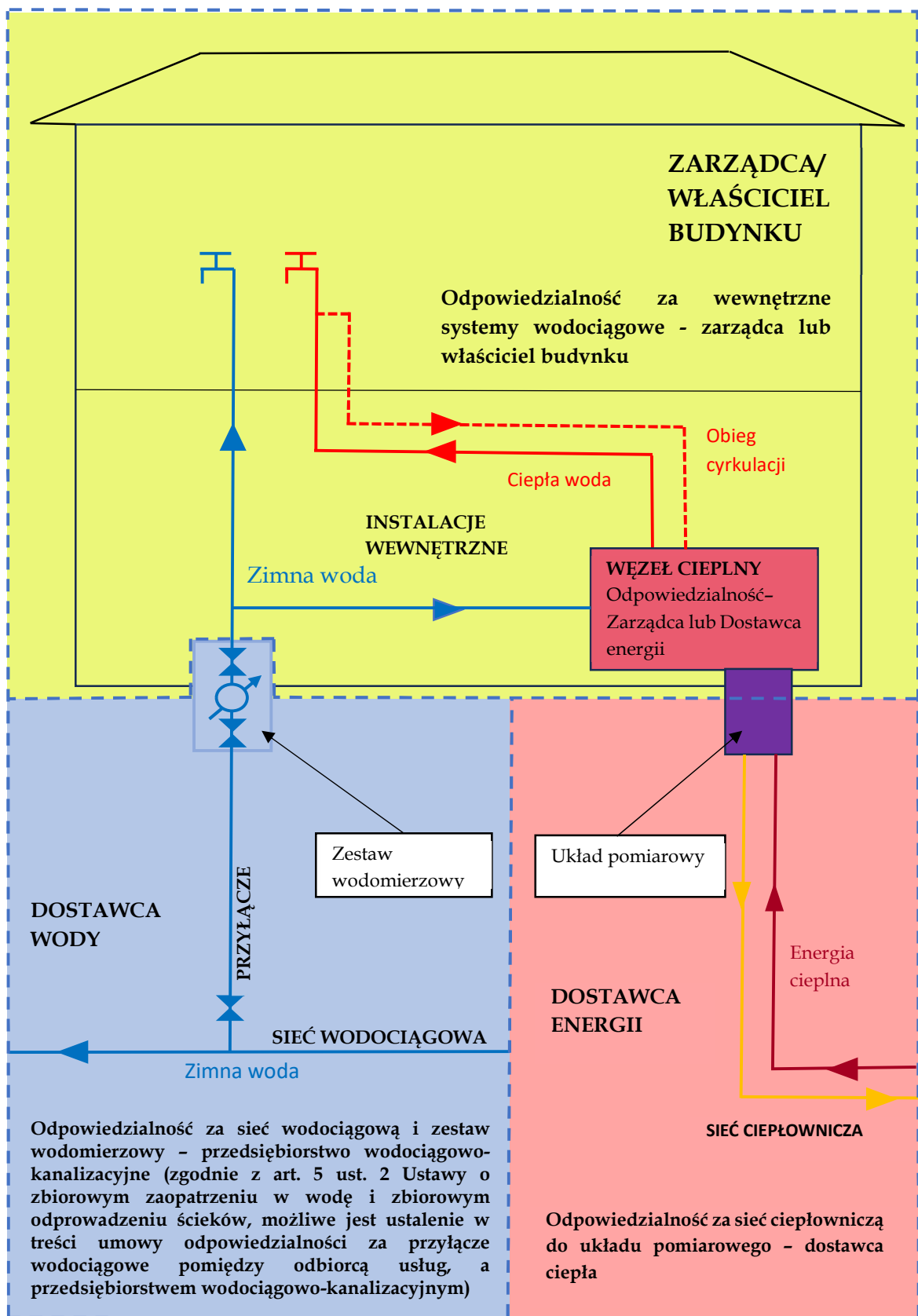
Zgodnie z art. 18 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi to „podmioty wykonujące działalność leczniczą i całodobowe świadczenia zdrowotne oraz właściciele lub zarządcy budynków zamieszkania zbiorowego oraz budynków użyteczności publicznej, w których w trakcie ich użytkowania wytwarzany jest aerozol wodno-powietrzny” prowadzą badania wody ciepłej z określoną w rozporządzeniu częstotliwością pobierania próbek i według opisanej w rozporządzeniu procedury.

W Polsce badaniami naukowymi w zakresie bakterii i chorób związanych bakterią *Legionella spp.* zajmuje się między innymi Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego - Państwowy Instytut Badawczy Państwowy Zakład Higieny (PZH). [22]

Zasady funkcjonowania sieci wodociągowych są szczegółowo uregulowane, tak by zapewnić dostarczanie bezpiecznej wody. Zgodnie z prawodawstwem polskim i unijnym dotyczącym jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi obowiązek badania wody w zakresie bakterii *Legionella spp.* nie ciąży na przedsiębiorstwach wodociągowo-kanalizacyjnych.

Graficzny podział odpowiedzialności za jakość wody w systemie zaopatrzenia przez przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne (dostawcę wody) i w wewnętrznym systemie wodociągowym przez właściciela lub zarządcę budynku i/lub dostawcę ciepła przedstawia Rysunek 3.

[22] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2017 r., poz. 2294)
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20170002294>



Rysunek 3. Podział odpowiedzialności za sieć/przyłącze/zestaw wodomierzowy /wewnętrzny system wodociągowy wody ciepłej i zimnej w budynkach wielolokalowych i innych wyposażonych w system cyrkulacji wody ciepłej.

9. Analiza przypadku rozwoju i rozprzestrzeniania się zakażenia *Legionellą sp.* w Rzeszowie w okresie letnim 2023 r.

17 sierpnia 2023 r.

Informacja o pierwszych przypadkach zakażenia bakterią *Legionellą pneumophila* w Rzeszowie dociera do MPWiK Sp. z o. o. w Rzeszowie. Prezes Zarządu MPWiK Sp. z o. o. w Rzeszowie podejmuje decyzję o zwiększeniu zawartości chloru i dwutlenku chloru w wodzie uzdatnionej. Dawki podniesiono w obu liniach technologicznych produkcji wody ZUW I i ZUW II w wodzie uzdatnionej podawanej do sieci wodociągowej.

18 sierpnia 2023 r.

W mediach pojawia się informacja o zakażeniach, a wraz z nią sugestia, że źródłem zakażeń mogą być miejskie wodociągi – tytuły typu: „Sanepid sprawdzi wodociągi”.

Powiatowa i Wojewódzka Stacja Sanitarno - Epidemiologiczna po otrzymaniu sygnału o kilkunastu zachorowaniach na legionelozę zaczynają sprawdzanie jakości wody w instalacjach wewnętrznych wody ciepłej i zimnej.

Wizyta prokuratora w obecności inspektora PSSE w Rzeszowie na terenie MPWiK Sp. z o. o. w Rzeszowie i pobranie próbki wody ze zbiornika ZUW I na obecność bakterii *Legionella spp.*

21 sierpnia 2023 r.

Na zlecenie MPWiK Sp. z o. o. w Rzeszowie pobrano 8 próbek zimnej wody w różnych punktach rzeszowskiej sieci wodociągowej. Pobór i badanie zlecono Laboratorium Badawczemu GBA Polska z Warszawy.

Wyniki otrzymano 1 września. W żadnej z próbek nie stwierdzono obecności bakterii *Legionella spp.*

Przeprowadzono kontrolę całego procesu technologicznego uzdatniania wody, szczególnie stosowanych środków dezynfekcji. Kontrola objęła także cały proces technologiczny pod kątem fizykochemicznym i bakteriologicznym.

23 sierpnia 2023 r.

Zapada decyzja o prewencyjnym płukaniu ze zwiększoną dawką środka dezynfekcyjnego sieci wodociągowej. Ogłoszenia o planowanym płukaniu sieci MPWiK zamieszcza w lokalnych mediach. Informuje także wszystkie firmy, które w swoich procesach produkcyjnych korzystają z wody wodociągowej (np. producenci żywności i leków). Informacje otrzymały także spółdzielnie mieszkaniowe oraz zarządcy budynków mieszkalnych. Odpowiednie informacje znalazły się również na stronie www spółki wodociągowej oraz na stronie spółki na FB. We wszystkich komunikatach umieszczono

wytyczne postępowania w przypadku nadmiernego zapachu chloru – odstanie, przegotowanie wody.

Dezynfekcja sieci odbyła się w dniach 26, 27, 28 sierpnia. Zastosowano stężenie 6 mg chloru na litr wody. To dawka dwudziestokrotnie wyższa od dopuszczalnej wartości w sieci wodociągowej w warunkach normalnej eksploatacji sieci. Dnia 27 i 28 sierpnia przeprowadzono płukanie 39 końcówek sieci.

Pobranie przez MPWiK w Rzeszowie próbek wody z ciągu technologicznego ZUW II na obecność bakterii *Legionella sp.* (8 próbek). W wodzie nie wykryto bakterii *Legionella sp.*

25 sierpnia 2023 r.

Ze względu na szczególną rolę miasta Rzeszowa w okresie konfliktu zbrojnego na Ukrainie przedsiębiorstwo rozpoczęło współpracę z przedstawicielami ABW, przedstawiając system zabezpieczeń obiektów zaopatrzenia w wodę w sieci MPWiK w Rzeszowie, w tym szczególnie w Zakładzie Uzdatniania Wody i zbiornikach wody na terenie miasta.

Prokuratura pobiera próbki wody w Zakładzie Uzdatniania Wody w Rzeszowie.

Podczas sztabu kryzysowego zdecydowano o płukaniu instalacji wewnętrznych wody ciepłej, zimnej i cyrkulacji w obiektach edukacyjnych i budynkach mieszkalnych, w których doszło do zakażeń. Do zarządców wszystkich obiektów wysłano wytyczne, jak należy przeprowadzać dezynfekcję.

27 sierpnia 2023 r.

Dezynfekcja i płukanie sieci wodociągowej, objazd pracownika Laboratorium Centralnego wraz z Działem Sieci po wyznaczonych punktach na sieci celem sprawdzenia ilości chloru w wodzie (39 punktów), a tym samym efektywności chlorowania.

Sprawdzanie sieci kontynuowano jeszcze 28 sierpnia.

28 sierpnia 2023 r.

MPWiK zwrócił się do Wojewódzkiej Stacji Sanitarно-Epidemiologicznej w Rzeszowie o udostępnienie wyników badań wody ciepłej i zimnej z dnia 18 sierpnia.

Prezes Zarządu MPWiK Rzeszów Sp. z o.o. wziął udział w programie TVN24 Fakty po Faktach, w którym m. in. wyjaśniał, czym różni się sieć wodociągowa od instalacji wewnętrznej w budynku i w którym z tych elementów obowiązuje odpowiedzialność wodociągów za jakość wody. Mówił o tym, że wszelkie dostępne wyniki badań wykluczają obecność *Legionelli spp.* w rzeszowskiej wodzie w miejskiej sieci wodociągowej (nie mylić z wewnętrznymi instalacjami).

Na terenie Rzeszowa pobrano 39 próbek wody (21 wody zimnej, 18 próbek wody ciepłej użytkowej w obiektach użyteczności publicznej, ZUW II oraz w wyznaczonych węzłach ciepłowniczych zasilających budynki mieszkalne).

Przekroczenia stwierdzono:

- **wysokie (7 100 jednostek tworzących kolonie na 100 ml wody) w węźle ciepłowniczym RSM Starzyńskiego, temp. wody 53,5°C,**
- **średnie (410 jednostek tworzących kolonie na 100 ml) w węźle ciepłowniczym MPEC Pelczara, temp. wody 48,5°C.**

W dniu 25 sierpnia 2023 MPWiK Sp. z o. o. w Rzeszowie skierował prośbę do Ministerstwa Zdrowia o podanie źródła informacji wprowadzającej w błąd opinię publiczną, a opublikowanej przez MZ na serwisie społecznościowym Twitter (obecnie X), w której MZ informuje „(...) Najbardziej prawdopodobnym źródłem zakażenia jest miejski system wodociągowy, co potwierdzają pierwsze wyniki badań próbek wody pobrane w dniu 18 sierpnia (...)”.

MPWiK zacytował w piśmie do MZ komunikat Sanepidu dotyczący wyników badań próbek wody z 18 sierpnia 2023, w którym wojewódzki inspektor sanitarny informuje: „(...) na ten moment otrzymane wyniki, jak również informacje z wywiadów epidemiologicznych nie dają podstaw do określenia potencjalnego źródła zakażenia (...)”.

W odpowiedzi, która dotarła do MPWiK 12 września 2023 r. Ministerstwo Zdrowia napisało, że powyższa nieprawdziwa informacja „(...) wynika z analiz źródeł rozprzestrzeniania się bakterii legionella prowadzonych przez Inspekcję Sanitarną. Inspekcja wciąż pobiera próbki zbiera informacje, aby ustalić źródło zakażenia. We wpisie wskazane zostało jedynie prawdopodobieństwo, że poprzez wodociąg doszło do rozprzestrzenienia bakterii. Natomiast namnożenie mogło nastąpić w instalacji ciepłej wody (...)”.

Na to pismo odpowiedział rzeszowski MPWiK 13 września 2023 r. „Informuję, że na podstawie wyników badań próbek wody, w dotychczas przebadanych próbkach wody w sieci wodociągowej nie stwierdzono występowania bakterii legionella pneumophila. Wyraźnie podkreślam, że woda dostarczana przez Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. mieszkańcom nie powoduje zagrożenia dla życia i zdrowia i zgodna jest z normami Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 7.09.2017 w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (...)”.

MPWiK Sp. z o.o. w Rzeszowie wezwał MZ do sprostowania i zaniechania dalszego rozpowszechniania nieprawdziwych informacji.

Na to pismo nie ma jeszcze odpowiedzi od Ministerstwa Zdrowia.

27 i 29 sierpnia 2023 r.

Na zlecenie MPWiK Sp. z o. o. w Rzeszowie pobrano próbki wody na *Ogólną Liczbę Mikroorganizmów (OLM)* z sieci i ZUW - przed i po chlorowaniu sieci. Celem było potwierdzenie prawidłowości wykonania chlorowni sieci (po 6 próbek) - wyniki prawidłowe bez przekroczeń *OLM*.

5 września 2023 r.

Na zlecenie MPWiK Sp. z o. o. w Rzeszowie pobranie próbek wody na obecność bakterii *Legionella* w ciągu technologicznym ZUW I.

4 i 5 września 2023 r.

Pobranie próbek wody z sieci na obecność bakterii *Legionella spp.* przez pracowników PPIS, w punktach sieci, przez nich wskazanych (13 punktów), w obecności pracowników MPWiK w Rzeszowie (równolegle pobrano próbki dla MPWiK Sp. z o. o. w Rzeszowie).

7 września 2023 r.

Do MPWiK Sp. z o. o. w Rzeszowie dotarły z Laboratoriów Badawczych GBA Polska z Warszawy wyniki badania próbek wody pobranych 25 sierpnia 2023 r. Badano próbki wody powierzchniowej, wody do spożycia, wody po ozonowaniu wstępnym oraz wodę po filtrach węglowych przed lampami UV. **W żadnej z pobranych próbek nie stwierdzono obecności bakterii *Legionella spp.***

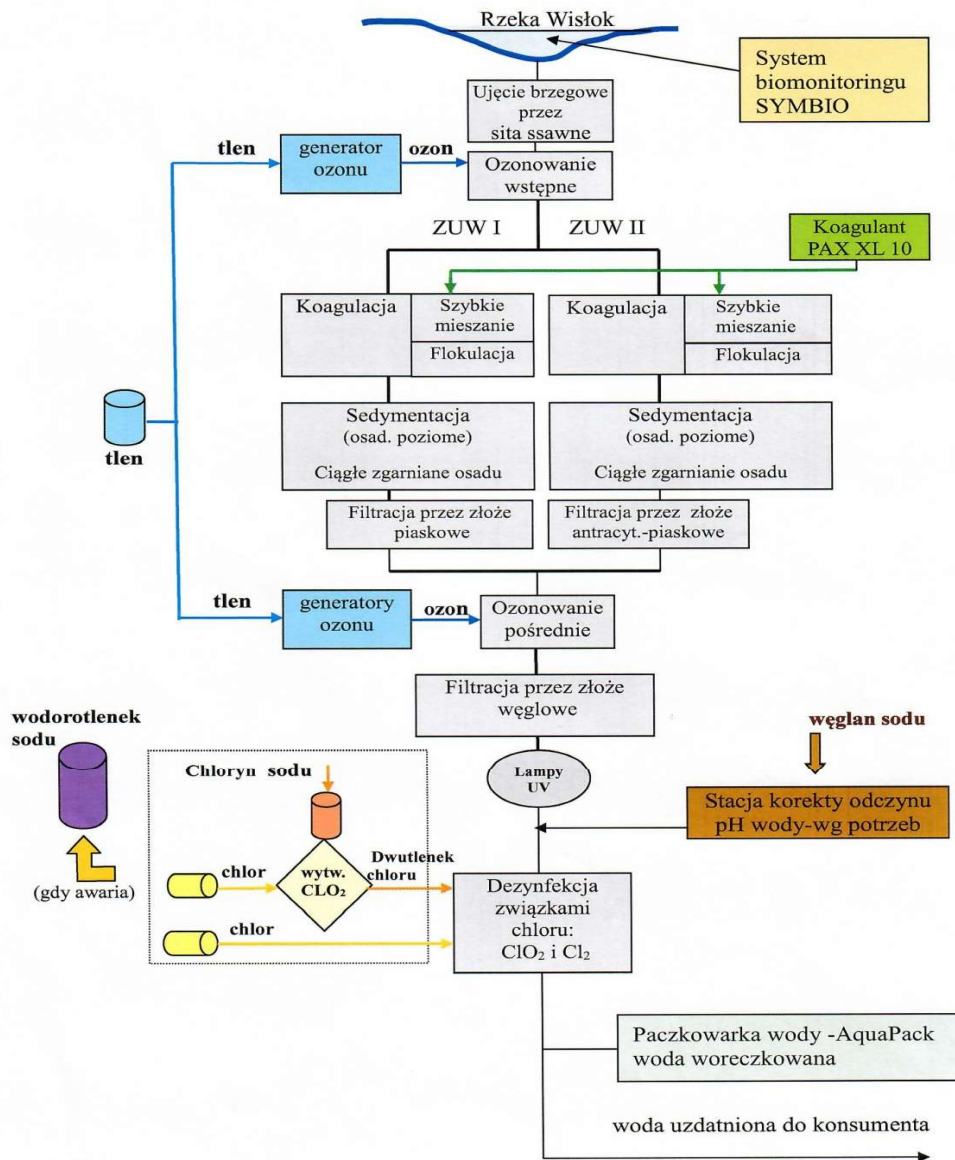
Od dnia 21 sierpnia 2023 roku **codziennie** o godzinie 8.00 w rzeszowskim ratuszu odbywały się posiedzenia Sztabu Kryzysowego zwołanego przez Prezydenta Miasta Rzeszowa Konrada Fijołka. Brali w nich udział m. in.: Prezydent Rzeszowa, Sanepid, przedstawiciele Szpitala Miejskiego, wydziałów Urzędu Miasta Rzeszowa – Wydziału Ochrony Środowiska, Zarządu Zieleni Miejskiej, Wydziału Zarządzania Kryzysowego, Rzeszowskiego Ośrodka Sportu i Rekreacji, Wydziału Zdrowia, MPWiK Sp. z o. o. w Rzeszowie, MPEC oraz sekretarz UM Rzeszowa.

Niestety w większości przekazów (bez wskazania źródła podawanych informacji) – w tym pochodzących od kompetentnych instytucji i urzędników – mówiąc o zakażeniach wskazywano jako potencjalne źródło wodociągi miejskie. Zdecydowanie widoczny w wypowiedziach jest brak świadomości tego, czym różnią się od siebie sieci wodociągów miejskich od instalacji wewnętrznych (wewnętrznych systemów wodociągowych) w budynkach.

To, że do zakażenia *Legionellą sp.* może dojść jedynie poprzez wdychanie aerozolu stało się już niemal powszechną wiedzą. Do dziś jednak do publicznej informacji nie dotarł żaden komunikat mówiący o tym, że służby inspekcji sanitarnej badają czy też będą badać np. systemy klimatyzacji w galeriach handlowych, kinach i innych miejscach masowej użyteczności publicznej.

Na Rysunku 4 przedstawiono uproszczony schemat technologiczny instalacji uzdatniania wody w ZUW Zwiężczyca (MPWiK Sp. z o. o. w Rzeszowie) przedstawiający sposób postępowania z wodą surową z rzeki Wisłok przed podaniem jej do sieci wodociągowej miasta Rzeszowa.

Schemat technologiczny uzdatniania wody na ZUW Zwiężczyca



Rysunek 4. Uproszczony schemat technologiczny procesu uzdatniania wody w ZUW Zwiężczyca, woda surowa ujmowana jest z rzeki Wisłok

Należy wskazać na wielostopniową barierę dezynfekcyjną: ozon/lampa UV/chlor i dwutlenek chloru, układu technologicznego ZUW Zwiężczyca.

Działania organów Państwowej Inspekcji Sanitarnej w Rzeszowie w sierpniu/wrzeźniu 2023 r.

18 sierpnia 2023 r.

Tego dnia PPIS w Rzeszowie pobrał próbki wody z ośmiu punktów na terenie Rzeszowa - 8 próbek wody ciepłej oraz 1 próbkę wody zimnej z instalacji wewnętrznych.

- przekroczenie wysokie (3 100 jednostek tworzących kolonie na 100 ml) odnotowano budynku zamieszkania zbiorowego przy temperaturze wody 51,2°C i w placówce otwartej opieki zdrowotnej – temperatura wody 43°C,
- przekroczenie średnie (590 jednostek tworzących kolonie na 100 ml) – w obiekcie użyteczności publicznej – temperatura wody – 45°C.

W mieszkaniu pierwszej osoby zakażonej nie stwierdzono obecności bakterii *Legionella sp.* w instalacjach wody ciepłej i zimnej.

19 sierpnia 2023 r.

PPIS w Rzeszowie pobrał kolejne 10 próbek wody – 5 próbek wody ciepłej i 5 próbek wody zimnej w miejscach zamieszkania osób zakażonych:

- przekroczenie wysokie (2 600 jednostek tworzących kolonie na 100 ml) w mieszkaniu osoby zakażonej – temperatura wody 48°C,
- przekroczenie wysokie (5 800 jednostek tworzących kolonie na 100 ml), temperatura wody – 46,6°C.
- W wodzie zimnej z instalacji wewnętrznej nie stwierdzono *Legionelli sp.*

20 sierpnia 2023 r.

PPIS pobrał 9 próbek wody (4 ciepłej, 5 zimnej) w mieszkaniach osób zakażonych. Przekroczenie wysokie (1 500 jednostek tworzących kolonie na 100 ml) stwierdzono w mieszkaniu osoby zakażonej temperatura wody 48°C.

22 sierpnia 2023 r.

PPIS pobrał 12 próbek wody (6 ciepłej i 6 zimnej) w miejscach zamieszkania osób zakażonych (8 próbek wody pochodzącej z wodociągu rzeszowskiego, 2 z Krasnego i 2 z Jasionki).

Przekroczenia wykryto w 4 próbkach:

- wysokie stwierdzono w dwóch próbkach przy temperaturze 46°C i 49,3°C,
- przekroczenie średnie w pozostałych dwóch próbkach przy temperaturze wody 22,6°C i 53°C.

23 sierpnia 2023 r.

Izba Gospodarcza Wodociągów Polskich zaoferowała MPWiK Rzeszów pomoc w zakresie komunikacji kryzysowej.

Dzień później odbyła się wideokonferencja z udziałem przedstawicieli MPWiK oraz Izby.

24 sierpnia 2023 r.

PPIS w Rzeszowie pobrał 10 próbek wody (5 ciepłej i 5 zimnej) w domach osób zakażonych (6 próbek z wodociągu Rzeszów, 2 z Jasionki, 2 Turza Sokołów w powiecie rzeszowskim).

Przekroczenia wysokie i średnie stwierdzono w dwóch próbkach (przekroczenie wysokie - 1400 jtk/100 ml w mieszkaniu osoby zakażonej, temperatura wody 48,6°C oraz przekroczenie średnie 100 jtk/100 ml, w mieszkaniu osoby zakażonej, temperatura wody 27°C).

Także w tym przypadku PPIS podsumowuje, że przekroczenia stwierdzono w wodzie z wodociągu rzeszowskiego.

25 sierpnia 2023 r.

Na terenie Rzeszowa pobrano 39 próbek wody (21 wody zimnej, 18 próbek wody ciepłej użytkowej w obiektach użyteczności publicznej, ZUW II oraz w wyznaczonych węzłach ciepłowniczych zasilających budynki mieszkalne).

Przekroczenia stwierdzono:

- **wysokie (7 100 jednostek tworzących kolonie na 100 ml wody) w węźle ciepłowniczym RSM Starzyńskiego, temperatura wody 53,5°C,**
- **średnie (410 jednostek tworzących kolonie na 100 ml) w węźle ciepłowniczym MPEC Pelczara, temperatura wody 48,5°C.**

26 sierpnia 2023 r.

PPIS pobrał 21 próbek (10 wody zimnej, 8 wody ciepłej użytkowej, 3 próbki wody ciepłej użytkowej w cyrkulacji) w mieszkaniach osób zakażonych.

Brak danych o wynikach.

28 sierpnia 2023 r.

PPIS w Rzeszowie pobrał próbki wody zimnej z układów chłodniczych, skraplaczy dużych przedsiębiorstw produkcyjnych korzystających w procesach produkcji z wody z rzeszowskiej sieci wodociągowej.

30 sierpnia 2023 r.

PPIS w Rzeszowie pobrał 10 próbek wody (5 ciepłej, 5 zimnej) w miejscach zamieszkania osób zakażonych (8 próbek z sieci wewnętrznych, 2 ze studni kopanej).

31 sierpnia 2023 r.

PPIS w Rzeszowie pobrał 2 próbki wody ciepłej z natrysków w łazienkach w Hotelu Prezydenckim, który posiada własny wymiennik ciepła.

W oparciu o dostarczone informacje, można potwierdzić, że MPWiK Sp. z o. o. w Rzeszowie podjął szybkie i wszechstronne działania w odpowiedzi na obawy dotyczące możliwej kontaminacji sieci wodociągowej bakterią *Legionella sp.* Wyniki badań, które zostały przeprowadzone wskazują na to, że woda dostarczana przez MPWiK Sp. z o. o. w Rzeszowie była wolna od *Legionelli sp.* Niemniej jednak, nadal występuje pewna dezinformacja w mediach i wśród decydentów dotycząca różnicy między siecią wodociągową a instalacjami wewnętrznymi w budynkach oraz potencjalnymi źródłami zakażeń *Legionellą sp.*

10. Sposoby ochrony przed ryzykiem namnażania *Legionelli*

W celu skutecznej ochrony instalacji przed namnażaniem powszechnie występującej w środowisku naturalnym bakterii *Legionella*, warto na wstępie uświadomić sobie, że istnieje wiele potencjalnych miejsc, w których, w sprzyjających warunkach, bakterie mogą się intensywnie rozwijać. To na nich należy skupić uwagę przy planowaniu działań zapobiegawczych i naprawczych, przede wszystkim pamiętając, że do zakażenia dochodzi drogą inhalacji zakażonego aerozolu lub mikroaspirację wody.

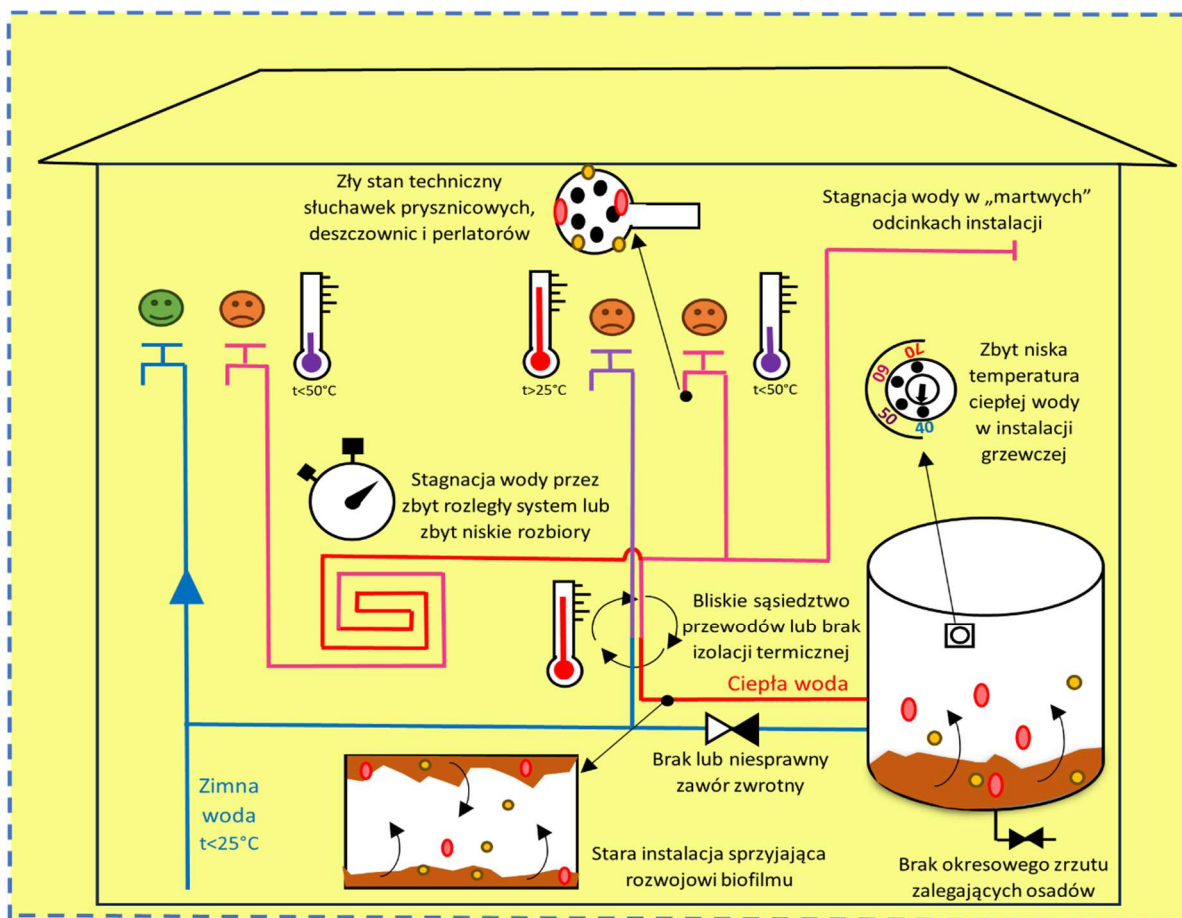
Czynnikami sprzyjającymi rozwojowi bakterii *Legionella spp.* są [23, 24]:

1. Przerwy w wykorzystaniu wody powodujące stagnację wody w wewnętrznym systemie wodociągowym;
2. Rozległy, różnorodny pod względem materiałowym wewnętrzny system wodociągowy powodujący zwolniony przepływ wody;
3. Małe rozbiory wody;
4. Bliskie sąsiedztwo przewodów ciepłej i zimnej wody;
5. Stara instalacja wewnętrznego systemu wodnego sprzyjająca rozwojowi biofilmu;
6. Osad bogaty w sole wapnia i magnezu, które tworzą kamień w przewodach i na armaturze;
7. Brak działań związanych z utrzymaniem odpowiedniego stanu wewnętrznego systemu wodociągowego przez zarządcę lub właściciela budynku;
8. Temperatura wody w przedziale 25 - 50°C;

[23] <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/legionnaires-disease-annual-epidemiological-report-2021.pdf>

[24] <https://www.idexx.pl/files/legionella-dokument-techniczny-pl-pl.pdf>

Szczotko M., Krogulska B., Krogulski A.: Ocena podatności materiałów kontaktujących się z wodą na powstawanie biofilmów, Mat. III Konferencji Naukowo-Technicznej „Instalacje wodociągowe i kanalizacyjne - projektowanie-wykonawstwo-eksploatacja”, Warszawa-Dębe 2009.



Rysunek 5. Czynniki sprzyjające rozwojowi bakterii *Legionella*.

10.1 Sposoby zapobiegania namnażaniu bakterii *Legionella*

W celu utrzymania czystości wewnętrznych systemów wodociągowych należy przestrzegać określonych wytycznych, które przełożą się na uzyskanie prawidłowych wyników laboratoryjnych. Działania prewencyjne wymienione poniżej, pozwolą zapobiegać nie tylko namnażaniu bakterii *Legionella*, ale również ograniczą ich kolonizację w biofilmie w wewnętrznych przewodach ciepłej wody:

- a) utrzymanie reżimu temperaturowego – w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [25], a następnie w Rozporządzeniu zmieniającym z dnia 12 marca 2009 r. [26] znalazł się zapis dotyczący warunków technicznych, nakazujący takie konstruowanie sieci, aby reżim temperaturowy ciepłej wody w instalacji w zakresie 55°C - 60°C mógł być zachowany,

[25] Siudyła, J., Na czym polega dezynfekcja termiczna instalacji wodnej? [wpis na Blogu]. Źródło: <https://bluecare.pl/blog/na-czym-polega-dezynfekcja-termiczna-instalacji-wodnej/> data dostępu: 18.09.2023

[26] Siudyła, J., Dwutlenek chloru jako metoda zwalczania Legionelli. [wpis na Blogu]. <https://bluecare.pl/blog/dwutlenek-chloru-jako-metoda-zwalczania-legionelli/> data dostępu: 18.09.2023

- b) dezynfekcja ciągła lub okresowa metodą chemiczną lub fizyczną - Wprowadzono również do w/w rozporządzenia zapis w § 120 ust. 2a mówiący, że „instalacja wodociągowa ciepłej wody powinna umożliwiać przeprowadzanie ciągłej lub okresowej dezynfekcji metodą chemiczną lub fizyczną (w tym okresowe stosowanie metody dezynfekcji cieplnej), bez obniżania trwałości instalacji i zastosowanych w niej wyrobów”, [27]
- c) dezynfekcja wody po dłuższym okresie zastoju wody, po pracach remontowych/modernizacyjnych/naprawczych,
- d) dokonywanie regularnych przeglądów stanu technicznego wewnętrznych systemów wodociągowych,
- e) czyszczenie zbiorników wody ciepłej i podgrzewaczy wody w celu usunięcia kamienia, osadów i biofilmu,
- f) stosowanie stałego obiegu wody, umożliwiającego utrzymanie wody w ciągłym przepływie,
- g) zapewnienie dostarczania wody do obiektu tak, by przebiegi rur były możliwie jak najkrótsze (na etapie projektowania i modernizowania instalacji w rozległych instalacjach wewnętrznych np. szpitale, szkoły),
- h) izolowanie instalacji tam, gdzie recyrkulacja jest utrudniona,
- i) likwidacja długich tzw. ślepych/ martwych odcinków, w celu zminimalizowania ryzyka stagnacji wody,
- j) rutynowy i systematyczny monitoring występowania bakterii z rodzaju *Legionella spp.* w wewnętrznym systemie wodociągowym zgodnie z wymaganiami i częstotliwością określoną w RMZ, ze wskazaniem właściwych punktów poboru próbek, jest podstawą skuteczności wszelkich działań,
- k) szkolenie personelu w zakresie zasad bezpieczeństwa i higieny.

Każdy użytkownik (właściciel/zarządca budynku), który eksploatuje instalację wodociągową zimnej i ciepłej wody, wraz z węzłem ciepłowniczym, zobowiązany jest do zapewnienia bezpieczeństwa jakości wody oraz utrzymania instalacji w czystości z uwagi na zagrożenie bakteriami *Legionella*. Istotne jest, aby dla każdego wewnętrznego systemu wodociągowego prowadzono i sprawdzano aktualizację zapisów i dokumentacji, które powinny obejmować m.in.:

- a) rysunki powykonawcze i po pracach modernizacyjnych, schematy, opisy techniczne instalacji wraz z zaznaczeniem punktów do poboru próbek wody,
- b) dane techniczne urządzeń wchodzących w skład wewnętrznego systemu wodociągowego (zbiorniki, pompy, wymienniki itp.),
- c) wyniki przeprowadzonej analizy ryzyka pod kątem występowania bakterii *Legionella* oraz zestawienie podjętych działań w celu zmniejszenia ryzyka,
- d) instrukcje eksploatacji, procedury postępowania itp.,
- e) sprawozdania z wykonanych badań oraz harmonogram pobierania próbek wody na obecność bakterii *Legionella*.

[27] Korwin. B., Dezynfekcja chemiczna instalacji ciepłej wody użytkowej. [Wpis na Blogu]. <https://bluecare.pl/blog/dezynfekcja-chemiczna-instalacji-cieplej-wody-uzytkowej/> data dostępu: 18.09.2023

Jednym z najważniejszych sposobów zarządzania jakością wody jest przeprowadzenie kompleksowej oceny ryzyka dla całego wewnętrznego systemu wodociągowego. Ocena powinna być wykonana przez niezależną wyspecjalizowaną jednostkę co 2 - 5 lat, w zależności od dopuszczalnego ryzyka skażenia wody bakteriami *Legionella* i uwzględniać takie aspekty jak typ i wiek instalacji, stan rurociągów i urządzeń, parametry wody (temperatura, przepływ), potencjalne ogniska zanieczyszczeń, wyniki badań jakości wody czy liczba użytkowników (np. osoby starsze, dzieci, osoby z obniżoną odpornością). Działania podejmowane w ramach eksploatacji instalacji powinny być zapisywane w sposób umożliwiający odtworzenie ich przebiegu dla obsługi obiektów, a dokumenty należy przechowywać przez okres min 5 lat. [28].

Po wykonaniu oceny ryzyka, wszelkie rekomendacje powinny być natychmiast wdrożone i regularnie aktualizowane. Dodatkowo, taka ocena powinna być powtarzana okresowo lub w przypadku jakichkolwiek zmian w wewnętrznym systemie wodociągowym, tj. remonty czy modernizacje instalacji.

Odnosnie badań jakości wody w zakresie obecności bakterii *Legionella spp.*, zarówno na etapie wstępnej oceny ryzyka jak również późniejszego zarządzania ryzykiem w wewnętrznych systemach wodociągowych, należy pamiętać o tym, że:

1. Badania bakterii z rodzaju *Legionella* w wodzie powinny być wykonywane przez laboratorium spełniające aktualne wymagania przepisów prawnych stawiane laboratoriom badającym wodę przeznaczoną do spożycia przez ludzi w oparciu o referencyjne metody badań. Obecnie są to laboratoria Państwowej Inspekcji Sanitarnej lub inne laboratoria o udokumentowanym systemie jakości prowadzonych badań wody, zatwierdzonym przez Państwową Inspekcję Sanitarną.
2. Próbkę do badań w kierunku obecności w wodzie bakterii *Legionella spp.* powinny być pobierane przez kompetentnych próbkobiorców uprawnionych laboratoriów – obecnie są to osoby przeszkolone do pobierania próbek wody przez organy Państwowej Inspekcji Sanitarnej i posiadające aktualne zaświadczenie, certyfikat albo zatrudnione w laboratorium, które uzyskało certyfikat w zakresie pobierania próbek wody.
3. Brak spełnienia warunków opisanych w punktach 1 i 2 może powodować uzyskanie niemiarodajnych wyników badań, brak akceptacji takich wyników przez Organy kontrolne, jak również wyprowadzanie błędnych wniosków na temat stanu wewnętrznego systemu wodociągowego, skutkujące podejmowaniem niewystarczających lub nadmiarowych działań w zakresie usuwania bakterii z instalacji ciepłej wody.
4. Wymagania dotyczące punktów pobierania próbek ciepłej wody w instalacji, wartości parametrycznych dla parametru: *Legionella spp.* (różnych dla różnych rodzajów obiektów), minimalnej częstotliwości pobierania próbek ciepłej wody oraz procedur postępowania w zależności od wyników badania zawarte są w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia (Dz. U. z 2017 r., poz. 2294) [22].

[28] Krogulska B., Matuszewska R., Toczyłowska B., Kozłowski B.: Próby eliminacji bakterii z rodzaju *Legionella* w instalacji ciepłej wody metodą ciągłej dezynfekcji przy użyciu dwutlenku chloru [w:] VIII Konf. naukowo-techniczna „Nowe technologie w sieciach i instalacjach wodociągowych i kanalizacyjnych”, Ustroń 2010

5. Badania próbek wody w kierunku obecności bakterii *Legionella spp.* prowadzone są obecnie metodą hodowlaną wg normy referencyjnej i trwają od 10 do 15 dni, w zależności od przebiegu badania i wzrostu bakterii podczas inkubacji próbki lub jego braku). Wszelkie próby przewidywania wyniku końcowego przed upływem tego czasu są nieuprawnione.
6. Opisane wyżej wymagania mogą ulec zmianie po implementacji do prawa krajowego zapisów i wymagań Dyrektywy 2020/2184, dlatego ważne jest, aby śledzić aktualizację przepisów prawnych w tym zakresie i dostosowywać działania do zmieniających się wymagań. Wiarygodnym źródłem informacji na temat polskiego prawodawstwa jest m.in. Internetowy System Aktów Prawnych (ISAP) na stronie www.sejm.gov.pl.

Tabela 3. Przykładowa lista pytań kontrolnych (check lista) do oceny ryzyka rozwoju i rozprzestrzeniania bakterii *Legionella* w wewnętrznym systemie wodociągowym.

L.p.	Lista pytań kontrolnych	TAK	NIE
na etapie projektowania instalacji			
1	Czy projekt instalacji uwzględnia minimalizację ślepo zakończonych przewodów i innych obszarów potencjalnych zastoju wody?		
2	Czy projekt instalacji uwzględnia zaplanowanie sposobu dezynfekcji instalacji i odpowiednie przygotowanie do tych działań (wykonywanych cyklicznie lub w sposób ciągły)?		
3	Czy projekt instalacji zapewnia właściwą cyrkulację wody w systemie (przy rozległych systemach wewnętrznych może być konieczne zainstalowanie oddzielnych pomp cyrkulacyjnych dla odcinków najbardziej oddalonych od podgrzewacza wody)?		
4	Czy projekt instalacji uwzględnia punkty poboru wody w celu wykonywania badań bakterii <i>Legionella spp.</i> ?		
5	Czy projekt instalacji umożliwia spust osadów ze zbiorników na wodę?		
przed oddaniem obiektu do użytku/zasiedlenia			
6	Czy zastosowane materiały i powłoki w instalacji posiadają atest PZH i są zatwierdzone do użytku w kontakcie z wodą do spożycia?		
7	Czy w instalacji zastosowano zawory antyskażeniowe w celu zapobiegania przepływowi zwrotnemu?		

8	Czy temperatura ciepłej wody jest wyregulowana na odpowiednim poziomie (w losowo wybranych punktach instalacji temperatura ciepłej wody po maksymalnie 30 s nie jest nie powinna być niższa niż 55°C)?		
9	Czy w przypadku przerwy dłuższej niż 7-dniowa między odbiorem technicznym, a oddaniem instalacji do użytkowania przeprowadzono wstępną dezynfekcję instalacji w budynku?		
w trakcie eksploatacji instalacji			
10	Czy regularnie sprawdzane jest ciśnienie wody w instalacji?		
11	Czy regularnie monitorowana jest temperatura wody, zarówno w instalacji zimnej, jak i ciepłej wody?		
12	Czy regularnie kontrolowany jest stan zbiorników do gromadzenia wody pod kątem korozji i nieszczelności?		
13	Czy regularnie sprawdzane jest działanie zaworów odcinających i antyskażeniowych?		
14	Czy przeprowadza się badania jakości wody w celu oceny stopnia kolonizacji instalacji przez bakterie z rodzaju <i>Legionella</i> ?		
15	Czy regularnie kontrolowana jest czystość i szczelność instalacji?		
16	Czy strefy wykorzystywane nieregularnie lub sezonowo, takie jak piwnice lub pomieszczenia techniczne, są monitorowane pod kątem możliwości korzystania z wody?		
17	Czy zapewnione jest odpowiednie zabezpieczenie połączeń instalacji wody przeznaczonej do spożycia od innych instalacji wody niezdatnej do picia w systemach mieszanych (połączenia krzyżowe)?		
18	Czy istnieją ustanowione procedury dotyczące napraw, remontów lub rozbudowy instalacji wodociągowej w celu zapewnienia dostaw bezpiecznej wody?		
19	Czy konserwatorzy wyposażeni są w przenośne zestawy do badań, które pozwalają na monitorowanie parametrów, takich jak		

	temperatura, pH i stężenie pozostałego aktywnego czynnika dezynfekcyjnego?		
20	Czy w przypadku braku możliwości utrzymania stałej temperatury ciepłej wody na poziomie minimum 55°C, prowadzi się regularną dezynfekcję wewnętrznego systemu wodociągowego?		
21	Czy zdarzają się skargi mieszkańców na jakość wody?		
22	Czy są wyraźnie rozróżnione instalacje z wodą zdatną do spożycia i niezdatną do spożycia (np. za pomocą etykiet albo kolorów, o ile to możliwe)?		

Zapobieganie namnażaniu *Legionelli* to złożony proces wymagający koordynowania działań ze strony zarządców i właścicieli nieruchomości oraz mieszkańców. Zadaniem zarządców i właścicieli nieruchomości jest także propagowanie właściwych zachowań wśród osób korzystających z wewnętrznego systemu wodociągowego. Wiele istotnych punktów zapalnych związanych z rozwojem bakterii *Legionella* znajduje się po stronie użytkownika instalacji.

Przestrzeganie poniższych zasad i praktyk może znacząco zmniejszyć ryzyko intensywnego namnażania się bakterii *Legionella* w systemach wodnych.

1. Jeśli zauważysz stojącą wodę, niewłaściwą temperaturę wody lub widoczne zanieczyszczenia, natychmiast zgłoś to zarządcy.
2. Terminowo, zgodnie z wymaganiami producentów wymieniaj filtry. Zaniechanie w tym zakresie może sprzyjać rozwojowi biofilmu, w tym bakterii *Legionella*.
3. Pamiętaj o regularnym odkamienianiu, czyszczeniu i dezynfekcji (np. kwasem cytrynowym, kwasem octowym) punktów poboru wody, szczególnie tam, gdzie istnieje ryzyko powstawania aerozoli wodnych tj. słuchawki prysznicowe, deszczownice, perlatory itp.
4. Unikaj korzystania z jacuzzi i basenów, które nie są regularnie czyszczone i dezynfekowane.
5. Okresowo spuszczaaj wodę z nieużywanych lub rzadko używanych kranów.
6. Nie wykonuj przeróbek w instalacjach wodnych na własną rękę.
7. Zawsze korzystaj z wiarygodnych źródeł i ekspertów, kiedy poszukujesz informacji na temat zagrożeń związanych z *Legionellą*.

Poniżej przedstawiono także przykłady dobrych praktyk stosowanych w wybranych krajach:

A. Belgia

W Belgii w wybranych obiektach użyteczności publicznej (np. biura, dworce) w toalecie dostępna do mycia rąk jest jedynie zimna woda. Nie ma instalacji ciepłej wody. Zgodnie z opinią WHO mycie przy wykorzystaniu mydła jest tak samo skuteczne wodą zimną jak i ciepłą.

B. Wielka Brytania

Administratorzy wybranych budynków mają obowiązek opracowania oceny ryzyka. Podstawowe jego elementy to:

- a) wskazanie osoby odpowiedzialnej za utrzymanie bezpieczeństwa,
- b) systematyczny monitoring temperatury w instalacji wody zimnej,
- c) systematyczne odkamienianie pryszniców (słuchawek),
- d) systematyczne czyszczenie zbiorników grawitacyjnych,
- e) systematyczne badanie jakości wody,
- f) realizacja planu prac modernizacyjnych i naprawczych.

Funkcjonują portale i firmy doradcze specjalizujące się w zarządzaniu ryzykiem skażenia z powodu *Legionelli spp.* Szczegóły publikuje Organizacja Kontroli *Legionelli* [29] oraz Urząd ds. Zdrowia i Bezpieczeństwa [30].

C. Stany Zjednoczone Ameryki Północnej

W USA również istnieje obowiązek sporządzania planów bezpieczeństwa instalacji. Zalecenia projektowe obejmują:

- a) konieczność izolacji rur w celu utrzymania temperatury ciepłej i zimnej wody w instalacji,
- b) eliminację odcinków niskiego przepływu wody,
- c) projektowanie odcinków tak krótkich i prostych, jak to możliwe,
- d) stosowanie materiałów, które nie sprzyjają rozwojowi *Legionelli sp.*,
- e) zaplanowanie systematycznego przegrzewania wody oraz termostatycznych zaworów mieszających jak najbliżej armatury, aby zapobiec poparzeniom,
- f) unikanie armatury o niskim przepływie i skomplikowanej mechanicznie (np. krany z elektronicznym czujnikiem), gdyż może to zwiększać ryzyko rozwoju *Legionelli sp.*,
- g) identyfikowanie elementów instalacji, które przyspieszają rozkład pozostałości środków dezynfekcyjnych (zmiękczacze wody, filtry węglowe, grzejniki),

[29] Chudzicki J., Bakterie Legionella w instalacjach sanitarnych, 1998, Gaz, Woda, Technika Sanitarna, 2: 64-72

[30] Costa J., Tiago I., Costa M.S., Verissim A.; Presence and Persistence of Legionella spp. in Groundwater, 2005, Applied and environmental microbiology 71 (2), 663-671

- g) unikanie niekorzystnych gradientów temperatury poprzez stosowanie zbiorników ciepłej i zimnej wody o odpowiedniej wielkości,
- h) projektowanie punktów poboru próbek w całym wewnętrznym systemie wodociągowym.

D. Niderlandy

W praktyce wymagania Dyrektywy 2020/2184 są już od lat obowiązujące i stosowane. W obiektach priorytetowych wymaga się stworzenia planu zarządzania ryzykiem, który uwzględniałby takie kwestie, jak stagnacja wody, wysoka temperatura, powstawanie aerozoli, obecność osób z grupy wysokiego ryzyka, przebyte przypadki choroby legionistów, plan konserwacji.

Metody kontroli o najwyższym priorytecie to weryfikacja temperatury, płukanie, dezynfekcja UV i filtracja. Chlorowanie jest niezalecane (to ostateczność), gdyż stoi w sprzeczności z ugruntowanym od lat holenderskim paradygmatem, zgodnie z którym w gotowej wodzie nie ma pozostałości środka dezynfekującego.

10.2. Sposób postępowania w przypadku wykrycia podwyższonej liczebności bakterii *Legionella spp.* w wewnętrznych systemach wodociągowych

W chwili wykrycia bakterii *Legionella* konieczne są następujące działania:

- a) **informowanie** oraz współpraca z właściwym nadzorem sanitarnym,
- b) **ocena wewnętrznego systemu wodociągowego**, w oparciu o badania laboratoryjne, przeprowadzana przez zespół osób mających doświadczenie techniczne związane z zaopatrzeniem ludności w wodę. Kluczowe jest określenie zasięgu zanieczyszczenia, czy ma charakter lokalny, czy dotyczy części, czy całej instalacji w wewnętrznym systemie wodociągowym,
- c) **dezynfekcja termiczna** – dezynfekcję termiczną (przegrzew wody) prowadzi się przy wyższej temperaturze, optymalnie w zakresie 70 - 80°C,
- d) **dezynfekcja chemiczna** – związkami chloru, najlepiej dwutlenkiem chloru (ClO₂), przy czym należy pamiętać, że wzrost temperatury wody obniża skuteczność środków dezynfekcyjnych, dlatego nie należy stosować obu metod jednocześnie. Ważna jest kontrola stężenia środków dezynfekcyjnych w systemie w czasie prowadzenia dezynfekcji chemicznej,
- e) **płukanie wewnętrznych systemów wodociągowych**, które powinno się odbywać z uwzględnieniem możliwie jak największej liczby punktów wypływu wody, a w bardzo rozległej sieci prowadzenie płukania obszarami (np. pionami). Celem płukania jest wymiana wody na świeżą i zapewnianie wymaganej temperatury wody (co najmniej 55°C dla wody ciepłej, stałej temperatury dla wody zimnej mierzonej w kilku punktach na sieci instalacji wewnętrznych),

- f) **ponowna kontrola laboratoryjna skuteczności przeprowadzonych działań, wykonana po 7 dniach od ich zakończenia.** Jest to konieczne, aby właściwie ocenić efekty dezynfekcji oraz zapewnić odpowiednie dopłukanie odrywającego się biofilmu po przeprowadzonej dezynfekcji. Warto zaznaczyć, że czas badania na obecność bakterii w pobranych próbkach wody wynosi od 10 do 15 dni.

10.3 Metody eliminacji bakterii *Legionella* sp. z systemów dystrybucji wody przeznaczonej do celów gospodarczych i przemysłowych (przewody wody ciepłej)

Stosowane metody do eliminacji bakterii *Legionelli* sp. z wody ciepłej możemy podzielić na metody fizyczne (termiczna i promieniowanie UV) oraz chemiczne. Mając na uwadze optymalną temperaturę rozwoju tych bakterii, która przypada w przedziale pomiędzy 25-50°C (najczęściej podawany przedział przez różne pozycje literatury) zarówno metoda termiczna jak i chemiczna nie jest łatwym zadaniem do przeprowadzenia, aby w efekcie końcowym skutecznie pozbyć się drobnoustrojów. *Legionella* sp. należy do takich mikroorganizmów, których całkowite wyeliminowanie z instalacji ciepłej wody może okazać się niemożliwe. Dlatego zadaniem podmiotów odpowiedzialnych za podgrzewanie i dostarczanie ciepłej wody jest prowadzenie systematycznych czynności (zgodnie z opracowanymi procedurami) obniżając w ten sposób ryzyko związane z obecnością *Legionelli* sp. Zabiegi dezynfekcyjne warto prowadzić zarówno w zasobnikach wody ciepłej jak i w przewodach dystrybucyjnych, często rozległych i wykonanych z różnych materiałów. Początek rozwoju bakterii *Legionelli spp.* zachodzi właśnie w zbiornikach magazynujących i podgrzewających wodę, gdzie następuje namnażanie bakterii a w instalacjach wodnych dochodzi do tworzenia biofilmu, czyli jej kolonizacji.

Metoda termiczna

Metoda termiczna jest znanym fizycznym sposobem dezynfekcji, która może zapobiegać rozwojowi bakterii *Legionelli spp.* W temperaturze 55°C bakterie zaczynają ginąć a szybkość destrukcji jest zależna od rosnącej temperatury wody i czasu kontaktu [17]. Podniesienie temperatury w miejscu jej podgrzewania do ok 70°C - 80°C zwiększa bezpieczeństwo wody ciepłej z uwagi na to, że nie dochodzi do gwałtownego namnażania komórek tylko do ich destrukcji. Woda o wysokiej temperaturze, która trafia do przewodów eliminuje również biofilm wytwarzany na wewnętrznych przewodach. Jednakże w miarę oddalania od punktu podgrzewania, woda będzie się ochładzać. Jeśli na powrocie do kotła osiągniemy 60°C - 63°C (przy temperaturze przegrzania ok 70°C - 80°C) to można uznać, że mikroorganizmy z rodziny *Legionella* straciły swoją aktywność metaboliczną, a przeprowadzona dezynfekcja termiczna jest wykonana prawidłowo.

Optymalny czas płukania punktów czerpalnych w zależności od temperatury wody wynosi [31]:

63°C lub wyższa	czas płukania ok. 3 minuty,
60°C	czas płukania ok. 5 minut,
55°C	czas płukania ok. 15 minut.

Tabela 4. Warunki termiczne i czasowe skutecznej eliminacji bakterii *Legionella*. [31]

Temperatura wody	Czas obumierania bakterii <i>Legionella</i>
55°C	20 min.
57,5°C	6 min.
60°C	2 min.
70°C	sekundy

Pomimo skuteczności przegrzewania instalacji ciepłej wody w zwalczaniu bakterii *Legionella*, rozwiązanie to nie zawsze przynosi pożądany efekt ze względu na:

- osiągnięcie temperatury w zasobniku ciepłej wody ok 70-80°C (w punkcie grzewczym) i 60-63°C (na powrocie) jest niemożliwe,
- płukanie wszystkich kranów i całej instalacji nie jest przeprowadzone dokładnie, to znaczy, że gorąca woda nie dotarła do wszystkich punktów, w tym do martwych końcówek lub kranów rzadziej używanych,
- czas płukania jest zbyt krótki,
- instalacja posiada martwe końcówki, do których nie dociera gorąca woda.

Termiczna metoda dezynfekcji może stanowić zagrożenie dla konsumentów – przede wszystkim jest to związane z poparzeniem skóry. Dlatego, aby unikać potencjalnych sytuacji związanych z poparzeniami, niezbędne jest zachowanie odpowiednich warunków i środków ostrożności:

- jeśli decydujemy się na dezynfekcję termiczną prowadzoną w sposób okresowy lub ciągły, warto jest wyposażyć instalację wewnątrz w krany termiczne, co pozwala na ustawienie bezpiecznej temperatury wody przed jej użyciem (mycie rąk, prysznic, mycie naczyń),
- wybrać najlepiej porę nocną do przegrzewania wody, kiedy użytkownicy nie korzystają z kąpieli,
- powiadomić odbiorców o zachowaniu szczególnej ostrożności (głównie dzieci) z uwagi na bardzo gorącą wodę.

[31] <https://www.hvacr.pl/legionella-normy-przepisy-zwalczanie-325> dostęp 2023-09-23 g. 23:50

Przegrzanie wody do temperatury 70°C w instalacji wyposażonej w krany termiczne jest bezpiecznym rozwiązaniem, ponieważ woda gorąca w kranie miesza się z wodą zimną. W ten sposób gorąca woda w czasie przegrzewania jest w obiegu przewodów wodociągowych (system cyrkulacji wody), blokując rozwój bakterii w zasobnikach oraz hamując tworzenie biofilmu. Większość nowych zasobników, czyli system podgrzewania wody, posiada dodatkową funkcję, dzięki której można zaprogramować cykliczne przegrzewanie wody (ustawić: temperaturę grzania wody, czas prowadzonej cyrkulacji z gorącą wodą oraz częstotliwość działań).

Należy pamiętać, że dezynfekcja termiczna prowadzona w sposób ciągły na wodzie bardzo twardej może doprowadzić do wytrącania się kamienia kotłowego w przewodach, co w konsekwencji spowoduje zarastanie prześwitu rur i ograniczenie przepływu wody w rurociągach. Ponadto wysoka temperatura wody może również powodować przyspieszoną korozję wewnętrznych ścian instalacji wewnętrznej, jeśli jest wykonana z materiału podatnego na zjawisko utleniania, co może przyczynić się do uszkodzenia materiału, z którego wytworzone zostały przewody. Osady zgromadzone na dnie zbiornika należy odprowadzić króćcem wlotowym wody w dennicy dolnej (nowe zasobniki mają je na wyposażeniu, jeśli nie, to warto wyposażyć zbiornik ciepłej wody w taki króciec). Chropowata powierzchnia rurociągów sprzyja z kolei adhezji bakterii do powierzchni ściany przewodów i wytwarzania biofilmu, dlatego walkę z bakteriami *Legionella* często prowadzi się kompleksowo, stosując metodę termiczną, fizyczną i chemiczną (często kilka razy zanim otrzymamy zadawalający efekt).

Najbardziej bezpieczną metodą fizyczną wydaje się stosowanie lampy UV. Według danych literaturowych [16] można uzyskać 99% skuteczność eliminacji żywych komórek tych bakterii. przy natężeniu promieniowania 13 i 16 mWs/cm², utrzymując temperaturę wody 45°C - 47°C. Wadą lampy UV jest jednak miejscowe działanie. Lampy UV nie dają gwarancji zapobiegania tworzenia się biofilmu w przewodach z uwagi na to, że podczas prowadzenia dezynfekcji wody (fizycznej i chemicznej, z wyjątkiem gotowania wody) tylko część komórek bakteryjnych staje się martwa, a część przechodzi w stan pośredniej aktywności metabolicznej czyli w stan VBNC. Takie bakterie, które straciły chwilowo funkcje życiowe są w stanie z czasem zregenerować się, łącznie z przywróceniem procesu namnażania i tworzenia biofilmu. Jest to istotny problem w rozbudowanych instalacjach w wysokich, kilkupoziomowych budynkach.

Dezynfekcja chemiczna

Bakterie *Legionella* posiadają dużą odporność na środki dezynfekcyjne, ich mechanizmy obronne są specyficzne, co potwierdzają właściciele obiektów, którzy zobowiązani są do prowadzenia kontroli bakterii *Legionella sp.* Dobrą praktyką dbania o jakość wody w budynkach mieszkaniowych i użyteczności publicznej jest montaż urządzenia, które pozwalałoby na stosowanie ciągłej lub okresowej dezynfekcji chemicznej. Obniża to ryzyko rozwoju bakterii i poprawia stan sanitarny przewodów wodociągowych. Do okresowej dezynfekcji chemicznej można wykorzystać podchloryn sodu, nadtlenek wodoru

lub dwutlenek chloru. Natomiast do przeprowadzania dezynfekcji ciągłej wykorzystuje się najczęściej: dwutlenek chloru, jony srebra i miedzi, podchloryn sodu, chlor oraz chloroaminę.

Przy dawkowaniu dwutlenku chloru do dezynfekcji ciągłej ciepłej wody użytkowej stosuje się stężenie chloru 1,5 - 2,5 mg Cl (0,75 - 1,25 mg ClO₂/l), a do wody zimnej 0,3 - 0,8 mg Cl₂/l (0,15 - 0,4 mg ClO₂/l) [16]. Stężenie 0,1 mg Cl₂/l (0,05 mg ClO₂/l) jest skuteczne przy *Legionelli sp.* obecnej w toni wody, a 0,5 mg Cl₂/l (0,25 mg ClO₂/l) pozwala na powolne usuwanie *Legionelli sp.* obecnej w biofilmie bakteryjnym. Obowiązujące w Polsce przepisy nie regulują maksymalnego stężenia dwutlenku chloru w wodzie. Regulowane jest stężenie produktów ubocznych, czyli suma chlorynów i chloranów, na dzień dzisiejszy ich dopuszczalna zawartość wynosi 0,7 mg/l. Woda ciepła nie jest zazwyczaj przeznaczona do spożycia, dlatego dobór optymalnej dawki dwutlenku chloru w aspekcie eliminacji aktywnych komórek mikroorganizmów i hamowania rozwoju biofilmu powinno ustalić się indywidualnie dla każdego obiektu. W tym celu należy przeanalizować jakość wody zimnej, zapotrzebowanie na środki dezynfekcyjne wody zimnej i ciepłej, wyniki badań na obecność *Legionelli spp.* w trzech punktach: po zbiorniku, w którym następuje podgrzewanie wody, w punktach instalacji (najlepiej prysznic), jeśli instalacja jest rozległa wówczas należy wyznaczyć punkty pośrednie oraz w punkcie na powrocie wody do podgrzewacza. Wyniki te posłużą jako tło i będą stanowiły podstawę do podjęcia decyzji, czy wystarczy w danym obiekcie dezynfekcja okresowa, czy musi być stosowana ze zwiększoną częstotliwością. Podobną ocenę należy przeprowadzić w przypadku zastosowania innego środka dezynfekcyjnego.

Zaleca się podawać środek dezynfekcyjny do rurociągu wody zimnej przed jego rozdziałem na przewód ciepłej i zimnej wody, tak żeby dezynfektant docierał do zasobnika, w którym woda jest podgrzewana lub magazynowana. Przed punktem dezynfekcji należy zainstalować wodomierz w celu określenia ilości przepływającej wody, co pozwoli precyzyjnie ustalić dawkę dwutlenku chloru lub innego stosowanego dezynfektanta. Z doświadczenia wiadomo, że jeśli mamy rozproszoną instalację wewnętrzną możemy nie uzyskać czystości bakteriologicznej w kranach użytkowych dawkując środki chemiczne do ciepłej wody, ponieważ temperatura może powodować zanik środka dezynfekcyjnego na przewodach oddalonych od kotła. Dlatego zaleca się przeprowadzenie dezynfekcji w celu skutecznego zniszczenia biofilmu wyłączając podgrzewanie wody. Mając wówczas zimną wodę w instalacji przewodów ciepłej wody i podłączony środek dezynfekcyjny, można wyeliminować biofilm wymuszając przepływ przez odkręcenie wszystkich kranów (lub sekcji kranów) ciepłej wody na 3-4 godziny. Następnie należy przeprowadzić przegrzew wody (nastawa temperatury 70-80°C) i również prowadzić przez płukanie instalacji na okres 2-3 godziny, po czym na koniec zmniejszyć temperaturę do wartości 55°C - 60°C, czyli nastawy pieca na temperaturę użytkową. Próbkę wody do badań należy pobrać po okresie 7 dni w celu usunięcia pozostałości po biofilmie i uzyskania równowagi w przewodach instalacji ciepłej wody. Stosowanie dwutlenku chloru w celu usuwania bakterii *Legionella spp.* zarówno z fazy wodnej jak i postaci biofilmu jest metodą sprawdzoną, ale często wymaga powtórzeń. Dwutlenek chloru zachowuje wysoką aktywność w szerokim zakresie pH, podczas gdy inne środki dezynfekcyjne tracą swoją reaktywność przy wysokich wartościach pH [16, 30]. Należy

pamiętać, że każdy środek dezynfekcyjny będzie zanikał w wodzie wraz z odległością od źródła dawkowania oraz od czasu kontaktu. Przy rozległych instalacjach wodociągowych ciepłej wody, może dojść do sytuacji tak zwanych martwych odcinków, zwłaszcza końcówek, gdzie stężenie środka dezynfekcyjnego może być zbyt niskie lub zerowe. Wówczas należy dezynfekcję prowadzić z płukaniem sieci wewnętrznej, ze szczególnym naciskiem na odcinki, które są rzadziej używane, w taki sposób, żeby do tych miejsc dotarł środek dezynfekcyjny.

Stosując najpierw dezynfekcję chemiczną a następnie termiczną możemy skutecznie hamować rozwój bakterii *Legionella sp.*, której naturalnym środowiskiem występowania jest woda ciepła.

Bakteria *Legionella sp.* może być szczególnie niebezpieczna, jeśli zasiedli urządzenia wytwarzające aerozole wodno-powietrzne między innymi: kominowe wieże chłodnicze, urządzenia klimatyzacyjne, sitka prysznicowe, baseny perłkowe (whirlpools), aparaturę medyczną (urządzenia do wspomagania oddychania, turbiny dentystyczne). Dlatego wszędzie tam, gdzie może się rozwijać bakteria z rodzaju *Legionella*. powinniśmy prowadzić działania, które ograniczają jej rozwój i poddawać te miejsca okresowym przeglądom połączonym z ich dezynfekcją. Szczegółowe wytyczne technologiczne krok po kroku zebrano w Tabeli 5.

Zatem, mając na uwadze zmiany klimatu, powinniśmy zmieniać swoje przyzwyczajanie w aspekcie korzystania z ciepłej wody. Należy unikać wytwarzania aerozolu pod prysznicem w kierunku stosowania jednolitej strugi wody. Brać prysznic krótko, używając ręcznej słuchawki, odchodząc od stacjonarnego natrysku. Ponadto kraney i słuchawki prysznicowe należy cyklicznie poddawać dezynfekcji, myć detergentami oraz usuwać kamień np. zanurzając słuchawkę w spożywczym kwasie octowym lub w rozpuszczonym w wodzie kwasu cytrynowym. Warto zwrócić uwagę, że wiele kranów wyposażonych jest w perlatory. Należy również zaznaczyć, że prawdopodobieństwo zarażenia się *Legionellą* podczas mycia rąk jest stosunkowo niewielkie. Jeśli jednak perlatory zamontowane są pod prysznicem wówczas potęgują wytwarzanie aerozolu. Poniżej zostały przedstawione wytyczne technologiczne dezynfekcji instalacji wewnętrznej.

Tabela 5. Wytyczne technologiczne do przeprowadzenia dezynfekcji chemicznej i termicznej.

Lp.	Czynność do wykonania
1	Wybranie miejsca montażu dawkowania środka dezynfekcyjnego <u>przed</u> zasobnikiem wody ciepłej, na przewodzie wody zimnej tak, by dezynfekowana woda mogła przejść ze środkiem dezynfekcyjnym przez przewody zimnej i ciepłej wody.
2	Montaż wodomierza przed punktem dezynfekcji.
3	Obliczenie dawki dezynfektanta na podstawie ilości przepływającej wody dawki 3 - 5 mg Cl₂/l (1,5 - 2,5 mg ClO ₂ /l) przy rozległych instalacjach lub mniej 1 - 2 mg Cl₂/l (0,5 - 1 mg ClO ₂ /l) przy mniejszych systemach (podane dawki

	należy określić indywidualnie dla każdej instalacji, zaczynając od najniższych i sprawdzając ich skuteczność).
4	Wybranie pory dnia do przeprowadzenia dezynfekcji, najbardziej dogodnym okresem wydaje się być pora nocna od 22:00 do 5:00 rano.
5	Prowadzenie dezynfekcji z użyciem zimnej wody płynącej przewodami przeznaczonymi do ciepłej wody (wyłączenie podgrzewania wody w instalacji wewnętrznej).
6	Odkręcenie kranów skrajnych lub najlepiej wszystkich kranów użytkowych, pomiar stężenia dwutlenku chloru w punktach czerpalnych (ewentualne zwiększenie dawki, jeśli środek dezynfekcyjny nie będzie obecny w próbkach wody).
7	Po 3 - 4 godzinach wyłączenie środka dezynfekcyjnego na instalacji ciepłej wody.
8	Przeprowadzenie dezynfekcji termicznej nastawiając piec na temperaturę 70°C - 80°C (najlepiej następnego dnia po wykonaniu dezynfekcji chemicznej, czas trwania przegrzewu ok 2-3 godzin.
9	Przeprowadzenie płukania całego systemu w celu usunięcia pozostałości biofilmu.
10	Włączenie podgrzewania ciepłej wody do temperatury 55°C - 60°C (temperatura użytkowa). Jeśli zasobnik ciepłej wody nie zostanie poddany dezynfekcji, a punkt dawkowania dezynfektanta będzie za zbiornikiem ciepłej wody, wówczas należy pamiętać o dodatkowym przegrzaniu, przed pobraniem próbek ciepłej wody do analizy, zasobnika do temperatury ok. 70°C - 80°C (czyli zastosowanie metody termicznej).
11	Pobranie próbki do badań laboratoryjnych po 7 dniach po zakończeniu wszystkich działań.
12	W przypadku kotła z zamontowaną grzałką lub instalacji miedzianej i wymienników ciepła lutowanych miedzią lub instalacji wykonanych z rur stalowych ocynkowanych dezynfekcja chemiczna może być stosowana w ograniczonym zakresie przy minimalnych dawkach środka dezynfekcyjnego jak dla wody pitnej 0,3 - 0,8 mg Cl ₂ /l. [32]

Przykładowe obliczanie dla dezynfekcji podchlorynem sodu (14%) i dwutlenkiem chloru.

Obliczenie dla dwutlenku chloru:

- Ilość wody (odczyt z wodomierza) po odkręceniu kranów ciepłej wody = 70 L/minutę, czyli w ciągu godziny daje 4 200 L/h.

[32] Kozłowski B., Toczyłowska B., Pykacz.; Ograniczenie zagrożenia dla zdrowia ludzi bakteriami z rodzaju Legionella w instalacjach wodociągowych i klimatyzacyjnych w istniejących budynkach, Instytut Techniki Budowlanej, 2011

- Stężenie roztworu dwutlenku chloru 2,3 g/L (z pominięciem gęstości roztworu), czyli $4\ 200 \times 0,5 \text{ mg/L}$ (dawka z tabeli 5 pkt. 3) = 2 100 mg ClO₂ = 2,1 g .

2,1g ClO₂ ----- x g roztworu ClO₂

2,3 g/L ----- 1 L (1000 g)

X= 913 g (czyli możemy przyjąć 1 L roztworu ClO₂) w ciągu 1 godziny musimy podać do instalacji wewnętrznej

Jeśli mamy np. pompę dozującą max 2 L/h, to nastawiamy wydajność pompy dozującej tak, żeby wprowadziła 1 L/h wspomagając się menzurką i regulując pompę dozującą. Po 15 minutach należy skontrolować przenośnym urządzeniem do pomiaru chloru, stężenie dezynfektanta w wypływającej wodzie w punkcie najdalej położonym punkcie od miejsca dawkowania dezynfektanta i dokonując ewentualnej korekty ustawień pompy dozującej.

Obliczenie dla podchlorynu sodu 14%

- $4\ 200 \times 4 \text{ mg/L}$ (dawka z tabeli 5 pkt 3) = 16 800 mg Cl₂ = 16,8 g

16,8 g Cl₂ ----- x g roztworu NaClO

14 g ----- 100 g

X= 120 g NaClO to jest 120 L w ciągu godziny, (musielibyśmy dysponować mniejszą pompą dozującą lub zastosować dwukrotne rozcieńczenie podchlorynu sodu tak, aby uzyskać roztwór ok 3,5%).

Poniżej w Tabeli 6 przedstawiono przykładowy raport z prowadzonych prac.

Tabela 6. Roczny raport wewnętrzny z przeprowadzonych prac w ramach eksploatacji instalacji wewnętrznych.

Rok sprawozdawczości	Obiekt
Wyznaczone punkty kontrolno-pomiarowe Wynik badania <i>Legionella spp.</i> (jtk./100mL)	Nazwa laboratorium akredytowanego
1 2 3	I kwartał/ data badania
1 2 3	II kwartał/ data badania
1 2 3	III kwartał/ data badania
1 2 3	IV kwartał/ data badania
	dodatkowe działania/powtórki

Osoby odpowiedzialne za prowadzenie dezynfekcji	Lp.	Imię i nazwisko	Dział/podpis
Cel zadania	Dezynfekcja chemiczna		
Przebieg działań/ uwagi			
Przebieg działań/ uwagi			
Przebieg działań/ uwagi			
Przebieg działań/ uwagi			

11. Uwarunkowania prawne dotyczące jakości wody – w kontekście zagrożenia legionellozą

Według Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) dostęp do bezpiecznej wody do spożycia jest niezbędny dla zdrowia, to podstawowe prawo człowieka i element efektywnej polityki ochrony zdrowia.

Mając na uwadze fundamentalne znaczenie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi na przestrzeni ponad czterdziestu lat WHO opublikowała trzy wydania *Wytycznych WHO dotyczących jakości wody do picia*. Kolejne wydania są aktualizacją wynikającą z pogłębiania wiedzy z zakresu rozwoju technik analitycznych oraz wieloletnich badań dotyczących wpływu czynników mikrobiologicznych, a także chemicznych na zdrowie ludzi korzystających z wody przeznaczonej do spożycia. Wyniki tych badań zebrane w Wytycznych, są podstawą do stanowienia prawa krajowego w zakresie wymagań dla jakości wody do spożycia. Czwarte wydanie Poradnika zostało wydane w języku polskim w 2014 roku przez Izbę Gospodarczą Wodociągi Polskie [20].

Należy wskazać, że zarówno nowa Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/2184 z 16 stycznia 2020 roku [2], jak i obowiązujące Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi z 7 grudnia 2017 roku (Dz.U. 2017 poz. 2294) oparte są właśnie o Wytyczne WHO [4] dotyczące jakości wody do picia. Co ważne w nowej dyrektywie zostało podkreślone znaczenie ochrony zdrowia przed zagrożeniami mikrobiologicznymi, poprzez wprowadzenie wymagania oceny potencjalnego ryzyka związanego z wewnętrznymi systemami wodociągowymi, takiego jak stwarzane przez bakterię *Legionella sp.*, ze szczególnym uwzględnieniem obiektów priorytetowych.

Zgodnie z obowiązującymi ww. przepisami, w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, nie ma w nich wymagań dotyczących badania bakterii *Legionella pneumophila* w systemach dystrybucji zimnej wody. Podstawowym powodem takiego stanu prawnego jest fakt, że *Legionella sp.* może występować, ale nie namnaża się w wodzie zimnej – takiej, jaką dostarczają przedsiębiorstwa wodociągowe swoim odbiorcom. W myśl przepisów rozporządzenia bakterie te **należy badać w instalacjach wewnętrznych wody ciepłej w budynkach**.

Załącznik nr 5 obowiązującego Rozporządzenia Ministra Zdrowia [22] z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017 poz. 2294) wskazuje dokładnie, że obecność *Legionelli sp.* należy badać w próbkach wody ciepłej pobranych **w trzech podstawowych kategoriach budynków**: w obiektach, w których wykonywana jest działalność lecznicza (stacjonarne i całodobowe świadczenia zdrowotne), w budynkach zamieszkania zbiorowego oraz w budynkach użyteczności publicznej, w których w trakcie ich użytkowania wytwarzany jest aerozol wodno-powietrzny.

Takie wymagania wynikają z faktu, iż drogą zakażenia jest inhalacja, czyli wdychanie aerozolu wodnego zawierającego bakterie, który powstaje np. w prysznicach z gorącą wodą czy nawilżaczach. **Nie można się nią zarazić pijąc wodę z kranu.**

Dodatkowo w **Załączniku nr 5** Rozporządzenia Ministra Zdrowia został określony tryb postępowania w zależności od uzyskanych wyników badań Tabela B.

Tabela 7. Minimalna częstotliwość pobierania próbek ciepłej wody oraz procedury postępowania w zależności od wyników badania bakteriologicznego [22]

L.p.	Liczba <i>Legionella sp.</i> (jtk)	Ocena skażenia	Postępowanie	Badanie
1	<100/100 ml < 50 ²⁾ /1 000 ml	Brak lub znikome	System pod kontrolą – nie wymaga podjęcia specjalnych działań.	2 razy w roku ³⁾ Po 1 roku ⁴⁾
2	≥100/100 ml ≥50/1 000 ml	Średnie	Jeżeli większość próbek jest pozytywna, należy sieć wodną uznać za skolonizowaną przez pałeczki <i>Legionella</i> , znaleźć przyczynę (dokonać przeglądu technicznego sieci, sprawdzić temperaturę wody) i podjąć działania zmierzające do redukcji liczby bakterii. Dalsze działania (czyszczenie i dezynfekcja) zależą od wyniku następnego badania.	Po 4 tygodniach, jeżeli wynik badania nie ulegnie zmianie, należy przeprowadzić czyszczenie i dezynfekcję, powtórzyć badanie po 1 tygodniu, następnie po 1 roku.
3	≥1000/100 ml >100 ²⁾ /1 000 ml	Wysokie	Należy przystąpić do działań interwencyjnych jw., włącznie z czyszczeniem i dezynfekcją systemu – woda nie nadaje się do pryszniców.	Po 1 tygodniu od czyszczenia i dezynfekcji, następnie co 3 miesiące ⁵⁾ .
4	≥10 000/100 ml ≥1 000 ²⁾ /1 000 ml	Bardzo wysokie	Należy natychmiast wyłączyć z eksploatacji urządzenie i instalacje wody ciepłej oraz przeprowadzić zabiegi ich czyszczenia i dezynfekcji.	Po 1 tygodniu od czyszczenia i dezynfekcji, następnie co 3 miesiące ⁵⁾ .

Objaśnienia do Tabeli nr 7:

- 1) Jeżeli jest to wynik badania 1 lub 2 próbek, w celu wykluczenia skażenia punktowego powinno być pobranych i zbadanych więcej próbek.
- 2) Wartość parametru dotyczy przedsiębiorstw podmiotu wykonującego działalność leczniczą w rodzaju stacjonarne i całodobowe świadczenia zdrowotne, w których przebywają pacjenci o obniżonej odporności, w tym objęci leczeniem immunosupresyjnym.
- 3) Minimalna częstotliwość pobierania próbek ciepłej wody do badań w przedsiębiorstwach podmiotu wykonującego działalność leczniczą w rodzaju stacjonarne i całodobowe świadczenia zdrowotne oraz w przedsiębiorstwach podmiotu wykonującego działalność leczniczą w rodzaju stacjonarne i całodobowe świadczenia zdrowotne, w których przebywają pacjenci o obniżonej odporności, w tym objęci leczeniem immunosupresyjnym.
- 4) Minimalna częstotliwość pobierania próbek ciepłej wody do badań w podmiotach innych niż podmioty wskazane w pkt 3. Jeżeli w kolejnych badaniach w odstępach rocznych stwierdzono < 100 jtk/100 ml, badanie wykonuje się po 3 latach.

- 5) Jeżeli w kolejnych dwóch badaniach wykonanych w odstępach trzech miesięcy stwierdzono < 100 jtk/100 ml, to następne badanie można wykonać za rok. Jeżeli w kolejnych dwóch badaniach wykonanych w odstępach trzech miesięcy stwierdzono < 50 jtk/1000 ml, to następne badanie można wykonać za pół roku.

Postępowanie dezynfekcyjne (dezynfekcja termiczna lub chemiczna) powinno zostać ponadto podjęte zawsze:

1. w przypadku wyłączenia instalacji wodociągowej na dłużej niż 1 miesiąc;
2. jeżeli instalacja wodociągowa lub jej część została wymieniona lub zabiegi konserwacyjne mogły prowadzić do jej zanieczyszczenia w instalacji wodociągowej w miejscu przebywania osób, u których wystąpiło podejrzenie lub stwierdzono zachorowanie na legionellozę.

Nowa Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/2184 z 16 stycznia 2020 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [2] uwzględnia wymagania szczegółowe dotyczące jakości wody i zasad zapewnienia tej jakości w *Artykułach 5 do 18*. Są to znowelizowane zapisy dotyczące standardów jakości wody, punktu zgodności, oceny ryzyka w podziale na system zaopatrzenia i **wewnętrzny system wodociągowy (Artykuły 8 - 10)**. Dodatkowo zostały opisane zasady monitorowania jakości wody oraz niezbędne działania naprawcze. Poniżej przytoczono odpowiedni artykuł Dyrektywy dotyczący instalacji wewnętrznych.

„Artykuł 10

Ocena ryzyka w wewnętrznych systemach wodociągowych

1. Państwa członkowskie zapewniają, aby przeprowadzano ocenę ryzyka w wewnętrznych systemach wodociągowych. Ta ocena ryzyka obejmuje następujące elementy:
 - a) ogólną analizę potencjalnych ryzyk związanych z wewnętrznymi systemami wodociągowymi oraz z powiązаныmi produktami i materiałami, a także ustalenie, czy potencjalne ryzyka mają one wpływ na jakość wody w punkcie, gdzie wypływa ona z kranów używanych zwykle do poboru wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi; ta ogólna analiza nie zakłada analizy poszczególnych właściwości; oraz
 - b) monitorowanie parametrów wymienionych w załączniku I część D w obiektach, w których podczas ogólnej analizy przeprowadzonej zgodnie z lit. a) zidentyfikowano określone ryzyko dla jakości wody i zdrowia ludzkiego.
2. W odniesieniu do bakterii *Legionella* lub ołowiu państwa członkowskie mogą zdecydować, że monitorowanie, o którym mowa w akapicie pierwszym lit. b), skupi się na obiektach priorytetowych.”

Według Wytycznych Światowej Organizacji Zdrowia dotyczących jakości wody do spożycia [4] bakterie *Legionella spp.* mogą występować w sztucznych środowiskach wodnych (np. urządzeniach do chłodzenia wody w systemach klimatyzacyjnych, instalacjach ciepłej wody, ośrodkach SPA), w których występuje odpowiednia temperatura wody do ich namnażania, tj. 25 - 50°C. Dlatego z uwagi na fakt, że bakterie *Legionella spp.* stanowią zagrożenie dla zdrowia w przypadku wdychania aerozolu wodno - powietrznego wytworzonego z ciepłej wody, działania kontrolne i prewencyjne adresowane są do właścicieli wewnętrznych systemów wodociągowych ciepłej wody użytkowej.

Należy jeszcze raz podkreślić, że przedsiębiorstwa wodociągowe w myśl obowiązującego prawa odpowiadają za jakość wody zimnej dostarczanej do zaworu za wodomierzem głównym – dalsza część sieci stanowi instalację wewnętrzną, za którą odpowiedzialni są właściciele lub zarządcy budynków. Mikrobiologiczne bezpieczeństwo wody przeznaczonej do spożycia nie jest związane z obecnością bakterii *Legionella spp.* w zimnej wodzie do picia, **obowiązek kontroli** dotyczy wewnętrznych instalacji ciepłej wody użytkowej.

Według Światowej Organizacji Zdrowia Bakterie *Legionella spp.* w stadium infekcyjnym, obecne w ciepłej wodzie poddawanej dezynfekcji przy zastosowaniu konwencjonalnych stężeń chloru, ulegają 99 - cio procentowej inaktywacji w temperaturze 20°C zazwyczaj w czasie < 1 min. Jednak organizmy, które przetrwały i rozwijają się w biofilmie wewnątrz instalacji ciepłej wody są chronione przed działaniem chloru. Dlatego, aby minimalizować ryzyko zakażenia *Legionellą* według zaleceń WHO, w ww. instalacjach temperatura wody opuszczającej podgrzewacz powinna przekraczać 60°C, natomiast w całej instalacji należy utrzymywać temperaturę wody powyżej 50°C.

Ponadto WHO zwraca uwagę na efektywną ocenę potencjalnych zagrożeń i ryzyka dla zdrowia, a także na to jak ważna jest szczegółowa **dokumentacja instalacji wodociągowych w budynkach**. Dokumentacja powinna być aktualizowana na bieżąco i obejmować: instalacje wody ciepłej i zimnej, włącznie z określeniem zastosowanych materiałów i ewentualnym dodatkowym uzdatnianiem na przyłączy budynku. Dlatego też warto korzystać z zaleceń Światowej Organizacji Zdrowia, która proponuje (w formie *check listy*) konkretne działania mające na celu minimalizowane ryzyka rozprzestrzeniania się różnych zanieczyszczeń w tym *Legionelli* w instalacjach wewnętrznych budynków.

Poniżej przytoczono wytyczne WHO [4] w zakresie ochrony instalacji wewnętrznych przed zanieczyszczeniem:

„Podejmując ocenę instalacji wodociągowej w budynku należy koniecznie uwzględnić szereg konkretnych kwestii, związanych z wprowadzaniem i rozprzestrzenianiem się zanieczyszczeń, w tym:

- *jakość i zarządzanie zewnętrznym zaopatrzeniem w wodę;*
- *korzystanie z niezależnego zaopatrzenia w wodę;*
- *regularność dostawy wody;*
- *ciśnienie wody w instalacji;*
- *temperaturę wody (zarówno w instalacji zimnej jak i ciepłej wody);*
- *nienaruszony stan zbiorników do gromadzenia wody;*
- *strefy wykorzystywane nieregularnie lub sezonowo (np. hotele sezonowe, szkoły);*
- *połączenia instalacji wody przeznaczonej do spożycia z instalacją wody niezdatnej do picia, zwłaszcza w systemach mieszanych;*
- *zapobieganie przepływowi zwrotnemu;*
- *projektowanie instalacji tak, by minimalizować liczbę ślepo zakończonych przewodów i innych obszarów potencjalnych zastojów wody;*
- *zastosowanie materiałów i powłok zatwierdzonych do użytku w kontakcie z wodą do picia.*

Celem instalacji wodociągowej w dużym budynku jest dostarczenie bezpiecznej wody do picia, o odpowiednim ciśnieniu i przepływie. Jakość wody dostarczanej do instalacji wodociągowej budynku powinna zostać zapewniona przez przedsiębiorstwo wodociągowe lub przez urządzenia zainstalowane na przyłączy, zwykle pozostające w gestii właściciela lub operatora budynku. Ważnym dla utrzymania odpowiedniej jakości

wody do picia jest minimalizowanie czasu przesyłania wody, okresów niskich przepływów i niskiego ciśnienia.

Należy ustanowić procedury dotyczące napraw, remontów lub rozbudowy instalacji, aby zapewnić utrzymanie bezpieczeństwa wody, a wszelkie prace - również te wprowadzające zmiany w instalacjach wodociągowych - powinny być dokumentowane. Po zakończeniu prac należy przeprowadzić dezynfekcję i płukanie instalacji.

Monitoring powinien koncentrować się na zapewnieniu skutecznego funkcjonowania środków kontroli. Gdzie to możliwe, monitoring powinien obejmować badanie takich parametrów, jak temperatura, pH i stężenie pozostałego aktywnego czynnika dezynfekcyjnego, prowadzone przez konserwatorów za pomocą zestawów do badań w terenie. Częstotliwość będzie się różnić, w zależności od wielkości i przeznaczenia budynku, ale w dużych budynkach badania powinny być prowadzone raz w tygodniu. Monitoring jakości wody do picia będzie prowadzony częściej, gdy budynek jest nowy lub niedawno oddany do użytku.

Pożądanym elementem procesu zapewniania trwałego bezpieczeństwa wody w budynkach jest niezależny nadzór. Powinien być prowadzony przez odpowiednią instytucję do spraw zdrowia lub inne niezależne organy."

Analiza obowiązujących polskich aktów prawnych w zakresie obecności bakterii *Legionella* w wodzie ciepłej w wybranych obiektach prowadzi do wniosku, iż polskie Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi oparte na wytycznych WHO wyprzedzało w swoich postanowieniach regulacje określone w ostatniej dyrektywie europejskiej. Spowodowało to, iż diagnostyka legionelozy była prowadzona znacznie wcześniej, statystyki były coraz pełniejsze, a świadomość właścicieli/zarządców nieruchomości konieczności działań w wewnętrznych systemach wodociągowych była coraz bardziej ugruntowywana. Pozwoli to zapewne na szybsze wdrożenie nowej dyrektywy dotyczącej wody przeznaczonej do spożycia i być może zmniejszenie ryzyka przyrostu skutków obecności bakterii *Legionella sp.* w coraz cieplejszym klimacie naszego kraju.

Poniżej w Tabeli nr 8 zawarto analizę zapisów dotyczących wymagań określonych dla obecności bakterii *Legionella sp.* w wodzie ciepłej w kolejnych rozporządzeniach Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [33, 34, 35, 36].

[33] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 listopada 2002 r. w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2002 r. poz. 1718)

<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20022031718>

[34] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2007 r., poz. 417 ze zm.)

<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20070610417>

[35] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2010 r., poz. 466)

<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20100720466>

[36] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2015 r., poz. 1989)

<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20150001989>

Tabela 8. Wymagania dla ciepłej wody w kolejnych Rozporządzeniach Ministra Zdrowia dot. jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.

Rodzaj wymagania	Dz.U.2002.1718	Dz.U.2007.61.417 + zmiana Dz.U.2010.72.466	Dz.U.2015.1989	Dz.U.2017.2294
Miejsca pobierania próbek ciepłej wody	---	1. wypływ ze zbiornika ciepłej wody lub najbliższy punkt czerpalny, 2. punkt czerpalny najdalej położony od zbiornika ciepłej wody, 3. miejsce powrotu wody do podgrzewacza, 4. wybrane punkty pośrednie, których liczba zależy od wielkości systemu.	Bez zmian	Bez zmian
Wymagania jakościowe dla ciepłej wody	---	---	---	Wymagania dla wody zdatnej do użycia (§ 3. 1.) oraz wymagania dotyczące <i>Legionella spp.</i>
	---	< 100 jtk/100 ml w budynkach zamieszkania zbiorowego i zakładach opieki zdrowotnej zamkniętej (od dnia 1 stycznia 2008 r.). W zakładach opieki zdrowotnej zamkniętej na oddziałach, w których przebywają pacjenci o obniżonej odporności, w tym objęci leczeniem immunosupresyjnym, pałeczki <i>Legionella sp.</i> powinny być nieobecne w próbce wody o objętości 1000 ml.	< 100 jtk/100 ml w budynkach zamieszkania zbiorowego i przedsiębiorstwach podmiotu wykonującego działalność leczniczą w rodzaju stacjonarne i całodobowe świadczenia zdrowotne. W szpitalach , w których przebywają pacjenci o obniżonej odporności, w tym objęci leczeniem immunosupresyjnym, pałeczki <i>Legionella sp.</i> powinny być nieobecne w próbce wody o objętości 1 000 ml.	< 100 jtk/100 ml (działalność lecznicza - stacjonarne i całodobowe świadczenia zdrowotne, budynki zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej, w których wytwarzany jest aerozol wodno-powietrzny). < 50 jtk/1 000 ml (stacjonarne i całodobowe świadczenia zdrowotne w których przebywają pacjenci o obniżonej odporności, w tym objęci leczeniem immunosupresyjnym).
	---	---	---	Dopuszczalny zakres wartości stężenia srebra dla ciepłej wody dezynfekowanej jonami srebra w budynkach zamieszkania

				zbiorowego - do 0,05 mg/l (standardowo: 0,01 mg/l)
Minimalna częstotliwość pobierania próbek i procedury postępowania w zależności od wyników	---	4 poziomy skażenia: <100 jtk/100 ml - brak lub znikome skażenie >100 jtk/100 ml - średnie skażenie >1000 jtk/100 ml - wysokie skażenie >10000 jtk/100 ml - bardzo wysokie skażenie + różne procedury postępowania, w tym dezynfekcja	Bez zmian	4 poziomy: <100 jtk/100 ml / <50 jtk/1 000 ml - brak/znikome ≥100 jtk/100 ml / ≥50 jtk/1 000 ml - średnie ≥1000 jtk/100 ml / ≥100 jtk/1 000 ml - wysokie ≥10000 jtk/100 ml / >1 000 jtk/1 000 ml - b. wysokie + różne procedury postępowania
Interpretacja wyników badań mikrobiologicznych	---	Wysokie skażenie - woda nie nadaje się do pryszniców Bardzo wysokie skażenie - natychmiast wyłączyć urządzenia i instalację ciepłej wody z eksploatacji.	Bez zmian	Bez zmian
Postępowanie dezynfekcyjne	---	Dezynfekcja termiczna lub chemiczna zawsze, gdy: 1. instalacja jest wyłączona na dłużej niż 1 miesiąc; 2. instalacja lub jej część została wymieniona lub zabiegi konserwacyjne mogły prowadzić do jej zanieczyszczenia; 3. wystąpiło podejrzenie lub stwierdzenie zachorowania na legionelozę w miejscu przebywania osób.	Bez zmian	Bez zmian
Metodyka referencyjna badania obecności bakterii <i>Legionella spp.</i>	---	PN-EN ISO 11731-2, PN-EN ISO 11731 lub metody alternatywne pod warunkiem udokumentowania, że dana metoda jest równoważna lub lepsza od zalecanej i zgłoszona właściwym organom Państwowej Inspekcji Sanitarnej oraz Komisji Europejskiej. <u>Po nowelizacji w 2010:</u> PN-EN ISO 11731-2 Dopuszcza się możliwość stosowania innych metod pod warunkiem udokumentowania, że specyfikacja	Bez zmian w stosunku do rozporządzenia z 2010 r.	PN-EN ISO 11731 najpóźniej 6 miesięcy od dnia opublikowania jej przez PKN w języku polskim. PN-EN ISO 11731-2 nie dłużej niż 6 miesięcy od dnia opublikowania przez PKN w języku polskim normy PN-EN ISO 11731. W celu ustalenia równoważności metod opartych na zasadach - innych

		metody jest zgodna z wymaganiami określonymi w metodach i specyfikacji zawartymi w tabeli.		niż hodowla – które wykraczają poza zakres PN-EN ISO 17994, jako rozwiązanie alternatywne stosować PN-EN ISO 16140-2. Przywołaną normę stosować nie dłużej niż 6 miesięcy od dnia opublikowania przez PKN w języku polskim normy PN-EN ISO 16140-1.
Przekazywanie przez laboratorium do PPIS informacji o przekroczeniu dopuszczalnych wartości dla <i>Legionella spp.</i>	---	---	---	Obowiązek przekazywania do PPIS – za zgodą Zlecającego – sprawozdań/informacji dotyczącej przekroczenia w wodzie ciepłej parametru <i>Legionella spp.</i> powyżej 1 000 jtk/100 ml lub powyżej 100 jtk/1000 ml.
Bieżący nadzór sanitarny przez organy PIS	---	---	Badania jakości ciepłej wody (<i>Legionella sp.</i>), w przedsiębiorstwach podmiotu wykonującego działalność leczniczą w rodzaju stacjonarne i całodobowe świadczenia zdrowotne.	Badania jakości ciepłej wody (<i>Legionella sp.</i>), szczególnie w przedsiębiorstwach podmiotu wykonującego działalność leczniczą w rodzaju stacjonarne i całodobowe świadczenia zdrowotne.

12. Badania bakterii *Legionella* w wodzie

Badania obecności i liczby bakterii z rodzaju *Legionella* (*Legionella sp.*) są realizowane w obszarze regulowanym prawnie, co oznacza, że odpowiednie przepisy prawa – w tym przypadku rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [22] – określają zarówno sam wymóg badania ciepłej wody w kierunku tych mikroorganizmów, jak również miejsca pobierania próbek do badań, referencyjną metodykę badawczą, a także tzw. wartości parametryczne, czyli dopuszczalne dla tego parametru jakości wody. Rozporządzenie precyzuje również, kto może pobierać próbki do badań tak, aby wyniki tych badań mogły być uznane za miarodajne, a także – w ślad za aktem nadrzędnym, tj. ustawą o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków [37] – stawia wymagania samym laboratoriom analitycznym.

Przepisy nie narzucają obowiązku wykonywania takich analiz w wodzie zimnej przeznaczonej do spożycia, a co za tym idzie nie ustanawiają wartości dopuszczalnych dla bakterii *Legionella* w tej matrycy. Podyktowane jest to faktem, że *Legionella* nie stanowi czynnika ryzyka w zimnej wodzie, gdyż warunki temperaturowe nie sprzyjają jej namnażaniu. Ponadto nie zagraża zdrowiu ludzi spożywających wodę, w której bakteria byłaby obecna – a do celów spożywczych właśnie jest przeznaczona woda dostarczana przez dostawcę wody (w tym przedsiębiorstwo wod-kan).

Należy podkreślić, że aktualne Rozporządzenie Ministra Zdrowia określa wymagania dla dopuszczalnych wartości bakterii z rodzaju *Legionella* na kilku poziomach precyzując, że instalację uznaje się za system „pod kontrolą” (rozumianą jako brak lub znikome skażenie), gdy obecność tych bakterii w 100 ml wody nie przekracza 100 jtk (z wyjątkiem niektórych podmiotów prowadzących działalność leczniczą, gdzie to wymaganie jest 20-to krotnie wyższe). Dopiero wielokrotność tej liczby jest uznawana za zagrożenie, co ma odzwierciedlenie w zaleceniach dotyczących postępowania w takich przypadkach.

Jeżeli chodzi o metody badawcze stosowane do określania liczby bakterii *Legionella sp.*, to w obecnym stanie prawnym jedyną metodyką referencyjną dla ciepłej wody użytkowej jest metoda hodowlana opisana w normie PN-EN ISO 11731:2017-08 [38]. Posiew bakterii na odpowiednie podłoże odbywa się techniką filtracji membranowej, podczas której woda jest przesączana przez filtr, a bakterie, które na jego powierzchni są zatrzymane, inkubuje się w optymalnej dla ich wzrostu temperaturze, tj. 36°C ±2°C przez 10 dni.

[37] Ustawa z dnia 7 czerwca 2001 r. w sprawie zbiorowego zaopatrzenia w wodę i zbiorowego odprowadzania ścieków (Dz. U. z 2023 r. poz. 537, poz. 1688) <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20010720747>

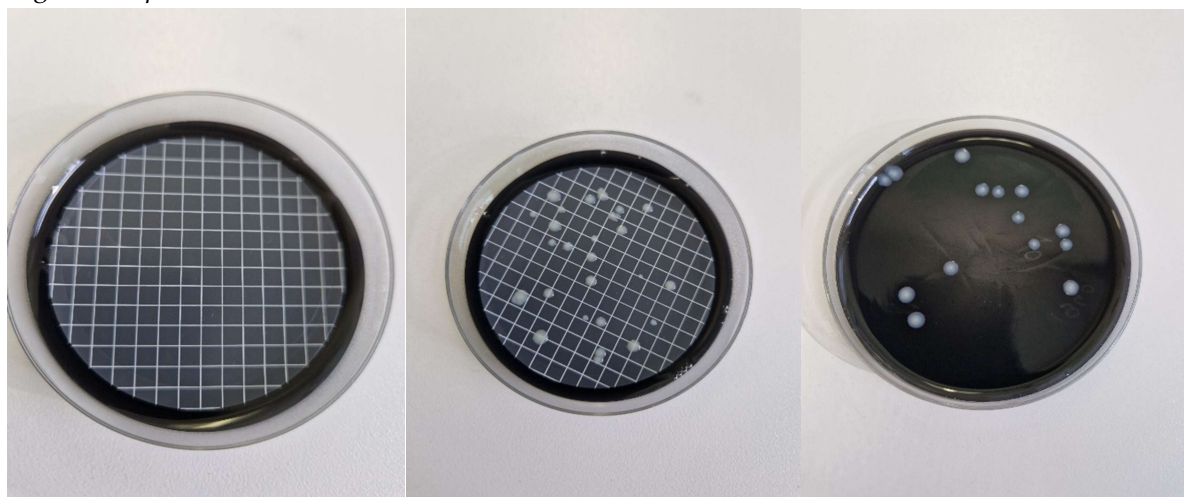
[38] Polski Komitet Normalizacyjny, PN-EN ISO 11731:2017-08. Jakość wody -- Oznaczanie ilościowe bakterii z rodzaju *Legionella*, Warszawa 2019, [file:///C:/Users/Ewelina/Downloads/PN-EN-ISO-11731_2017-08_Ap1_2019-12P%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Ewelina/Downloads/PN-EN-ISO-11731_2017-08_Ap1_2019-12P%20(1).pdf)

Po tym czasie mikroorganizmy, których wzrost zaobserwowano na płytce z pożywką, są zliczane i przesiewane na kolejne podłoża, a następnie poddawane inkubacji przez dalsze 2 do 5 dni w celu potwierdzenia rodzaju *Legionella*. Przy braku wzrostu na płytce po 10 dniach, badanie uznaje się za zakończone, a wynik wyraża się jako „nie wykryto”, z jednoczesnym podaniem granicy wykrywalności metody.

W przypadku podejrzenia dużego zanieczyszczenia bakteriami w obiekcie, w którym prowadzone są badania, stosuje się odpowiednie rozcieńczenia próbki lub technikę posiewu powierzchniowego (wcieraną) po to, aby możliwe było wyodrębnienie pojedynczych kolonii na podłożu. Unika się w ten sposób uzyskania zbyt licznej flory bakteryjnej, co mogłoby powodować utrudnienie lub nawet zahamowanie wzrostu części jednostek tworzących kolonie.

Na zdjęciach poniżej pokazano wyhodowane kolonie bakterii metodą filtracji membranowej i posiewu powierzchniowego (w przypadku wzrostu bakterii konieczny jest kolejny etap badania w celu ich potwierdzenia jako *Legionella sp.*)

Zdjęcie 1, 2 i 3. Przykładowe płytki z badania ciepłej wody użytkowej w kierunku bakterii *Legionella sp.*



Filtracja membranowa –
Próbka nierozcieńczona - brak
wzrostu *Legionella spp.*

Wynik badania: nie wykryto

Filtracja membranowa –
rozcieńczenie 1:10 -
wzrost *Legionella spp.*

Wynik: 280 jtk/100 ml
(pod warunkiem potwierdzenia bakterii
w testach potwierdzających)

Posiew powierzchniowy –
rozcieńczenie 1:1 000 -
wzrost *Legionella spp.*

Wynik: 14 000 jtk/100 ml
(pod warunkiem potwierdzenia bakterii
w testach potwierdzających)

Warto zwrócić uwagę, że wg. Europejskiego Centrum Zapobiegania i Kontroli Chorób (ECDC), w roku 2021 przyczyną ok. 97% przypadków zachorowań na tzw. chorobę legionistów (spośród przypadków potwierdzonych przesiewem) był gatunek *Legionella pneumophila* [39].

[39] Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Państwowy Instytut Badawczy, Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce w 2020 roku, Warszawa 2021, s. 56-57

http://www.old.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/2020/Ch_2020.pdf

Tymczasem opisana wyżej klasyczna hodowlana metoda badawcza pozwala na oznaczenie w wodzie bakterii z rodzaju *Legionella*, który jest reprezentowany przez ponad 40 różnych szczepów mikroorganizmów, w tym wspomniana *Legionella pneumophila*. [40] Identyfikacja tego gatunku nie należy do rutynowej procedury badania ciepłej wody, ponieważ obecne przepisy europejskie tego nie wymagają. Oznacza to, że nawet jeśli w próbce ciepłej wody użytkowej zostaną wyhodowane bakterie *Legionella sp.*, to jeszcze nie oznacza, że są wśród nich kolonie odpowiedzialne za choroby u ludzi.

Stosunkowo dobrze znaną i dostępną metodą stosowaną w badaniach wody o różnym przeznaczeniu, która identyfikuje konkretny szczep odpowiedzialny za zachorowania u ludzi, czyli *Legionella pneumophila*, jest metoda Legiolert firmy IDEXX Laboratories [41].

Legiolert pozwala na wykrycie i ilościowe oznaczenie najbardziej prawdopodobnej liczby bakterii z tego gatunku m.in. w próbkach ciepłej wody użytkowej. Opiera się na technice wykrywania enzymów bakteryjnych, produkowanych przez bakterie podczas ich wzrostu i namnażania. Efekt określonej zmiany zabarwienia zawiesiny bakterii w pożywce po 7 dniach inkubacji w temperaturze $(39 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ jest dowodem na obecność *Legionella pneumophila*.

W obecnym stanie prawnym metoda ta nie jest uznawana za metodę referencyjną w badaniach ciepłej wody użytkowej.

Obowiązująca w Europie od 2021 r. Dyrektywa [2], w załączniku I, część D („Parametry istotne dla oceny ryzyka w wewnętrznych systemach wodociągowych”) wskazuje, że w przypadku wystąpienia infekcji czy ognisk choroby spowodowanej bakteriami *Legionella sp.* należy potwierdzić źródło zakażenia oraz zidentyfikować gatunek bakterii, które wywołały chorobę. Z kolei załącznik 3, część A Dyrektywy („Parametry mikrobiologiczne, dla których określono metody analizy”) wskazuje, że poza podstawową metodą oznaczania bakterii z rodzaju *Legionella* wg EN-ISO 11731 stosowaną m.in. dla potrzeb oceny ryzyka w wewnętrznych systemach wodociągowych, dopuszcza się – w celu uzupełnienia metod hodowlanych - stosowanie szybkich metod hodowlanych, metod nieopartych na hodowli oraz metod molekularnych, w szczególności qPCR.

Poniżej przedstawiono krótki opis wybranych metodyk, o których wspomniano w Dyrektywie.

[40] Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Główny Inspektor Sanitarny, Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce w 2021 roku, Warszawa 2022, s. 57-58

http://wwwold.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/2021/Ch_2021.pdf

[41] Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Główny Inspektor Sanitarny, Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce w 2022 roku, Warszawa 2023, s. 33-34

http://wwwold.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/2022/Ch_2022_Wstepne_dane.pdf

1. Szybkie metody hodowlane.

Pozwalają na przyspieszenie procesu identyfikacji i oceny liczby bakterii *Legionella* w próbkach wody w porównaniu do tradycyjnej metody kulturowej poprzez zastosowanie zmodyfikowanych podłoży mikrobiologicznych.

Metoda polega na inkubowaniu próbek wody w temperaturze 37 °C przez okres 48-72 godzin. Kolonie *Legionella* można następnie zidentyfikować i ocenić pod kątem stężenia.

2. Metody nieoparte na hodowli.

- **Metoda immunologiczna (ELISA - Enzyme-Linked Immunosorbent Assay)**

ELISA jest używana do wykrywania antygenów *Legionella* w próbkach wody. Próbka wody jest nanoszona na płytki ELISA, powlekanie przeciwciałami specyficznymi dla *Legionella* (przeciwciała pierwotne), a następnie inkubowana przez kilka do kilkunastu minut w celu umożliwienia wiązania ewentualnych antygenów *Legionella* z przeciwciałami pierwotnymi na powierzchni płytek. Następnie na płytki ELISA dodawane są przeciwciała wtórne znakowane enzymem. Przeciwciała wtórne reagują z przeciwciałami pierwotnymi związanymi z antygenami *Legionella*, co tworzy kompleks przeciwciało-przeciwciało-antygen. Z kolei na płytki podawany jest substrat, który jest rozkładany przez enzym znakowany na przeciwciałach wtórnych.

Ten proces enzymatyczny generuje produkt, który może być wykrywany na podstawie swojej absorbancji lub fluorescencji. Sygnał emitowany przez substrat jest mierzony za pomocą spektrofotometru lub fluorometru, a jego intensywność jest proporcjonalna do ilości antygenów *Legionella* w próbce. Wyniki są zwykle wyrażane w jednostkach stężenia, które można porównać z próbkami referencyjnymi, aby ocenić obecność i liczbę bakterii *Legionella* w próbce.

Jest to stosunkowo szybka metoda, która może dostarczać wyniki w ciągu kilku godzin.

- **Immunofluorescencja (IFA)**

Metoda polega na stosowaniu przeciwciał monoklonalnych znakowanych fluorescencją do wykrywania *Legionella* w próbkach wody.

Próbka wody umieszczona na szkiełku mikroskopowym jest inkubowana z przeciwciałami wtórnymi. W przypadku obecności bakterii *Legionella*, przeciwciała wtórne będą się łączyć z antygenami *Legionella* na ich powierzchni. Szkiełko mikroskopowe jest następnie poddawane analizie pod mikroskopem fluorescencyjnym. Bakterie *Legionella*, które zostały oznaczone przez przeciwciała wtórne, emitują światło fluorescencyjne pod wpływem odpowiedniego światła stymulującego. Obecność bakterii *Legionella* jest obserwowana na podstawie fluorescencji, co pozwala na identyfikację tych bakterii. Przy użyciu mikroskopu można także ocenić ich morfologię i liczebność. Metoda ta jest stosunkowo szybka i czuła, ale może wymagać specjalistycznego sprzętu.

- **Testy antygenowe**

Stosunkowo szybkie metody, które opierają się na wykrywaniu specyficznych antygenów bakterii *Legionella* w próbkach wody.

Testy antygenowe zawierają przeciwciała specyficzne dla antygenów *Legionella*, które są oznakowane znacznikiem pozwalającym na ich wykrywanie (enzym - peroksydaza lub znacznik fluorescencyjny). Próbką wody jest następnie inkubowana z testem antygenowym. Jeśli w próbce występują bakterie *Legionella*, to dochodzi do powstania kompleksu antygen-przeciwciało. Wynik (pozytywny lub negatywny) może być odczytany na podstawie zmiany koloru lub innych wskaźników reakcji. Wynik pozytywny oznacza, że antygeny *Legionella* zostały wykryte w próbce wody.

Metody testów antygenowych mogą być mniej czułe niż inne metody, takie jak PCR (patrz poniżej), dlatego mogą dawać fałszywie negatywne wyniki w przypadku niskiego stężenia *Legionella* w próbce.

3. Metody molekularne

Stosowane do wykrywania i identyfikacji bakterii *Legionella* poprzez analizę ich materiału genetycznego (DNA lub RNA). Metody molekularne są często bardziej czułe i szybsze niż tradycyjne metody hodowli, co sprawia, że są bardzo przydatne w monitorowaniu jakości wody i wykrywaniu *Legionella* w próbkach wody.

1. PCR (reakcja łańcuchowa polimerazy):

Wysoce czuła i precyzyjna technika, która pozwala na wykrywanie nawet niskich stężeń *Legionella* w wodzie, w tym identyfikację konkretnego gatunku lub szczepu. Nie pozwala jednak na określenie czy bakterie są żywe czy martwe. Może dostarczać wyniki w ciągu kilku godzin. Wykorzystywana między innymi w badaniach epidemiologicznych związanych z wykrywaniem źródła zakażenia.

Do uzyskania czystego DNA bakterii *Legionella* z próbki wody, konieczne jest przeprowadzenie dwuetapowego procesu ekstrakcji: liza komórek (rozpuszczenie błon komórkowych i uwolnienie materiału genetycznego) i oczyszczanie DNA (po uwolnieniu DNA materiał jest oczyszczany z białek, RNA i innych zanieczyszczeń).

Proces PCR składa się z serii cykli, w których temperatura jest kontrolowana w celu replikacji DNA. Typowy cykl PCR obejmuje:

- denaturację (95°C - 98°C) - rozdzielenie dwuniciowego DNA, z uzyskaniem dwóch pojedynczych nici gotowych do replikacji,

- annealing (zazwyczaj 50°C - 65°C) – przyłączanie starterów, czyli krótkich sekwencji DNA do odpowiednich miejsc (komplementarnych sekwencji) na jednej z dwóch pojedynczych nici DNA; proces ten jest bardzo specyficzny i jest kluczowy dla wyboru miejsca, w którym rozpocznie się amplifikacja,
- elongację (70°C - 72°C) - polimeraza DNA rozpoczyna syntezę nowego łańcucha DNA komplementarnego do matrycy na podstawie starterów i powstanie dwóch nowych dwuniciowych cząsteczek DNA, które zawierają sekwencję docelową między starterami.

Po jednym cyklu denaturacji, annealingu i elongacji uzyskuje się dwie kopie docelowego fragmentu DNA. Proces PCR jest następnie powtarzany wielokrotnie, zazwyczaj od 20 do 40 cykli. W ten sposób można uzyskać znaczną ilość docelowego DNA w krótkim czasie.

2. qPCR (Quantitative Polymerase Chain Reaction):

Zaawansowana wersja PCR, która pozwala na ilościową ocenę stężenia DNA *Legionella* w próbkach wody. Jest bardziej precyzyjna niż PCR.

3. LAMP (Loop-mediated Isothermal Amplification):

LAMP to metoda izotermicznej amplifikacji DNA, która nie wymaga cyklicznych zmian temperatury. Jest stosunkowo szybka i prostsza w użyciu niż PCR.

Może być używana do wykrywania *Legionella* w próbkach wody. Wyniki reakcji LAMP można ocenić wizualnie na podstawie zmiany koloru lub fluorescencji, co jest typowe dla wielu testów LAMP. W wyniku amplifikacji DNA *Legionella*, reakcja może wywołać zmianę barwy lub fluorescencję, co jest sygnalizowane jako wynik pozytywny.

Wspomniane wyżej techniki, to tylko część metod w zakresie wykrywania bakterii *Legionella*, które zostały opracowane na potrzeby analizy próbek wody, w tym wody z instalacji ciepłej wody użytkowej. Złożoność tych metod, a także wymagania dotyczące kompetencji personelu i potrzebnego sprzętu są różne. Niewątpliwą ich zaletą jest szybkość uzyskania wyniku, co w przypadku stanów epidemicznych czy ognisk choroby jest szczególnie ważne. Niektóre z nich mogą jednak dawać tzw. wyniki fałszywie dodatnie (bardzo duża czułość metody) albo fałszywie ujemne (w przypadku niskiego stężenia *Legionella* w próbce) lub też wykrywają martwe komórki bakterii, co może nie być przydatne, a nawet przeszkadzające przy zastosowaniu metody do określonego celu.

13. Laboratoria w Polsce badające obecność i zawartość bakterii *Legionella* w wodzie przeznaczonych do spożycia przez ludzi.

Badania jakości wody do spożycia przez ludzi (w tym również wody z instalacji ciepłej wody użytkowej) mogą wykonywać laboratoria Państwowej Inspekcji Sanitarnej lub inne laboratoria o udokumentowanym systemie jakości prowadzonych badań wody, zatwierdzonym przez Państwową Inspekcję Sanitarną [42]. Decyzja o zatwierdzeniu systemu jest wydawana przez organy PIS corocznie, każdorazowo na wniosek zainteresowanego podmiotu. Szczegóły postępowania w tym zakresie, w tym szczegółowe wymagania dla laboratoriów i wytyczne dotyczące zasad ich funkcjonowania opisane są w kolejnych artykułach ustawy o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków oraz w aktualnym Rozporządzeniu Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. W obecnym porządku prawnym badania jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi nie muszą być wykonywane przez laboratoria akredytowane, choć zatwierdzenie udzielane przez PPIS w zakresie wdrożonego systemu zarządzania, potwierdza spełnienie wymagań normy PN-EN ISO 17025. Projektowane przepisy mające na celu implementację Dyrektywy europejskiej [2] do polskiego prawa przewidują obowiązek akredytacji.

Wykaz zatwierdzonych laboratoriów badania wody do spożycia w danym województwie prowadzą Wojewódzcy Państwowi Inspektorzy Sanitarni. Z kolei informacje na temat akredytowanych laboratoriów w Polsce można znaleźć na stronach Polskiego Centrum Akredytacji [43]. We wrześniu 2023 r. 127 laboratoriów w Polsce było w posiadaniu akredytacji w zakresie badań bakterii *Legionella sp.* w wodzie, z czego 67 to laboratoria PSSE/WSSE, a 24 to laboratoria przedsiębiorstw wod-kan.

14. Odpowiedzialność karna i cywilna za dostarczenie ciepłej wody niespełniającej wymagań w zakresie zawartości bakterii *Legionella*.

Pojęcie odpowiedzialności karnej i odpowiedzialności cywilnej mieści się w szerszym pojęciu odpowiedzialności prawnej. Wśród wielu definicji odpowiedzialności prawnej najczęściej przyjmowana jest definicja autorstwa Wiesława Langa. Według tego autora odpowiedzialność prawna oznacza ponoszenie prawem przewidzianych konsekwencji za naruszenie tego prawa. Odpowiedzialność prawna oznacza zatem, iż to norma prawna określa, które zachowania powodują powstanie odpowiedzialności prawnej, jakie są przesłanki tej odpowiedzialności, jak również jakie sankcje i skutki mogą być zastosowane. Dotyczy to przede wszystkim odpowiedzialności karnej.

[42] GIS, Zakład Bezpieczeństwa Zdrowotnego NIZP - PZH, Zalecenia dotyczące ponownego otwierania budynków użyteczności publicznej i zamieszkania zbiorowego po wydłużonym przestoju lub ograniczonej eksploatacji, w ramach działań zapobiegających zakażeniom bakteriami z rodzaju *Legionella*, Warszawa 2021

[43] <https://www.pca.gov.pl>

Odpowiedzialność karna

W systemie prawa polskiego funkcjonuje zasada *nullum crimen, nulla poena sine lege*. Z tej zasady wynika, iż wszystkie elementy czynu zabronionego muszą być normatywnie opisane. Mając na względzie tę okoliczność, należy zaznaczyć, iż *Legionella*, jako występująca w wodzie, nie jest samodzielnym przedmiotem jakiegokolwiek normy karnoprawnej. Inaczej rzecz ujmując, należy zauważyć, iż z *Legionellą* ustawodawca nie wiąże bezpośrednio jakichkolwiek skutków prawnych. Nie oznacza to, iż jej występowanie nie może prowadzić do odpowiedzialności karnej. Oczywiście nie jest możliwe szerokie omówienie tej karnoprawnej odpowiedzialności, niemniej jednak należałoby wskazać na przynajmniej niektóre normy kodeksu karnego.

Zgodnie z art. 160 kc:

„§ 1. Kto naraża człowieka na bezpośrednie niebezpieczeństwo utraty życia albo ciężkiego uszczerbku na zdrowiu, podlega karze pozbawienia wolności do lat 3.

§ 2. Jeżeli na sprawcy ciąży obowiązek opieki nad osobą narażoną na niebezpieczeństwo, podlega karze pozbawienia wolności od 3 miesięcy do lat 5.

§ 3. Jeżeli sprawca czynu określonego w § 1 lub 2 działa nieumyślnie, podlega grzywnie, karze ograniczenia wolności albo pozbawienia wolności do roku.

§ 4. Nie podlega karze za przestępstwo określone w § 1-3 sprawca, który dobrowolnie uchylił groźące niebezpieczeństwo.

§ 5. Ściganie przestępstwa określonego w § 3 następuje na wniosek pokrzywdzonego.”

Przepis ten umieszczony jest w rozdziale XIX kodeksu karnego zatytułowanym przestępstwa przeciwko życiu i zdrowiu. W tym wypadku dobrem chronionym jest zdrowie osób używających wody uprzednio dostarczonej przez przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne. Podkreślić jednak należy, iż odpowiedzialność karnoprawna osób odpowiedzialnych w przedsiębiorstwie wodociągowo-kanalizacyjnym miałyby miejsce jedynie wtedy, gdyby *Legionella* znalazła się w wodzie dostarczonej odbiorcy usług bezpośrednio. Oczywiście wykazanie tej okoliczności obciążałoby oskarżyciela. Istnienie *Legionelli* w wodzie może również wyczerpywać znamiona przestępstwa uregulowanego w art. 165 §1 pkt 1 kodeksu karnego, który stanowi, iż:

„§ 1. Kto sprowadza niebezpieczeństwo dla życia lub zdrowia wielu osób albo dla mienia w wielkich rozmiarach:

1) powodując zagrożenie epidemiologiczne lub szerzenie się choroby zakaźnej albo zarazy zwierzęcej lub roślinnej,”.

Z kolei ten przepis umieszczony jest w rozdziale zatytułowanym przestępstwa przeciwko bezpieczeństwu powszechnemu. W tym wypadku dobrem chronionym jest przede wszystkim bezpieczeństwo powszechne. Przy czym z uwagi na powszechność usług świadczonych przez przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne może dojść również i do wyczerpania znamion opisanych w tym przepisie.

Oczywiście również i w tym wypadku to pracownicy przedsiębiorstwa wodociągowo-

kanalizacyjnego musieliby doprowadzić do pojawienia się *Legionelli* w wodze dostarczanej bezpośrednio przez to przedsiębiorstwo odbiorcom usług.

Przestępstwo spenalizowane w art. 165 kk może być popełnione zarówno z winy umyślnej, jak i winy nieumyślnej. Prawodawca wyraźnie bowiem wskazuje w art. 165 §2, iż „Jeżeli sprawca działa nieumyślnie, podlega karze pozbawienia wolności do lat 3”.

Przestępstwo popełnione z winy umyślnej podlega karze pozbawienia wolności do lat 8, a z kolei nieumyślnej sprawcy grozi kara pozbawieni wolności do lat 3.

Odpowiedzialność cywilna

Problem odpowiedzialności cywilnej był już przedmiotem wypowiedzi judykatury. Obecnie najczęściej powoływanym wyrokiem jest wyrok Sądu Apelacyjnego w Lublinie z dnia 29 maja 2013 r. sygn. I ACa 90/13 [44] (glosa do wyroku prof. dr. hab. Bartosza Rakoczy została opublikowana na stronie internetowej Izby Gospodarczej „Wodociągi Polskie”).

Podstawowym problemem przy ustalaniu, czy przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne ponosi odpowiedzialność cywilną, czy też nie, jest problem kwalifikacji prawnej zachowania, którego skutkiem jest wystąpienie w wodzie *Legionelli*.

Zgodnie z art. 415 kc:

„Kto z winy swej wyrządził drugiemu szkodę, obowiązany jest do jej naprawienia”.

Z kolei w myśl art. 435 kc:

„§ 1. Prowadzący na własny rachunek przedsiębiorstwo lub zakład uprawiany w ruch za pomocą sił przyrody (pary, gazu, elektryczności, paliw płynnych itp.) ponosi odpowiedzialność za szkodę na osobie lub mieniu, wyrządzoną komukolwiek przez ruch przedsiębiorstwa lub zakładu, chyba że szkoda nastąpiła wskutek siły wyższej albo wyłącznie z winy poszkodowanego lub osoby trzeciej, za którą nie ponosi odpowiedzialności.

§ 2. Przepis powyższy stosuje się odpowiednio do przedsiębiorstw lub zakładów wytwarzających środki wybuchowe albo postępujących się takimi środkami.”

W przywoływanym wyżej wyroku Sąd jednoznacznie przyjął, iż przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne ponosi odpowiedzialność cywilną na podstawie art. 435 kc. Kwalifikacja odpowiedzialności i zastosowanie właściwej normy prawnej ma ten skutek, że inne okoliczności mogą decydować o istnieniu lub nieistnieniu tejże odpowiedzialności. Inaczej też rozkłada się ciężar dowodu.

Zgodnie z art. 6 kc „Ciężar udowodnienia faktu spoczywa na osobie, która z faktu tego wywodzi skutki prawne”.

W przypadku odpowiedzialności na podstawie art. 415 kc to na poszkodowanym ciąży ciężar wykazania wszystkich przesłanek odpowiedzialności przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjnego.

[44] I ACa 90/13 - Portal Orzeczeń Sądu Apelacyjnego w Lublinie, Portal Orzeczeń Sądu Apelacyjnego w Lublinie, <https://orzeczenia.lublin.sa.gov.pl/details/15300000>

Z kolei w przypadku przyjęcia odpowiedzialności na podstawie art. 435 kc, ciężar dowodu przeszuwa się w określonym zakresie na przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne.

Odpowiedzialności prawnej z art. 435 kc podlega podmiot prowadzący zakład wprawiany w ruch za pomocą sił przyrody. Nie można mieć wątpliwości, iż przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne jest takim zakładem, i że ponosi ono odpowiedzialność odszkodowawczą właśnie na podstawie art. 435 kc.

Rozstrzygnięcie tej kwestii nie przesądza jednak automatycznie o tym, że w każdym wypadku, kiedy wystąpi *Legionella*, przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne będzie ponosiło odpowiedzialność odszkodowawczą.

Poszkodowany zgłaszający przeciwko przedsiębiorstwu wodociągowo-kanalizacyjnemu roszczenie odszkodowawcze zobowiązany jest wykazać wysokość szkody, jak również tzw. związek przyczynowo skutkowy pomiędzy zachowaniem przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjnego, a powstałą szkodą.

W myśl art. 361 kc:

„§ 1. Zobowiązany do odszkodowania ponosi odpowiedzialność tylko za normalne następstwa działania lub zaniechania, z którego szkoda wynikła.

§ 2. W powyższych granicach, w braku odmiennego przepisu ustawy lub postanowienia umowy, naprawienie szkody obejmuje straty, które poszkodowany poniósł, oraz korzyści, które mógłby osiągnąć, gdyby mu szkody nie wyrządzono.”

Przepis ten reguluje związek przyczynowo skutkowy rozumiany w ten sposób, że sprawca szkody ponosi odpowiedzialność jedynie za normalne następstwa swojego zachowania, którym naruszył normy prawne. Teoria adekwatnego związku przyczynowego, która jest uregulowana w tym przepisie, zobowiązuje sprawcę szkody tylko do naprawienia szkody w granicach normalnego (typowego) następstwa swojego zachowania. Jednak badanie, co jest normalnym następstwem, a co nie, wymaga uprzedniego ustalenia, iż szkoda jest skutkiem (następstwem) występowania *Legionelli* w wodzie i to z przyczyn zależnych od przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjnego.

Wykazanie szkody i związku przyczynowego przez poszkodowanego powoduje, iż przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne będzie ponosiło odpowiedzialność z tego przepisu. Zaznaczyć jednak należy, iż art. 435 kc zawiera przesłanki egzoneracyjne, tzn. takie przesłanki, których udowodnienie może uwolnić od odpowiedzialności odszkodowawczej.

Art. 435 wymienia trzy przesłanki egzoneracyjne – wystąpienie siły wyższej, wyłączne przyczynienie się poszkodowanego do szkody, przyczynienie się osoby trzeciej, na którą przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne nie miało wpływu, do szkody.

Skuteczne procesowe wykazanie którejkolwiek z tych przesłanek (o ile oczywiście któraś z nich zaistniała) uwalnia przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne od odpowiedzialności odszkodowawczej. W praktyce znaczenie może mieć przede wszystkim pierwsza i trzecia z nich, a zatem wystąpienie siły wyższej, ewentualne wyłączne przyczynienie się osoby trzeciej, na którą przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne nie miało wpływu, do powstania szkody.

Siłę wyższą określa się jako zdarzenie nagłe i nieprzewidywalne, aczkolwiek bogate orzecznictwo w tym zakresie niekiedy rozszerza pojęcie siły wyższej, a niekiedy je zważa.

Z kolei druga z tych przesłanek, a trzecia w kolejności, wynikającej z konstrukcji przepisu, uwolni przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne od odpowiedzialności w sytuacji, kiedy szkoda powstała wyłącznie z przyczyn leżących po stronie osoby trzeciej i to takiej osoby, na którą przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne nie miało jakiegokolwiek wpływu. Podkreślić należy, iż ta przesłanka egzoneracyjna wystąpi jedynie wtedy, gdy zachowanie osoby trzeciej będzie wyłączną (jedyną) okolicznością powodującą powstanie szkody. Przesłanka ta nie wystąpi, jeśli zachowanie to było główną przyczyną, albo też wiodącą przyczyną. Dla skutecznego powołania się na tą przesłankę konieczne jest, aby była to wyłączna przyczyna.

Nie wystarczy jedynie wykazać, iż to zachowanie osoby trzeciej spowodowało wystąpienie szkody. Należy również wykazać, że ta osoba trzecia była niezależna od przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjnego. Zatem pomiędzy tą osobą, a przedsiębiorstwem wodociągowo-kanalizacyjnym nie mogła wystąpić jakakolwiek zależność.

Z art. 435 wynika również, iż odpowiedzialność przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjnego na podstawie tego przepisu następuje zarówno, jeśli szkoda powstała w mieniu, jak i kiedy szkoda powstała na osobie. Co interesujące, w przypadku odpowiedzialności przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjnego na podstawie art. 435 kc, to zdecydowanie częściej występuje szkoda na osobie.

W zakresie tych przesłanek egzoneracyjnych ciężar dowodu obciąża przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne.

Odpowiedzialność przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjnego uregulowana w art. 435 kc jest zatem odpowiedzialnością na zasadzie ryzyka. W odróżnieniu od reżimu z art. 415 kc w tym wypadku kwestia zawinienia lub też braku zawinienia po stronie przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjnego nie odgrywa żadnej roli. Zatem brak winy po stronie przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjnego nie uwalnia go od odpowiedzialności cywilnej odszkodowawczej. Gdyby podstawą odpowiedzialności był art. 415 kc, to jak najbardziej brak winy (ekskulpacja), spowodowałby uwolnienie od odpowiedzialności. Tymczasem jest to odpowiedzialność na zasadzie ryzyka, którym w tym wypadku jest prowadzenie określonego rodzaju działalności, którą można byłoby określić potocznie jako odpowiedzialność profesjonalną.

Odrębną kwestią jest ciężar dowodu, uregulowany w art. 6 kc, który był już wcześniej przywoływany. Ciężar dowodu określa, kto powinien określić okoliczności wykazać i jakie będą skutki, jeżeli temu dowodowi nie sprostano. Pewnych udogodnień w zakresie ciężaru dowodu dostarczają domniemania, z tym, że w tym wypadku żadne z domniemań nie będzie miało zastosowania. Z rozkładu ciężaru dowodu wynika również, kto poniesie negatywne skutki tego, iż dana okoliczność nie zostanie procesowo wykazana.

Możliwa jest zatem sytuacja, kiedy wprawdzie istnieje obiektywna przesłanka egzoneracyjna, ale jest ona niewykazywalna z punktu widzenia prawa procesowego.

15. Literatura pomocnicza.

- [1] Oficjalna strona Europejskiego Centrum ds. Zapobiegania i Kontroli Chorób <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/legionnaires-disease-annual-epidemiological-report-2021.pdf> data dostępu 21.09.2023
- [2] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/2184 z dnia 16 grudnia 2020 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U.U.E.L.2020.435.1) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020L2184&from=CS>
- [3] Oficjalna strona The Legionella Control Association <https://www.legionellacontrol.org.uk/about/> data dostępu: 22.09.2023
- [4] Oficjalna strona Health and Safety Executive, www.hse.gov.uk/pubns/books/18.htm
- [5] Piekarska K., Prezentacja: Katarzyna Zacharczuk Magdalena Rzeczowska Badanie i ocena wpływu klimatu na stan zdrowia oraz wypracowanie działań związanych z adaptacją do jego zmian. Ryzyko wzrostu zakażeń Legionella jako możliwa konsekwencja zdrowotna ocieplenia klimatu w Polsce: potrzeba usprawnienia wczesnej diagnostyki legionelozy, 03.09.2018-01.12.2020
- [6] Jamilloux Y., Jarraud S., Lina G., Etienne J., Ader F.; Legionella, Legionnaires' disease, Med Sci (Paris) Volume 28, Number 6-7, June–July 2012
- [7] Hilbi H., Jarraud S., Hartland E., Buchrieser C.: Update on Legionnaires' disease: pathogenesis, epidemiology, detection and control, Molecular Microbiology 76(1), 1–11, 29 March 2010
- [8] Chambers S.T., Slow S., Scott-Thomas A., Murdoch D.R.; Legionellosis Caused by Non-Legionella pneumophila Species, with a Focus on Legionella longbeachae, microorganisms, 31;9(2):291,2021
- [9] Ito A., Ishida T., Tachibana H., Nakanishi Y., Kawataki M., Yamazaki A., Washio Y.; Identification rate of Legionella species in non-purulent sputum culture is comparable to that in purulent sputum culture in Legionella pneumonia, Journal of Clinical Microbiology, vol. 62 Issue 4, 2024
- [10] Ustawa z dnia 5 grudnia 2008 r. o zapobieganiu oraz zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi (tekst jednolity Dz. U. z 2023 r. poz. 1284 z późn. zm.)
- [11] Główny Inspektor Sanitarny, Zakład Bezpieczeństwa Zdrowotnego NIZP - PZH, Zalecenia dotyczące ponownego otwierania budynków użyteczności publicznej i zamieszkania zbiorowego po wydłużonym przestoju lub ograniczonej eksploatacji, w ramach działań zapobiegających zakażeniom bakteriami z rodzaju Legionella, Warszawa 2021
- [12] Główny Inspektor Sanitarny, Raporty o stanie sanitarnym kraju za lata 2006-2022, <https://www.gov.pl/web/gis/raport---stan-sanitarny-kraju>

- [13] <https://www.gov.pl/web/gis/raport---stan-sanitarny-kraju> - witryna zawiera Raporty za lata 2006-2022
- [14] <https://www.gov.pl/web/gis/raport---stan-sanitarny-kraju> - witryna zawiera Raporty za lata 2006-2022
- [15] Legionnaires' disease Annual Epidemiological Report for 2021 <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/legionnaires-disease-annual-epidemiological-report-2021?etrans=pl> pobranie 2023-09-23 g. 23.00
- [16] Grabińska-Łoniewska A., Siński E., Mikroorganizmy chorobotwórcze i potencjalnie chorobotwórcze w ekosystemach wodnych i sieci wodociągowych, Wydawnictwo Seidel-Przywecki Sp. z o. o., Warszawa 2010
- [17] Roeske W.: Dezynfekcja wody pitnej, Szubin 2007
- [18] Toczyłowska B.: Analiza przyczyn skażenia bakteriami Legionella wody w instalacjach wodociągowych na przykładzie wybranych obiektów. Cz. 1, Materiały z konferencji: X Jubileuszowa Konferencja Naukowo-Techniczna " Woda - Człowiek - Środowisko"; Września-Licheń, 2012
- [19] Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Zagrożenia zdrowotne związane z występowaniem bakterii Legionella w instalacjach wodnych zakładów opieki zdrowotnej. Interpretacja wyników badań wody oraz przegląd zaleceń i przepisów w wybranych krajach, Warszawa 2016
- [20] Izba Gospodarcza „Wodociągi Polskie”, Wytyczne dotyczące jakości wody przeznaczonej do picia. Wydanie czwarte, Bydgoszcz 2014 r. Wydane przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) w 2011 r. pod oryginalnym tytułem „Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth edition
- [21] Byrd J.J., Xu H.S., Colwell R.R.: Viable but nonculturable bacteria in drinking water. Applied and Environmental Microbiology 1991, vol. 57, pp. 875–878
- [22] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2017 r., poz. 2294) <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20170002294>
- [23] <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/legionnaires-disease-annual-epidemiological-report-2021.pdf>
- [24] Szczotko M., Krogulska B., Krogulski A.: Ocena podatności materiałów kontaktujących się z wodą na powstawanie biofilmów, Mat. III Konferencji Naukowo-Technicznej „Instalacje wodociągowe i kanalizacyjne - projektowanie-wykonawstwo-eksploatacja”, Warszawa-Dębe 2009, <https://www.idexx.pl/files/legionella-dokument-techniczny-pl-pl.pdf>
- [25] Siudyła J., Na czym polega dezynfekcja termiczna instalacji wodnej? [wpis na Blogu]. Źródło: <https://bluecare.pl/blog/na-czym-polega-dezynfekcja-termiczna-instalacji-wodnej/> data dostępu: 18.09.2023

[26] Siudyła. J., Dwutlenek chloru jako metoda zwalczania Legionelli. [wpis na Blogu]. <https://bluecare.pl/blog/dwutlenek-chloru-jako-metoda-zwalczania-legionelli/> data dostępu: 18.09.2023

[27] Korwin. B., Dezynfekcja chemiczna instalacji ciepłej wody użytkowej. [Wpis na Blogu]. <https://bluecare.pl/blog/dezynfekcja-chemiczna-instalacji-cieplej-wody-uzytkowej/> data dostępu: 18.09.2023

[28] Krogulska B., Matuszewska R., Toczyłowska B., Kozłowski B.: Próby eliminacji bakterii z rodzaju Legionella w instalacji ciepłej wody metodą ciągłej dezynfekcji przy użyciu dwutlenku chloru [w:] VIII Konf. naukowo-techniczna „Nowe technologie w sieciach i instalacjach wodociągowych i kanalizacyjnych”, Ustroń 2010

[29] Chudzicki J., Bakterie Legionella w instalacjach sanitarnych, 1998, Gaz, Woda, Technika Sanitarna, 2: 64-72

[30] Costa J., Tiago I., Costa M.S., Verissim A.; Presence and Persistence of *Legionella spp.* In Groundwater, 2005, Applied and environmental microbiology 71 (2), 663-671

[31] <https://www.hvacr.pl/legionella-normy-przepisy-zwalczanie-325> dostęp 2023-09-23 g. 23:50

[32] Kozłowski B., Toczyłowska B., Pykacz.; Ograniczenie zagrożeń

enia dla zdrowia ludzi bakteriami z rodzaju Legionella w instalacjach wodociągowych i klimatyzacyjnych w istniejących budynkach, Instytut Techniki Budowlanej, 2011

[33] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 listopada 2002 r. w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2002 r. poz. 1718) <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20022031718>

[34] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2007 r., poz. 417 ze zm.) <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20070610417>

[35] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2010 r., poz. 466) <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20100720466>

[36] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2015 r., poz. 1989) <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20150001989>

[37] Ustawa z dnia 7 czerwca 2001 r. w sprawie zbiorowego zaopatrzenia w wodę i zbiorowego odprowadzania ścieków (Dz. U. z 2023 r. poz. 537, poz. 1688) <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20010720747>

[38] Polski Komitet Normalizacyjny, PN-EN ISO 11731:2017-08. Jakość wody -- Oznaczenie ilościowe bakterii z rodzaju *Legionella*, Warszawa 2019,

[file:///C:/Users/Ewelina/Downloads/PN-EN-ISO-11731_2017-08_Ap1_2019-12P%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Ewelina/Downloads/PN-EN-ISO-11731_2017-08_Ap1_2019-12P%20(1).pdf)

[39] Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Państwowy Instytut Badawczy, Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce w 2020 roku, Warszawa 2021, s. 56-57 http://wwwold.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/2020/Ch_2020.pdf

[40] Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Główny Inspektor Sanitarny, Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce w 2021 roku, Warszawa 2022, s. 57-58 http://wwwold.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/2021/Ch_2021.pdf

[41] Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Główny Inspektor Sanitarny, Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce w 2022 roku, Warszawa 2023, s. 33-34 http://wwwold.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/2022/Ch_2022_Wstepne_dane.pdf

[42] GIS, Zakład Bezpieczeństwa Zdrowotnego NIZP - PZH, Zalecenia dotyczące ponownego otwierania budynków użyteczności publicznej i zamieszkania zbiorowego po wydłużonym przestoju lub ograniczonej eksploatacji, w ramach działań zapobiegających zakażeniom bakteriami z rodzaju *Legionella*, Warszawa 2021.

[43] <https://www.pca.gov.pl>

[44] I ACa 90/13 - Portal Orzeczeń Sądu Apelacyjnego w Lublinie, Portal Orzeczeń Sądu Apelacyjnego w Lublinie, <https://orzeczenia.lublin.sa.gov.pl › details › 15300000>