

Dobrochna GINTER-KRAMARCZYK, Izabela KRUSZELNICKA,  
Michał MICHAŁKIEWICZ

INSTYTUT INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
POLITECHNIKA POZNAŃSKA

## UZDATNIANIE WODY DLA POTRZEB STOMATOLOGII

### GWATER TREATMENT FOR DENTISTRY

*The article presents an assessment of the quality of water used in dental units. Physico-chemical and microbiological study of cold tap water which supplies a disposable mouth-wash cup and demineralized water which flows through a tube into the tool panel of the dental unit were carried out. We analyzed the legal aspects related to the presented subject and noted the lack of legislative considerations regarding the quality of water used in dentistry. In many cases, when the water quality doesn't meet the relevant requirements, in order to protect the dental treatment unit we should be install a separate water treatment plants. Choosing a right system depends on water quality and installation conditions.*

## 1. Wprowadzenie

Monitorowanie higieny i mikrobiologicznej jakości wody w placówkach medycznych i gabinetach stomatologicznych to kluczowy element bezpieczeństwa. Aby zrozumieć jak ważna dla życia i zdrowia ludzi (personelu i pacjentów) jest jakość wody, należy zapoznać się z wymaganiami dotyczącymi jakości wody stosowanej w placówkach medycznych, prześledzić cały proces jej przygotowania oraz codziennej eksploatacji systemów, m.in. unitów stomatologicznych. Zarówno pacjenci, jak i personel mogą być narażeni na kontakt z licznymi drobnoustrojami, w tym z formami patogennymi. Jest to możliwe podczas zabiegów (krew, płyny fizjologiczne, wydzielina z jamy ustnej) oraz w trakcie pracy z użyciem skażonego sprzętu i wreszcie gdy używana jest woda, która może nie spełniać odpowiednich kryteriów, lub została wtórn timer zanieczyszczona.

W chwili obecnej w Polsce oraz w Unii Europejskiej nie ma dokładnych przepisów dotyczących jakości wody zasilającej unity stomatologiczne. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 r. Dz.U. 2015 poz. 1989 w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, określa tylko wymagania dotyczące wody pobieranej z urządzeń i instalacji wodociągowych, a także pobieranej z indywidualnych ujęć wody, bez względu na ilość dostarczanej wody, jeżeli woda ta służy do działalności handlowej lub publicznej; stwierdzenie to dotyczy również poprzedniego zapisu ustawy z 2010 roku, do którego będziemy się odwoływać z racji terminu prowadzonych badań [1, 2]. Pośrednio, pewnych regulacji i wytycznych w tej dziedzinie można doszukać się w ustawie z dnia 5 grudnia 2008 r. o zapobieganiu oraz zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi (Dz.U.2008.234.1570 z dnia 30 grudnia 2008 r. t. j. Dz.U. 2013 poz. 947 Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 19 kwietnia 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o zapobieganiu oraz zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi) [3]. Ustawa ta określa zasady i tryb zapobiegania oraz zwalczania zakażeń i chorób zakaźnych, w tym zasady i tryb rozpoznawania i monitorowania sytuacji epidemiologicznej oraz podejmowania działań przeciwepidemicznych i zapobiegawczych w celu unieszkodliwiania źródeł zakażenia, przecięcia dróg szerzenia się zakażeń i chorób zakaźnych oraz uodpornienia osób podatnych na zakażenie (...), opracowanie, wdrożenie i nadzór nad procedurami zapobiegającymi zakażeniom i chorobom zakaźnym związanych z udzielaniem świadczeń zdrowotnych, w tym dekontaminacji (...). Kierownicy zakładów opieki zdrowotnej oraz inne osoby udzielające świadczeń zdrowotnych, w tym także lekarze stomatolodzy, są obowiązani do podejmowania działań zapobiegających szerzeniu się zakażeń i chorób zakaźnych. Dodatkowo, pewne informacje rozszerzające sposób analizowania problemów z medium jakim jest woda w unitach stomatologicznych można pozyskać z (Dz.U. 2010 nr 100 poz. 646) Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 27 maja 2010 r. w sprawie zakresu, sposobu i częstotliwości prowadzenia kontroli wewnętrznej w obszarze realizacji działań zapobiegających szerzeniu się zakażeń i chorób zakaźnych [4]. Zgodnie z tym dokumentem zakres kontroli obejmuje ocenę prawidłowości i skuteczności: (...) procedur zapobiegania zakażeniom i chorobom zakaźnym związanym z udzielaniem świadczeń zdrowotnych, w tym procedur dekontaminacji. Kontrole wewnętrzne mają na celu weryfikację procedur, eliminowanie błędów, wprowadzenie nowych, bezpieczniejszych rozwiązań związanych z postępowaniem. Wspomniane akty prawne dotyczą ograniczenia zakażeń personelu i pacjentów. Stosowanie bezpiecznych wyrobów medycznych, stosowanie bezpiecznych środków ochrony indywidualnej, organizacja miejsca pracy, podnoszenie świadomości personelu poprzez edukację, ocena ryzyka i wprowadzanie nowych, bezpiecznych rozwiązań, to zadanie jakie nakłada na kierowników jednostek medycznych prawo. Do tych jednostek nieodzownie należą gabinety stomatologiczne. W walce z zagrożeniami mikrobiologicznymi zasadniczą rolę odgrywa personel medyczny. Najważniejsza jest jednak świadomość ryzyka, znajomość potencjalnych rezerwuarów drobnoustrojów, do których z całą pewnością należą unity stomatologiczne, wiedza na temat likwidacji wektorów przenoszenia czynników patogenych oraz odpowiedzialność zawodowa [5].

Z powodu braku szczegółowych przepisów dotyczących jakości wody stosowanej w unitach stomatologicznych można przyjąć, że wspomniane rozporządzenie dotyczące jakości wody przeznaczonej do spożycia stanowi jedyną normę dla jakości wody dostarczanej do unitów (gabinetów stomatologicznych) z sieci wodociągowej oraz z prywatnych studni, które mogą znajdować się np. na terenach wiejskich lub tam, gdzie nie dociera woda produkowana przez zakłady wodociągowe. Niestety, ustawa ta w żaden sposób nie odnosi się do wód kupowanych przez stomatologów a dedykowanych głównie do celów przemysłowych. W załącznikach do rozporządzenia znajdują się wytyczne dotyczące m.in. wymagań mikrobiologicznych, chemicznych, organoleptycznych, fizyko-chemicznych i radiologicznych jakim powinna odpowiadać woda. W rozporządzeniu przyjęto, że woda jest bezpieczna dla zdrowia ludzkiego, jeżeli jest wolna od mikroorganizmów chorobotwórczych i substancji chemicznych w ilościach zagrażających zdrowiu oraz nie ma agresywnych właściwości korozyjnych [1, 2].

Jednak różnica w wymaganiach dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia i wody stosowanej w unitach stomatologicznych wynika ze sposobu jej wykorzystania. Podczas zabiegów stomatologicznych następuje bezpośredni kontakt niejednokrotnie uszkodzonej tkanki pacjenta z wodą z pominięciem naturalnej bariery ochronnej.

Zatem istnieje potrzeba zapewnienia prawidłowego oczyszczenia oraz regularny monitoring jakości wody używanej w unitach stomatologicznych. Proces uzdatniania, wynikający z różnic pomiędzy jakością wody pitnej i wody przeznaczonej do unitów stomatologicznych, najczęściej obejmuje jednostkowe procesy technologiczne charakterystyczne dla analizowanego rodzaju wody i dla różnych możliwych rozwiązań dla wybranego typu unitu, a regularna dezynfekcja systemu uzdatniania wody zapobiega wzrostowi mikroorganizmów oraz tworzeniu się biofilmu wewnątrz systemu [6].

Aby móc zaplanować i właściwie dobrać metodę uzdatniania wody wykorzystywanej w unitach stomatologicznych należy dokładnie przeanalizować możliwe sposoby jej obiegu w unitach.

W unitach dentystycznych wykorzystuje się wodę, która tłoczona jest przewodami wykonanymi najczęściej z tworzyw sztucznych o małej średnicy. Woda zasilająca urządzenia dentystyczne unitu, wprowadzana jest do turbiny, mikromotora, strzykawki, skalera i jednorazowego kubka z wodą dla pacjenta, przewodami doprowadzającymi, w których może zalegać przez dłuższy czas. W przewodach dostarczających wodę do urządzeń unitu osadzają się liczne zanieczyszczenia pochodzące z rur wodociągowych, np.: osady wapnia [Ca] i magnezu [Mg], wodorotlenku żelazowego [Fe(OH)<sub>3</sub>], a także może tworzyć się błona biologiczna (biofilm), która jest miejscem występowania licznych mikroorganizmów. Dobra jakość wody decyduje o trwałości i sprawności urządzeń unitu [6]. Zdecydowana większość gabinetów stomatologicznych wykorzystuje w swojej pracy dwa rodzaje wody:

- do napełniania jednorazowego kubka dla pacjenta, gdzie wykorzystuje najczęściej wodę wodociągową, oraz
- do zasilania pozostałych urządzeń unitu, gdzie używana jest woda destylowana lub demineralizowana; woda ta przygotowywana jest w miejscu lub pochodzi z puli wody przeznaczonej do celów przemysłowych; dodatkowo fakt, że często jest źle przechowywana rzuca kolejny cień na wykorzystywanie jej do celów medycznych.

Stosowanie wód według przedstawionego wyżej schematu to tylko pozorne zabezpieczenie urządzeń unitu przed negatywnym wpływem czynników fizyczno-chemicznych wody wodociągowej (twardość, żelazo, barwa, zanieczyszczenia fizyczne itp.). Również stosowanie wody destylowanej lub częściowo demineralizowanej, której jakość nie jest udokumentowana i potwierdzona – nie zapewnia czystości mikrobiologicznej ani jakości fizykochemicznej systemów unitów. Woda ta nie podlega bowiem żadnym kontrolom mikrobiologicznym, a w bardzo wielu przypadkach jest źle przechowywana.

Mając na uwadze powyższe fakty, po raz kolejny postanowiono zbadać wodę z kilku gabinetów stomatologicznych w Poznaniu. W każdym z badanych gabinetów oddzielnie pobierano wodę wodociągową z kranu, wykorzystywaną m.in. do podstawowych czynności funkcjonowania gabinetu (np. mycie rąk, narzędzi, sprzętanie, przygotowywanie napojów), wodę wodociągową służącą do napełniania jednorazowego kubka dla pacjenta oraz wodę demineralizowaną, która dopływa do panelu wodnego unitu, m.in. do strzykawko-dmuchałki. W trakcie badań analizowano podstawowe parametry fizyczno-chemiczne wody oraz mikrobiologiczne. W tym opracowaniu omówione zostaną dokładnie parametry fizyczno-chemiczne i mikrobiologiczne w zasadniczy sposób wpływające na dobór odpowiedniej metody uzdatniania wody.

## 2. Materiały i metody

### 2.1 Budowa unitu stomatologicznego

W skład unitu stomatologicznego, oprócz najbardziej charakterystycznego elementu - fotela dentystycznego wchodzi również układ wodny, spluwaczka z zaworem czerpalnym, panel narzędzi oraz lampa. Najważniejszą częścią unitu jest układ wodny, do którego doprowadzona jest woda oraz przewody odprowadzające ścieki do kanalizacji. Bezpośrednio obok fotela znajduje się zestaw spluwaczki z wodą, który bardzo często połączony jest z siecią wodociągową zasilającą zawór napełniający kubek w wodę do płukania jamy ustnej. W kubku nie mamy jednak wody pochodzącej bezpośrednio z kranu. Przechodzi bowiem ona przez część układu wodnego zlokalizowanego w unicie, ale zasilanego zimną wodą wodociągową. Ścieki ze spluwaczki unitu odprowadzane są przewodem do instalacji kanalizacyjnej budynku. Do tego przewodu podłączony jest ślinociąg oraz ssak powietrzno-wodny.

W skład układu wodnego w unicie wchodzi również instalacja doprowadzająca wodę do panelu narzędzi unitu z osobnego zbiornika wody demineralizowanej lub destylowanej umieszczonego w unicie. W starszych modelach unitu, wszystkie urządzenia zasilane były wyłącznie wodą wodociągową, a obecnie producenci wybrali takie rozwiązania, które są bezpieczniejsze dla sprzętu (chodzi tu głównie o parametry fizykochemiczne wody).

W skład podstawowego wyposażenia panelu unitu wchodzi: turbina, mikrosiłnik, skaler i dmuchawko-strzykawka. Do turbiny oraz mikrosiłnika doprowadzona jest woda chłodząca. Oba narzędzia są chłodzone wodą, która wytryskiwana jest na końcówkę wiertła, a tym samym na operowane miejsce. Do tej czynności stosuje się wodę demineralizowaną ze zbiornika, co gwarantuje brak pojawiania się m.in. kamienia na sprzęcie. Woda demineralizowana doprowadzana do skalera oraz strzykawki służy także do zwilżania i splukiwania miejsca operacji.

Podczas wykonywania zabiegów stomatologicznych, do jamy ustnej pacjenta dostaje się zatem zarówno woda wodociągowa, jak i demineralizowana. W szczególnych przypadkach, np. podczas otwartych zabiegów chirurgicznych, powinno stosować się jałowe roztwory wody lub soli fizjologicznej.

## 2.2 Stanowiska i metody badawcze

Badania wody z unitów dentystycznych prowadzono w 6-ciu gabinetach w dwóch terminach: 27.04.2015 r. i 15.06.2015 r. W trakcie badań w każdym gabinecie pobierano po 3 próbki wody: wodę z kranu (W) – wodociągową lub z własnego ujęcia, wodę z unitu, która doprowadzana jest do kubka do płukania jamy ustnej (K) oraz wodę z unitu, która zasila przewód strzykawko-dmuchałki (D). Mechanizm podłączenia unitu do systemu wodnego powoduje, że woda doprowadzana do kubka do płukania jamy ustnej (K) pochodzi z sieci wodociągowej zasilającej gabinet, natomiast woda ze strzykawko-dmuchałki (D) ma niezależne źródło zasilania (zbiornik), które napełnione jest (i uzupełniane) wodą destylowaną lub demineralizowaną. Biorąc pod uwagę rodzaje wód zasilających gabinet dentystyczny można stwierdzić, że woda z kranu (W), jak i woda zasilająca kubek (K) powinny spełniać kryteria wody do picia zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. Nr 72, poz. 466) [2]. Ponieważ badania prowadzono jeszcze przed wprowadzeniem nowelizacji rozporządzenia (Dz.U. 2015, poz. 1989) [1], dlatego wyniki zostaną odniesione do obowiązujących wówczas przepisów.

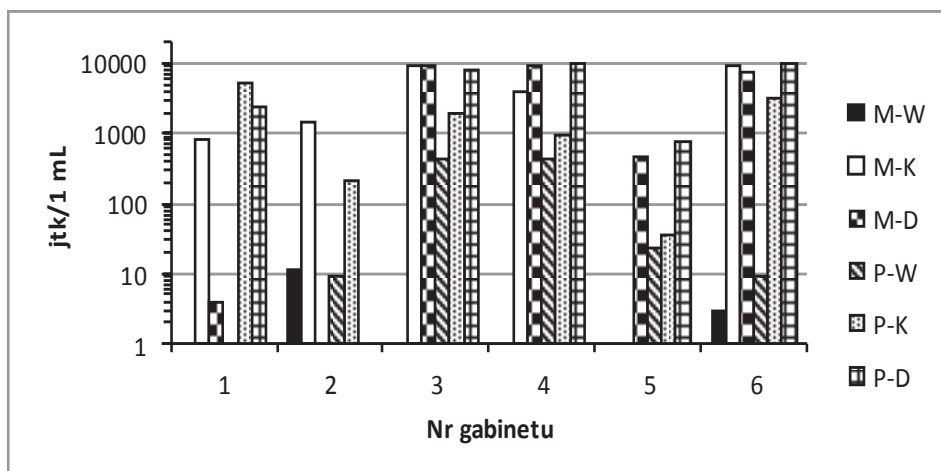
Mimo stosunkowo małego okresu czasu między kolejnymi poborami próbek (niecałe 2 miesiące), zauważono niekiedy istotne różnice w wybranych parametrach fizyko-chemicznych i mikrobiologicznych analizowanych wód.

Wszystkie oznaczenia fizyczno-chemiczne i mikrobiologiczne wykonano w laboratorium Instytutu Inżynierii Środowiska Politechniki Poznańskiej zgodnie z obowiązującą metodyką według Standard Methods [7] oraz Polskich Norm [8-10].

## 3. Wyniki badań

Na podstawie uzyskanych wyników badań mikrobiologicznych stwierdzono, że wszystkie rodzaje wód (W, K, D) w analizowanych gabinetach w badaniu w kwietniu i czerwcu 2015 roku pozbawione były bakterii *Escherichia coli*, bakterii grupy coli i *Pseudomonas aeruginosa* w 100 ml próbki wody. Natomiast ogólna liczebność bakterii mezofilnych i psychrofilnych w 1 mL była bardzo zróżnicowana w poszczególnych terminach badawczych.

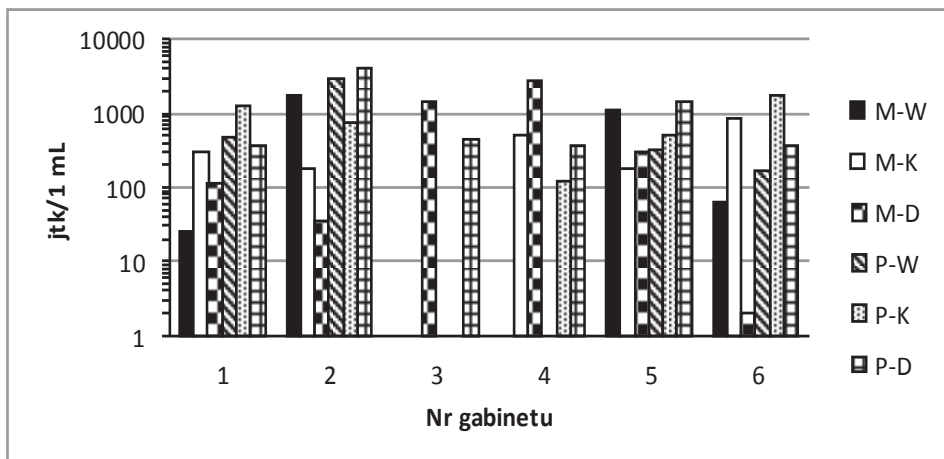
W badaniach z kwietnia 2015 r. (rys. 1) w wodzie wodociągowej (W) stwierdzono od 0 do 11 jtk/1 mL bakterii mezofilnych (M) i od 0 do 440 jtk/1 mL bakterii psychrofilnych (P), w wodzie doprowadzanej do kubka (K) od 0 do 9600 jtk/1 mL bakterii mezofilnych (M) i od 37 do 5480 jtk/1 mL bakterii psychrofilnych (P), a w wodzie ze strzykawko-dmucha- wki (D) od 0 do 9450 jtk/1 mL bakterii mezofilnych (M) i od 0 do 10500 jtk/1 mL bakterii psychrofilnych (P). O ile woda wodociągowa w tym terminie (kwiecień 2015) była zanieczyszczona w niewielkim stopniu bakteriami mezofilnymi i psychrofilnymi, to woda dopływająca do kubka (również wodociągowa) była silnie skażona tymi bakteriami. Podobnie duże skażenie występowało w prawie wszystkich gabinetach w wodach demineralizowanych (destylowanych) dopływających do strzykawko-dmucha- wki. Na rysunku 1 przedstawiono liczebność (jtk/1 mL) bakterii mezofilnych (M) i psychrofilnych (P) w wodzie wodociągowej (W), dopływającej do kubka (K) i ze strzykawko-dmucha- wki (D) (badania z kwietnia 2015 r.).



Rys. 1. Liczebność (jtk/1 mL) bakterii mezofilnych (M) i psychrofilnych (P) w wodzie wodociągowej (W), dopływającej do kubka (K) i ze strzykawko-dmucha- wki (D) podczas badań z kwietnia 2015 r.

Fig. 1. The number (jtk/1 mL) of mesophilic (M) and psychrophilic (P) bacteria in water (W), flowing into the cup (K) and from chip blower syringe (D) during research in April 2015

Natomiast w badaniach prowadzonych w czerwcu 2015 r. problem stanowiły bak- terie mezofilne (37°C, 48h) i psychrofilne (22°C, 72h), których liczebność w 1 mL wody była bardzo zróżnicowana (rys. 2). W wodzie wodociągowej (W) stwierdzono od 0 do 1700 jtk/1 mL bakterii mezofilnych (M) i od 0 do 2900 jtk/1 mL bakterii psychrofil- nych (P), w wodzie pobranej z kubka (K) od 0 do 840 jtk/1 mL bakterii mezofilnych (M) i od 0 do 1800 jtk/1 mL bakterii psychrofilnych (P), a w wodzie ze strzykawko-dmucha- wki (D) od 2 do 2850 jtk/1 mL bakterii mezofilnych (M) i od 370 do 4280 jtk/1 mL bakterii psychrofilnych (P).



Rys. 2. Liczebność (jtk/1 mL) bakterii mezofilnych (M) i psychrofilnych (P) w wodzie wodociągowej (W), dopływającej do kubka (K) i ze strzykawko-dmuchałki (D) podczas badań z czerwca 2015 r.

Fig. 2. The number (jtk/1 mL) of mesophilic (M) and psychrophilic (P) bacteria in water (W), flowing into the cup (K) and from chip blower syringe (D) during research in June 2015

Parametry fizyczno-chemiczne (zakresy i wartości średnie) wody wodociągowej z kranu (W), dopływającej do kubka (K) oraz ze strzykawko-dmuchałki (D) zestawiono w tabelach 1-3.

W przypadku wody wodociągowej (W) oraz dopływającej do kubka (K) podano również dopuszczalne wartości poszczególnych oznaczeń według obowiązujących przepisów dla wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [2].

Tabela 1. Zakresy i wartość średnia wody wodociągowej (W) z kwietnia i czerwca 2015  
 Table. 1. The range and average value of tap water (W) in April and June 2015

Parametr / jednostka	Kwiecień 2015		Czerwiec 2015		Norma	
	W zakres	W średnia	W zakres	W średnia		
pH	6,81 – 7,20	6,94	6,64 – 6,94	6,78	6,5 – 9,5	
Przewodnictwo elekt. właściwe	μS/cm	502 – 1121	691,7	507 – 1229	703,3	2500
Barwa	mg Pt/L	5 – 15	9,17	5	5	15
Miętność	NTU	0,25 – 1	0,5	1 – 3	1,33	1
Zasadowość w. metyloranżu	mval/L	5,1 – 8,0	6,77	4,8 – 7,6	6,60	Zalecana do 5
Zasadowość w. fenoloftaleiny	mval/L	0	0	0	0	
Zasadowość ogólna	mval/L	5,1 – 8,0	6,77	4,8 – 7,6	6,60	
Kwasowość	mval/L	0,24 – 0,90	0,57	0,34 – 1,30	0,76	
Twardość ogólna	°n	6,1 – 28,5	17,27	1,7 – 18,5	11,98	3,36 – 28,0
Twardość ogólna	mval/L	2,18 – 10,18	6,17	0,61 – 6,61	4,28	1,2 – 10,0
Twardość ogólna	mg CaCO <sub>3</sub> /L	109,0 – 509,0	308,3	30,5 – 330,5	214,0	60 – 500
Twardość węglanowa	mg CaCO <sub>3</sub> /L	255,0 – 400,0	338,3	240,0 – 380,0	330,0	
Twardość niewęglanowa	mg CaCO <sub>3</sub> /L	107,5 – 179,0	47,75	90,5	15,08	
Zasadowość alkaliczna	mval/L	1,21 – 4,12	1,56	1,19 – 6,19	2,62	
Wapń	mg Ca/L	29,12 – 121,52	65,881	5,00 – 71,48	44,199	
Magnez	mg Mg/L	8,69 – 49,98	34,986	0,44 – 38,25	25,207	30 - 125
Chlorki	mg Cl/L	17,0 – 116,0	40,5	17,0 – 115,0	42,0	250
Żelazo	mg Fe/L	0,068 – 0,210	0,094	0,210 – 0,490	0,309	0,200
Mangan	mg Mn/L	0,000	0,000	0,000	0,000	0,050
Azot amonowy	mg N/L	0,020 – 0,266	0,199	0,216 – 0,500	0,377	0,500
Azot azotynowy	mg N/L	0,005 – 0,018	0,011	0,012 – 0,023	0,036	0,50
Siarczany	mg SO <sub>4</sub> /L	1,65 – 170,73	50,877	2,47 – 144,40	51,013	250

Tabela 2. Zakresy i wartość średnia wody z kubka (K) z kwietnia i czerwca 2015  
 Table. 2. The range and average value of water from the cup (K) of April and June 2015

Parametr / jednostka	Kwiecień 2015		Czerwiec 2015		Norma	
	K zakres	K średnia	K zakres	K średnia		
pH	6,71 – 7,13	6,91	6,80 – 7,03	6,90	6,5 – 9,5	
Przewodnictwo elekt. właściwe	μS/cm	507 – 1111	709,8	515 – 1243	707	2500
Barwa	mg Pt/l	5 – 10	7,5	5 – 15	6,67	15
Miętność	NTU	0,25 – 1	0,38	1 – 3	1,33	1
Zasadowość w. metyloranżu	mval/L	5,2 – 8,2	6,75	4,7 – 7,6	6,40	Zalecana do 5
Zasadowość w. fenoloftaleiny	mval/L	0	0	0	0	
Zasadowość ogólna	mval/L	5,2 – 8,2	6,75	4,7 – 7,6	6,40	
Kwasowość	mval/L	0,17 – 0,72	0,39	0,40 – 1,30	0,775	
Twardość ogólna	°n	8,2 – 22,6	16,47	1,6 – 18,8	12,7	3,36 – 28,0
Twardość ogólna	mval/L	2,93 – 8,07	5,88	0,57 – 6,71	3,89	1,2 – 10,0
Twardość ogólna	mg CaCO <sub>3</sub> /L	146,5 – 403,5	294,08	28,5 – 335,5	226,75	60 – 500
Twardość węglanowa	mg CaCO <sub>3</sub> /L	260,0 – 410,0	337,5	295,0 – 380,0	320,0	
Twardość niewęglanowa	mg CaCO <sub>3</sub> /L	78,5 – 79,5	26,33	100,5	16,75	
Zasadowość alkaliczna	mval/L	0,87 – 3,27	1,40	0,76 – 5,93	2,20	
Wapń	mg Ca/L	33,60 – 85,78	60,401	5,00 – 76,48	43,126	
Magnez	mg Mg/L	15,21 – 46,07	34,841	3,91 – 39,98	28,973	30 - 125
Chlorki	mg Cl/L	18,0 – 118,0	44,0	18,0 – 113,0	43,0	250
Żelazo	mg Fe/L	0,000 – 0,341	0,104	0,300 – 0,582	0,404	0,200
Mangan	mg Mn/L	0,000	0,000	0,000	0,000	0,050
Azot amonowy	mg N/L	0,001 – 0,292	0,202	0,184 – 0,492	0,375	0,500
Azot azotynowy	mg N/L	0,007 – 0,027	0,015	0,010 – 0,028	0,019	0,50
Siarczany	mg SO <sub>4</sub> /L	1,65 – 170,73	61,436	1,23 – 139,46	49,984	250



Tabela 2. Zakresy i wartość średnia wody z kubka (K) z kwietnia i czerwca 2015  
 Table. 2. The range and average value of water from the cup (K) of April and June 2015

Parametr / jednostka		Kwiecień 2015		Czerwiec 2015	
		D zakres	D średnia	D zakres	D średnia
pH		6,53 – 8,04	6,97	4,96 – 6,74	6,15
Przewodnictwo elekt. właściwe	$\mu\text{S}/\text{cm}$	1 – 13	5,2	1 – 246	47,5
Barwa	mg Pt/L	5	5	5	5
Mętność	NTU	0,25	0,25	1	1
Zasadowość w. metyloranżu	mval/L	0,3 – 0,8	0,46	0,3 – 4,3	1,03
Zasadowość w. fenoloftaleiny	mval/L	0	0	0	0
Zasadowość ogólna	mval/L	0,3 – 0,8	0,46	0,3 – 4,3	1,03
Kwasowość	mval/L	0,08 – 0,10	0,09	0,10 – 0,20	0,14
Twardość ogólna	$^{\circ}\text{N}$	0,0	0,0	0,0 – 7,5	1,25
Twardość ogólna	mval/L	0,0	0,0	0,0 – 2,68	0,45
Twardość ogólna	mg $\text{CaCO}_3/\text{L}$	0,0	0,0	0,0 – 134,0	22,33
Twardość węglanowa	mg $\text{CaCO}_3/\text{L}$	15,0 – 40,0	22,9	15,0 – 215,0	51,67
Twardość niewęglanowa	mg $\text{CaCO}_3/\text{L}$	Brak	Brak	Brak	Brak
Zasadowość alkaliczna	mval/L	0,30 – 0,80	0,46	0,30 – 1,62	0,59
Wapń	mg Ca/L	0,000	0,000	23,588	3,931
Magnez	mg Mg/L	0,000	0,000	18,253	3,042
Chlorki	mg Cl/L	7,0 – 20,0	11,8	4,0 – 19,0	13,0
Żelazo	mg Fe/L	0,000 – 0,068	0,011	0,160 – 0,470	0,285
Mangan	mg Mn/L	0,000	0,000	0,000	0,000
Azot amonowy	mg N/L	0,062 – 0,110	0,087	0,224 – 0,334	0,263
Azot azotynowy	mg N/L	0,005 – 0,008	0,006	0,011 – 0,021	0,016
Siarczany	mg $\text{SO}_4/\text{L}$	0,411 – 6,171	1,988	0,000 – 4,114	1,988

#### 4. Omówienie wyników

Analizując parametry wody wodociągowej (W) i wody dopływającej do kubka (K) (również podłączona do sieci wodociągowej) można stwierdzić, że niektóre z parametrów nie zmieniają się (np. mętność, barwa, mangan), część ulega zmniejszeniu (zasadowość ogólna, siarczany, azot amonowy), a inne podwyższeniu (najczęściej: odczyn pH, przewodnictwo, twardość ogólna, żelazo). Odnotowano również znaczne wahania parametrów fizyko-chemicznych w zależności od lokalizacji gabinetu (np. kwasowość, wapń, magnez, chlorki, azot azotynowy, ATP). Porównując wyniki badań z dopuszczalnymi wartościami zamieszczonymi w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia można stwierdzić, że okresowo w niektórych gabinetach występują w wodzie wodociągowej (W) przekroczenia dotyczące mętności, twardości ogólnej, żelaza oraz niekiedy zbyt niskie koncentracje magnezu. Natomiast w wodzie z kubka (K) niezgodne z rozporządzeniem są mętność, koncentracje magnezu oraz żelaza.

W przypadku wody ze strzykawkowo-dmuchawki (destylowana) jej jakość jest uzależniona od źródła pochodzenia. Widać, że są to zarówno wody dobrej jakości, o przewodnictwie od 1 do 8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , jak i o złych parametrach, o przewodnictwie 246  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . W konsekwencji wpływa to na pozostałe parametry fizyko-chemiczne stosowanej wody, co powoduje, że wartości średnie są znacznie podwyższone (tabela 3).

## 5. Dyskusja

Woda doprowadzana do unitów musi być odpowiedniej jakości, ponieważ bakterie w niej występujące potencjalnie mogą zagrażać pacjentom i pracownikom gabinetu. W badanych próbkach wody z sieci wodociągowej oraz wody dopływającej do strzykawko-dmuchałki stwierdzono, że występują w niej liczne bakterie psychrofilne i mezofilne. Zachowaniu odpowiednich parametrów jakości wody nie sprzyja instalacja wodna w unitach, która zbudowana jest z cienkich rurek doprowadzających wodę do kubka oraz wszystkich narzędzi panelu. W przewodach tych może rozwijać się biofilm zawierający bakterie, co powoduje wtórne skażenie wody przepływającej przez instalację wodną unitu. Dodatkowo czynnikiem sprzyjającym rozwojowi biofilmu jest podwyższona temperatura panująca w gabinetach, stagnacja wody w przewodach, a także obecność w wodzie anionów i kationów, które szczególnie liczne są w wodzie wodociągowej.

Badania wykazały, że we wszystkich analizowanych gabinetach stomatologicznych używano wody wodociągowej do napełniania kubka oraz wody demineralizowanej (destylowanej) różnego pochodzenia do zasilania urządzeń panelu unitu. W wodzie wodociągowej stwierdzono kilka przekroczeń dopuszczalnych wartości wybranych parametrów fizyko-chemicznych. Dodatkowo można zauważyć, że zawierała ona jony pierwiastków decydujące m.in. o twardości wody, lub mające wpływ na trwałość i niezawodność sprzętu podłączonego do instalacji wodnej unitu. Natomiast woda demineralizowana (destylowana) była najczęściej bardzo złej jakości pod względem mikrobiologicznym, a koncentracja analizowanych anionów i kationów wskazuje, że jej skład chemiczny był również niskiej jakości.

Woda ma istotny wpływ na niezawodne działanie układu wodnego w unicie stomatologicznym. Niska jakość wody powoduje powstawanie kamienia i osadów, a przez to uszkodzenia urządzeń, nieprzyjemny zapach i smak wody. Woda wodociągowa zwykle jest zbyt twarda aby można ją było bezpośrednio wykorzystywać w układzie wodnym unitu. Powinna zostać poddana dodatkowym zabiegom, m.in. specjalnego uzdatniania.

Aby zatem chronić unity dentystryczne należy odpowiednio przygotować wodę, kierując się m.in.:

- wytycznymi producenta unitu – jeśli takie istnieją,
- jakością wody dopływającej do urządzenia – czy spełnia normy wody do picia,
- zależnością składu wody i skutków jakie może wywołać.

Każdy system uzdatniania wody wykorzystywanej do celów medycznych, w tym do stomatologii powinien składać się z:

- wstępnego uzdatniania wody,
- zasadniczego uzdatniania wody,
- bezpiecznego systemu dystrybucji uzdatnionej wody [11].

W wielu przypadkach, gdy jakość wody nie spełnia odpowiednich wymogów, w celu ochrony unitu dentystycznego należy stosować odpowiednie filtry do wody lub należy instalować osobne stacje uzdatniania wody, szczególnie wówczas, gdy mamy zainstalowanych kilka unitów w jednym gabinecie. Znając skład fizyko-chemiczny wody dopływającej do unitu można tak dobrać filtry, aby zapewniały:

- wstępną filtrację mechaniczną, polegającą na zatrzymywaniu np. piasku;
- zmiękczenie, umożliwiające obniżenie twardości wody i zapobieganie powstawania kamienia;
- filtrację na węglu aktywnym, umożliwiającą usuwanie chloru i innych substancji pogarszających zapach i smak wody;
- filtrację dokładną, która powoduje ostateczne klarownie wody.

Zastosowanie odpowiedniego układu zależy od jakości wody i warunków montażowych. W najnowszych unitach zaawansowane rozwiązania do uzdatniania wody gwarantują, że woda używana do zabiegów jest zawsze czysta, zapewniając bezpieczne leczenie dla pacjenta i bezpieczne środowisko pracy dla zespołu stomatologicznego.

## Bibliografia

- 1) Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz.U. 2015 nr 0 poz. 1989.
- 2) Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz.U. Nr 72 poz. 466.
- 3) Ustawa z dnia 5 grudnia 2008 r. o zapobieganiu oraz zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi. Dz.U. 2013 poz. 947 Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 19 kwietnia 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o zapobieganiu oraz zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi).
- 4) Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 27 maja 2010 r. w sprawie zakresu, sposobu i częstotliwości prowadzenia kontroli wewnętrznej w obszarze realizacji działań zapobiegających szereganiu się zakażeń i chorób zakaźnych. Dz.U. 2010 nr 100 poz. 646.
- 5) Ciurus M. *Procedury higieny w placówkach ochrony zdrowia*. IPOZ, Warszawa 2013.
- 6) Michałekiewicz M., Ginter-Kramarczyk D., Kruszelnicka I. Is water in dental units micro-biologically safe? *Medycyna Pracy* 2015;66(6):763–770.
- 7) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA, AWWA, WEF. 20<sup>th</sup> Edition, Washington, D.C., 1999.
- 8) PN-EN ISO 16266: 2009P. Jakość wody. Wykrywanie i oznaczanie ilościowe *Pseudomonas aeruginosa*. Metoda filtracji membranowej.
- 9) PN-EN ISO 6222: 2002. Jakość wody. Oznaczanie żywych organizmów. Określanie ogólnej liczby kolonii na agarze odżywczym metodą posiewu powierzchniowego lub wglębnego.
- 10) PN-EN ISO 9308-1: 2004/AC: 2009. Jakość wody. Wykrywanie i oznaczanie ilościowe *Escherichia coli* i bakterii grupy coli. Część 1: Metoda filtracji membranowej.
- 11) Pruss A., Ewertowska D. Technologia uzdatniania wody dla potrzeb dializoterapii. XX-III Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód”, Wielkopolski Oddział PZITS 2014.