



## System dezynfekcji termicznej wody – zapobieganie infekcjom wywołanym przez bakterię *Legionella*

Szpital Uniwersytecki Großhadern, w Monachium

Opis przypadku



W systemie zasilania ciepłą wodą użytkową 13-kondygnacyjnego budynku kliniki szpitalu uniwersyteckiego Großhadern wyeliminowano dzięki dezynfekcji termicznej ryzyko wystąpienia zakażeń bakteriami *Legionella*

W monachijskim szpitalu uniwersyteckim Großhadern, aby zapobiec rozwojowi bakterii *Legionella* w obiegu ciepłej wody użytkowej, stosowana jest dezynfekcja termiczna. Zainstalowano tam dwustopniowy układ dezynfekcji AquaProtect-T produkcji Alfa Laval wyposażony w wysokowydajne płytowe wymienniki ciepła. Dzięki zainstalowanemu układowi woda pitna pozbawiona jest bakterii *Legionella*.

Pierwszy stopień układu służy do schładzania wody z powrotem do temperatury wody zasilania, a tym samym pełni rolę systemu odzysku ciepła. Obieg cyrkulacyjny zastosowano również na etapie dezynfekcji. Zadaniem przeprowadzanej modernizacji było zaopatrzenie całej kliniki w ciepłą wodę pozbawioną obecności bakterii *Legionella*.

Zapewnienie higienicznego źródła zasilania wodą nawet najbardziej oddalonych miejsc w głównej klinice to zagrożenie, które nie ogranicza się jedynie do zapewnienia odpowiedniej temperatury wody. Całkowita długość wszystkich rur w instalacji, która wynosi około 200 km i ponad 7000 kranów sprawia, że instalacja wody pitnej w monachijskim szpitalu uniwersyteckim Großhadern stanowi poważny problem. Ocena stanu instalacji rurociąkowej wykazała, że nie jest już możliwe wyeliminowanie ryzyka powstawania niedopuszczalnie wysokiej koncentracji chorobotwórczej dla człowieka, jaka jest bakteria *Legionella pneumophila* w niektórych partiach sieci ciepłej wody użytkowej. Sytuacja zmusiła zarząd kliniki do podjęcia odpowiednich modyfikacji technicznych zarówno w obrębie instalacji jak i istniejących procedur. „Plan był całkiem prosty i sprowadzał

się do zapewnienia na terenie kliniki stałego źródła wody pitnej pozbawionej bakterii *Legionella*” – wyjaśnia Christian Frank, kierownik ds. urządzeń sanitarnych odpowiedzialny za jakość wody pitnej. Począwszy od roku 2003, w 12 centrach technicznych stopniowo odnawiano wszystkie instalacje przygotowania ciepłej wody pitnej. Niektóre z zainstalowanych zbiorników wody zastąpiono układami przygotowania wody pitnej AquaProtect T firmy Alfa Laval. Klinika szpitalu uniwersyteckiego zlokalizowana na wschodnim obrzeżu Monachium, rocznie zużywa 64 000 m<sup>3</sup> ciepłej wody., z czego 20 000 m<sup>3</sup> pobiera centralna kuchnia. Pozostała część wody jest kierowana do instalacji 13-kondygnacyjnego budynku oraz do innych roboczych i specjalistycznych pomieszczeń.

### Instalacja wewnętrzna jako wielka niewiadoma

Na pierwszy rzut oka nie było możliwe ustalenie jasnego i efektywnego planu postępowania. Konstrukcja pewnych części instalacji stanowiła przeszkodę w zabezpieczeniu układu przed wzrostem bakterii *Legionella*. Kompleks budynków kliniki pochodzi z lat siedemdziesiątych XX wieku. Rury o zbyt dużych średnicach oraz rozbudowywanie i modyfikowanie przez lata systemu rurociągu spowodowało, że uzyskanie rzeczywistego obrazu na temat warunków przepływu w ciągach rurowych nie było łatwe. Nie było również pewności, czy w pewnych obszarach instalacji zawartość rury jest stale i w wystarczającym stopniu wymieniana. Nie jest także możliwe ocenienie czy w niedostępnych obszarach instalacji takich jak: szyby lub podwieszenia sufitowe nie występują straty ciepła. Schładzanie wody, małe prędkości przepływu oraz długie sekcje rurociągów ze stojącą wodą znacząco zwiększały ryzyko wystąpienia optymalnych warunków dla rozwoju bakterii *Legionella*.

### Całkowita dezynfekcja termiczna

Kolejnym zagadnieniem, które należało rozwiązać był wybór odpowiednich metod dezynfekcji zapewniających efektywne hamowanie rozwoju i rozprzestrzenienia się bakterii *Legionella* w sieci ciepłej kliniki. Ze względu na brak wiedzy w zakresie warunków przepływu w niektórych częściach instalacji, od samego początku nie brano pod uwagę metod chemicznych dezynfekcji. Brak było bowiem gwarancji, że wszystkie środki dezynfekcyjne dotrą do tych części instalacji lub, że substancje te nie zostaną z rurociągu wypłukane zbyt szybko. Jedynym praktycznym rozwiązaniem, które brano pod uwagę była dezynfekcja termiczna. Kierownicy ds. technicznych kliniki nie zgłosili żadnych obiekcji, co do zastosowania procedur dezynfekcji termicznej. Przemawiały za tym fakty, że rury w instalacji wykonane były z ocynkowanej stali i pozbawione śladów korozji, a twardość wody odpowiednia dla tego typu metod dezynfekcji. Jedno z pierwszych centrów technicznych, z którego woda pitna została skierowana do systemu AquaProtect, zaopatrywało oddział szpitalny w ¼ wody pitnej. W miejscu poprzednio zlokalizowanych 6 zbiorników z ciepłą wodą, każdy o objętości 5000 l, uruchomiono dwustopniowy system wyposażony w kompaktowe wymienniki ciepła. W nowym systemie woda była ogrzewana i poddawana dezynfekcji termicznej.



Kierownik ds. Urządzeń Sanitarnych, Christian Frank, regularnie kontroluje temperatury ciepłej wody i zmiany ciśnienia w płytowych wymiennikach ciepła.

### Tylko woda poddana dezynfekcji trafia do sieci

Zimna woda pitna przepływa po kolei przez dwa płytowe wymienniki ciepła wykonane z czystej stali kwasoodpornej. Zimna woda przechodzi najpierw przez fazę wstępnego ogrzewania (I stopień), a następnie przez drugi wymiennik ciepła, gdzie poddawana jest dezynfekcji (II stopień). W monachijskim szpitalu uniwersyteckim na tym etapie procesu zapewniono moc grzejną na poziomie 230 kW. Woda pitna opuszczając II stopień ma temperaturę 70°C. Stąd kierowana jest do zbiornika reakcyjnego (pojemność 750 l). Konstrukcja wnętrza zbiornika, zaprojektowana jako sekcja wyrównawcza, wymusza laminarny profil przepływu. Po upływie przynajmniej 6 minut, woda pitna opuszcza zbiornik reakcyjny i przepływa do właściwego zbiornika magazynującego. Zbiornik magazynujący jest w stanie pomieścić 5000 l ciepłej wody po dezynfekcji termicznej. Jeśli w przeciągu tego czasu nastąpi odciążenie ciepłej wody, wtedy zimna woda pitna z dolnego poziomu przepływa do zbiornika ciepłej wody. Tutaj jednak, ten kompensacyjny przepływ jest zwracany w przeciwnym kierunku do sekcji dezynfekcyjnej. Woda po dezynfekcji termicznej jeszcze raz przepływa przez zbiornik reakcyjny do górnej części zbiornika magazynującego.

### Ochrona przed poparzeniami i odzysk ciepła

Po dezynfekcji termicznej temperatura wody pitnej w zbiorniku magazynującym jest utrzymywana na stałym poziomie 70°C. Jeśli w określonym czasie nie ma poboru ciepłej wody, zawartość zbiornika magazynującego jest w obiegu cyrkulacyjnym zwracana do wymiennika dezynfekcyjnego i tam podgrzewana do wymaganej temperatury. Układ jest również wyposażony w system sterowania, którego zadaniem jest zapewnienie za każdym razem właściwej temperatury dezynfekcji. Jeśli temperatura jest niższa niż 70°C, woda pitna jest kierowana przez 3-drogowy zawór przełączający i powtórnie przez dwa płytowe wymienniki ciepła, aż do momentu osiągnięcia na końcu drugiej sekcji 70°C. Aby jednak zabezpieczyć pacjentów oraz personel kliniki przed niebezpieczeństwem poparzeń na skutek zbyt wysokiej temperatury wody w około 6000 zlewów, 600 prysznicach i w 450 laboratoriach oraz zlewach kuchennych,

wydezynfekowana ciepła woda przed rozprowadzeniem jest najpierw schładzana do bezpiecznej temperatury. W tym celu ciepła woda ze zbiornika magazynującego jest kierowana przez pierwszy płytowy wymiennik ciepła. Wymiennik ciepła do wstępnego ogrzewania zimnej wody pitnej pełni równocześnie funkcję systemu odzysku ciepła.

#### **Cyrkulacja z wbudowanym systemem dezynfekcji**

Dezynfekcji termicznej, w regularnych odstępach czasu poddawany jest również cała instalacja wewnętrzna kliniki z ciepłą wodą. Dezynfekcję rurociągu można w łatwy sposób zaprogramować w systemie sterowania, a także w dowolnym momencie zmieniać jej przebieg i w razie konieczności uruchamiać na żądanie. „Dezynfekcja termiczna rurociągu jest uruchamiana raz w tygodniu w nocy i trwa 4 godziny”, wyjaśnia Christian Frank. Dzięki temu zyskuje się pewność, że do punktów czerpalnych dociera wyłącznie wydezynfekowana ciepła woda pitna. Jednakże jeden z aspektów dotyczących instalacji jest trudny do przecięnienia. Stanowi go długa rozgałęziona i skomplikowana sieć cyrkulacyjna 13-kondygnacyjnego budynku kliniki. Kierownicy nie są w stanie zagwarantować czy do poszczególnych odcinków rur obiegu cyrkulacyjnego kiedykolwiek dociera woda o temperaturze 70°C, co wynika ze zbyt dużych średnic rur i wysokich strat ciepła w tych odcinkach

instalacji. To pociąga ze sobą niebezpieczeństwo cofania się strumienia wody zawierającej żywą florę do systemu przygotowania ciepłej wody. Środki zaradcze w postaci kompensacji hydraulicznej mające na celu zapobieganie wychłodzeniu obiegu cyrkulacyjnego o więcej niż 5 K (zgodnie z zaleceniami DVGW, arkusz W 551 – Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches - czyli Niemieckiego Fachowego Związku Gazu i Wody) nie są możliwe do zastosowania w panujących w instalacji warunkach. Dlatego też, ciepła woda z obiegu układu AquaProtect T nie jest kierowana z powrotem do zbiornika, ale wyprowadzana do układu zasilania zimną wodą przed fazą wstępnego ogrzewania.

#### **Podwójne zabezpieczenie**

Wprowadzony system rozwiązał częściowo kluczowe problemy, takie jak: dezynfekcja termiczna, ciągłe podgrzewanie wody do temperatury 70°C, chłodzenie jako ochrona przed poparzeniem i dezynfekcja. Jednakże, pojawia się inny problem, który w normalnych warunkach wykluczyłby zastosowanie wymienników płytowych – twardość wody wodociągowej dostarczanej do kliniki wynosi 14° dH. Pomimo tego zakład gospodarki komunalnej w Niemczech, zdecydowanie odrzucił możliwość zmiękczenia wody w jakikolwiek sposób. Istniejąca instalacja wraz z pomie-

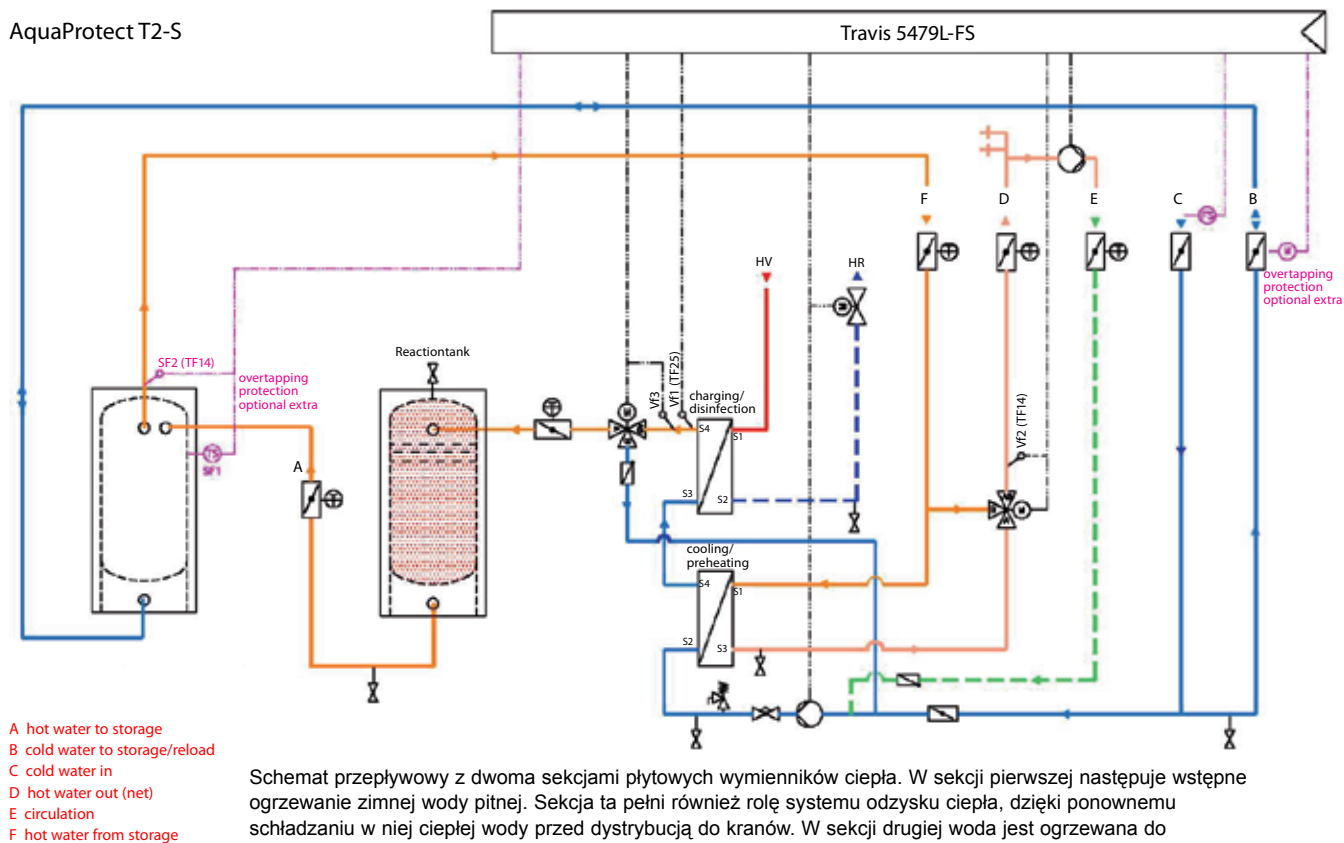


Obydwa zbiorniki ciepłej wody wchodzą w skład układu ogrzewania wody pitnej pozbawionej bakterii *Legionella* (produkcja Alfa Laval). Po prawej stronie znajduje się zbiornik reakcyjny o pojemności 750 l. Napływająca do niego z sekcji dezynfekcji ciepła woda pitna pozostaje tam przez 6 minut w temperaturze 70°C (dezynfekcja termiczna). Po stronie lewej widoczny jest zbiornik magazynujący o pojemności 5000 l.



Jeśli nie ma poboru ciepłej wody, woda ze zbiorników jest podgrzewana podczas procesu dezynfekcji i utrzymywana w temperaturze 70°C. Cyrkulacja wraca do obiegu dezynfekcji.





- A hot water to storage
- B cold water to storage/reload
- C cold water in
- D hot water out (net)
- E circulation
- F hot water from storage

Schemat przepływu z dwoma sekcjami płytowych wymienników ciepła. W sekcji pierwszej następuje wstępne ogrzewanie zimnej wody pitnej. Sekcja ta pełni również rolę systemu odzysku ciepła, dzięki ponownemu schładzaniu w niej cieplej wody przed dystrybucją do kranów. W sekcji drugiej woda jest ogrzewana do temperatury 70°C, a następnie kierowana do zbiornika reakcyjnego.

szczeniemi o różnej temperaturze oraz technicznymi centrami wymagała odpowiedniej wody z uwagi na zachowania wszelkich środków ostrożności i właściwego poziomu higieny. "My mamy problem z odkładaniem się kamienia pod kontrolą - twierdzi Christian Frank. Po pierwsze AquaProtect produkowany przez Alfa Laval jest wyposażony w wymienniki ciepła wykonane z płyt ze stali kwasoodpornej, które są odpowiednie przy zastosowaniu wody wodociągowej o wysokiej twardości. Po drugie, instalacja ciepłej wody jest tak wykonana, że wykorzystano odzysk ciepła poprzez 2 wymienniki ciepła i niezależne obiegi co i cyrkulacji ciepłej wody. Klinika nie może istnieć bez ciągłej możliwości konsumpcji ciepłej wody."

Problem odkładania się kamienia na wymiennikach ciepła został z góry rozwiązany. System monitoringu, który został zamontowany w centrum technicznym dotyczy również instalacji ciepłej wody. Stopień zabrudzenia wymienników można bez trudu sprawdzić poprzez monitorowanie spadku ciśnienia na wymiennikach. Ponadto wymienniki uszczelnkowe mogą być rozkręcane w celu wyczyszczenia powierzchni płyt i ponownie podłączone. Jednakże, należy zwrócić uwagę na właściwy przepływ przez wymiennik przy jego doborze, w celu zapewnienia stałego czasu pracy pomiędzy czyszczeniem wymienników. **Właściwe dobranie systemu zapewnia do zapotrzebowania danej instalacji.**

## Podsumowanie

W instalacjach przygotowania wody pitnej zlokalizowanych w szpitalach, do najbardziej istotnych aspektów zaliczyć trzeba konieczność podejmowania odpowiednich środków profilaktycznych mających na celu wyeliminowanie zakażeń bakteriami *Legionella*. Wymaga to stosowania dobrze ukie- runkowanych i efektywnych procedur. Tylko przy spełnieniu tego warunku możliwe jest zapobieganie niekontrolowanemu namnażaniu i rozprzestrzenianiu się bakterii *Legionella* zarówno w instalacjach wody pitnej jak i w sieciach dystry- bucji cwu. Przepisy, wytyczne i odpowiednie specyfikacje w zakresie projektowania, budowy i obsługi instalacji cwu zgromadzone są w niemieckich ustawach: IfSG – Infek- tionsschutzgesetz (o zapobieganiu chorobom zakaźnym) i LMBG – Lebensmittel- und Bedarfsgegenstandegesetz (o żywności i materiałach przeznaczonych do kontaktu z żywnością), w rozporządzeniu TrinkwV – Trinkwas- serverordnung (dotyczącym wody pitnej). W istniejących instalacjach zasilania cwu często powyższe wytyczne i prze- pisy nie są spełniane na skutek zbyt dużych średnic rur, skomplikowanych rozgałęzionych przebiegów rurociągów, strat ciepła a czasami zbyt niskiej lokalizacji ujęć kranow- ych. Wprowadzenie cyrkulacyjnego systemu ogrzewania i dezynfekcji termicznej cwu pozwala na ciągłe utrzymywa- nie odpowiednio wysokiej temperatury wody, zabezpiecze- nie prawidłowości działania układu i eliminowanie ryzyka zakażeń bakteriami *Legionella*.