

**Agnieszka SZUSTER-JANIACZYK, Joanna JEŻ-WALKOWIAK,
Zbysław DYMACZEWSKI, Marek M. SOZAŃSKI**

*Instytut Inżynierii Środowiska,
Politechnika Poznańska*

WPŁYW ZMIANY JAKOŚCI WODY ZASILAJĄCEJ SYSTEM DYSTRYBUCJI WODY NA JAKOŚĆ WODY U ODBIORCÓW

**THE INFLUENCE OF CHANGES IN THE QUALITY OF WATER
SUPPLYING DISTRIBUTION SYSTEM
ON WATER QUALITY AT CONSUMER TAP**

The influence of water quality changes in distribution system on tap water quality at the consumer house was presented. The analysis of mixed water quality was done according to the German directives.

1. Wprowadzenie

Zmiana technologii uzdatniania wody, bądź zmiana źródła ujmowanej wody, z założenia ma służyć poprawie jakości wody u odbiorców. Niestety często nie udaje się uzyskać pożądaných efektów, bądź ich uzyskanie poprzedzone jest problemami z jakością wody w systemach dystrybucji wody (SDW). Dlatego przed modernizacją stacji uzdatniania wody (SUW), oprócz prognozowania jakości wody uzdatnionej, należy przeprowadzić analizę wpływu zmian jakości wody na procesy zachodzące w SDW. Analiza taka powinna zapobiec destabilizacji jakości wody w sieci dostarczającej wodę konsumentowi. Jednym z rozwiązań jest analiza opierająca się na niemieckiej wytycznej W216 (DVGW). Wytyczna umożliwi prognozowanie zmian jakości wody w SDW w wyniku:

- mieszania w sieci wody pochodzącej z różnych źródeł zasilania,
- zmiany źródła zasilania,
- zmiany parametrów jakości wody uzdatnionej na skutek zmiany technologii uzdatniania lub w wyniku osiągnięcia niestabilnych wartości parametrów jakości wody uzdatnionej.

W niniejszym artykule zostanie przedstawiony przykład wykorzystania wspomnianej niemieckiej wytycznej do oceny zmian jakości wody w SDW.

2. Omówienie analizowanego Systemu Zaopatrzenia w Wodę (SZwW)

Analizie jakości wody poddano System Zaopatrzenia w Wodę (SZwW), zasilający miejscowość liczącą ok. 8 500 mieszkańców oraz Zakład Przemysłowy mieszczący się na terenie tej miejscowości, charakteryzujący się dużą wodochłonnością (często przekraczającą zapotrzebowanie na wodę mieszkańców) i dużą nierównomiernością poboru wody.

Warunki eksportacji omawianego SZwW, dzielą czas tej eksploatacji na kilka charakterystycznych okresów, w trakcie których wielokrotnie zmieniał się źródło pozyskiwanej wody, proporcje i parametry fizyko-chemiczne i bakteriologiczne tłoczzonej do sieci wody oraz sposób jej uzdatniania i warunki hydrauliczne. Najbardziej charakterystycznymi okresami w eksploatacji SZwW są:

Okres I (czas trwania od ok.1977 roku do 26.10.2004 roku), w którym sieć wodociągowa (SW) omawianego SDW była zaopatrywana w wodę powierzchniową zakupowaną od zewnętrznego dostawcy z Ujęcia Wody I. Pobór wody odbywał się z magistrali \varnothing 1500 należącej do tego dostawcy, zlokalizowanej ok. 6,5 km od omawianej SW. Zakupiona, uzdatniona woda, trafiała do czterech zbiorników wody czystej, a następnie poprzez budynek „Starej Hydroforowni” do SW.

W 1995 roku przez okres 6 miesięcy omawiana SW zaopatrywana była zarówno w uzdatnioną wodę powierzchniową z Ujęcia Wody I, jak i wodę podziemną pozyskiwaną z własnego Ujęcia Wody II. Woda podziemna była w tym czasie tłoczona do SW bezpośrednio z ujęcia, bez uzdatniania, w proporcjach pozwalających na utrzymanie odczynu wody w granicach pH 6,5÷7,0. Od 1995 roku woda ujmowana w Ujęciu Wody II podawana była tylko do rurociągu p. poź. Zakładu Przemysłowego i do 25.10.2004 nie była mieszana z wodą z Ujęcia I.

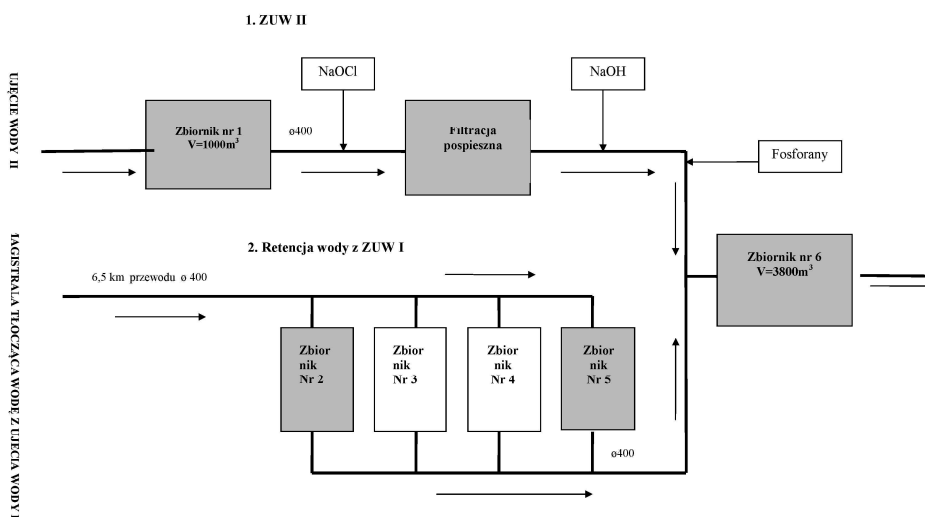
Okres II (czas trwania od 26.10.2004 do chwili obecnej). SW zaopatrywana była nadal przez wodę stanowiącą mieszaninę wody powierzchniowej i podziemnej; jednakże woda podziemna w tym czasie była już wodą uzdatnianą w ZUW II

Okres III (czas trwania od 16.12.2004 do chwili obecnej). Do eksploatowanego ciągu technologicznego w ZUW II dodano korektę odczynu wody za pomocą NaOH dozowanego do przewodu tłoczącego wodę z ZUW do SW,

Okres IV (czas trwania od 18.03.2005 do chwili obecnej). Z uwagi na brak stabilności składu fizyko-chemicznego wody w SW dokonano kolejnej modyfikacji układu uzdatniania wody uzupełniając go o instalacje do dozowania fosforanowych inhibitorów korozji, którego zadaniem była stabilizacja jakości wody w SW.

W okresie od 1987 roku do 15.12.2004 r. udziały wody powierzchniowej i podziemnej, w analizowanej sieci wodociągowej, zmieniały się w szerokim przedziale wartości pod wpływem wielu czynników. Spośród nich najbardziej istotnym było zapotrzebowanie na wodę dużego odbiorcy - Zakładu Przemysłowego, charakteryzującego się dużą nierównomiernością rozbioru. Nierównomierność poboru wody przez zakład uniemożliwiała w tym okresie podawanie do SW wody o ściśle określonych proporcjach wody podziemnej do powierzchniowej, a więc o quasi-ustalonym składzie. W omawianym okresie proporcje te zmieniły się w zakresie od 0,0 % do 100% udziału wód powierzchniowych w całości wody w SW.

Schemat analizowanego układu zasilania w wodę przedstawiono na rys 1.



Rys. 1. Schemat analizowanego układu zasilania w wodę

Fig. 1. The scheme of analyzed water supplying match

3. Jakość wody ujmowanej i technologia jej uzdatniania w ZUW I i ZUW II

3.1. Jakość wody ujmowanej

Ponieważ woda surowa pochodząca z Ujęcia Wody I jest wodą kupowaną od zewnętrznego dostawcy, nie dysponowano informacjami na temat jej parametrów fizykochemicznych i mikrobiologicznych.

Woda podziemna dla ZUW II jest ujmowana ze studni głębinowej, posiadającej pozwolenie wodnoprawne na pobór wody w ilości 204 m³/h, przy depresji 7,0 m z czwartorzędowego poziomu wodonośnego na głębokości 17,0 m.

Jakość wody ujmowanej przedstawiono w tabeli 1.

Ujmowana woda podziemna jest wodą klarowną, bezbarwną, na pograniczu wody miękkiej i średnio twardej (twardość ogólna: 184÷201 mgCaCO₃/l). W większości analiz zawartość żelaza w badanej wodzie stanowi wartość mieszczącą się w granicach normy lub nieznacznie ją przekracza (żelazo ogólne: 0,11÷0,22 mgFe/l). Pojedyncza wartość ponadnormatywna (żelazo ogólne: 0,41 mgFe/l) pochodzi z III kwartału 2004 roku. W ujmowanej wodzie stwierdza się natomiast ponadnormatywne stężenie manganu (mangan: 0,28÷0,32 mgMn/l).

Żadna z form azotu analizowanych w wodzie nie przekracza dopuszczalnych wartości wskazanych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [Dz.U.Nr72poz.466 (2010)].

Odczyn ujmowanej wody (pH: 5,87÷6,34) jest mniejszy od pH = 6,5, co wskazuje na potencjalne, korozyjne właściwości wody.

Pod względem bakteriologicznym ujmowana woda nie budzi zastrzeżeń.

Oceny korozyjności wody dokonano na podstawie indeksów stabilności wody Langliera IL i Ryznera IR.

Tab. 1. Jakość wody ujmowanej z Ujęcia Wody II

Tab. 1. The quality of water from Water Intake II

Parametr	Jednostka	Zakres parametrów
Mętność	NTU	0,96÷3,6
Barwa	mgPt/l	8,0÷10,0
Zapach	akceptowalny	Akceptowalny
Odczyn	pH	5,87÷6,41
Przewodność wł.	$\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$	554÷581
Zasadowość mineralna	mmolH^+/l	0
Zasadowość ogólna	mgCaCO_3	30,0÷81,0
Twardość ogólna	mgCaCO_3	184÷201
Azot amonowy	mgNH_4/l	0,08÷0,13
Azot azotanowy	mgNO_3/l	3,05÷13,3
Azot azotynowy	mgNO_2/l	0,017÷0,03
Żelazo ogólne	mgFe/l	0,11÷0,41
Żelazo dwuwartościowe	mgFe/l	0,09÷0,12
Mangan	mgMn/l	0,28÷0,33
Siarkowódor	mgS/l	0<0,02
Dwutlenek węgla wolny	mgCO_2/l	6,16÷27,7
Dwutlenek węgla agresywny	mgCO_2/l	14,0÷9,5
Tlen rozpuszczony	mgO_2/l	5,02÷6,5
Ogólna liczba bakterii w 37°C po 24h	Liczba bakterii/ml	3
Ogólna liczba bakterii w 22°C po 72h	Liczba bakterii/ml	10
Bakterie grupy coli	Liczba bakterii/100ml	0
Bakterie grupy coli termotolerancyjne	Liczba bakterii/100ml	0
Utlenialność	mgO_2/l	2,58

Indeks Langeliera IL wyznaczono ze wzoru:

$$IL = pH - pH_s$$

w którym: pH – wartość odczynu badanej próbki wody

pH_s – wartość odczynu w stanie nasycenia

Odczyn wody w stanie nasycenia wyznaczano z zależności:

$$pH_s = 11,39 - 2 \cdot \log(Z_{og}),$$

w którym: Z_{og} – zasadowość ogólna wody w $mgCO_2/l$.

Tab. 2. Korozyjne właściwości wody podziemnej z Ujęcia Wody II

Tab. 2. Assessment of corrosivity of water from Water Intake II

Odczyn	Zasadowość ogólna	Odczyn stanu równowagi	Indeks Langeliera IL	Ocena wg IL	Indeks Ryznera (IR)	Ocena wg IR
pH	$mgCaCO_3/l$	pH				
5,87÷6,34	30,0÷81,0	8,29÷9,15	-2,08 ÷ -3,28	Bardzo korozyjna	10,36÷12,4	Woda o znacznej agresywności

Indeks Ryznera IR wyznaczono z zależności:

$$IR = 2pH_s - pH$$

gdzie: pH – wartość odczynu badanej próbki wody

pH_s – wartość odczynu w stanie nasycenia

Cechy wody w zależności od wartości Indeksu Langeliera IL i Ryznera IR zestawiono w tabeli 2.

3.2. Technologia uzdatniania wody w ZUW I i ZUW II

Sposób uzdatniania wody w ZUW I przebiega w sposób opisany poniżej. Ujmowana woda powierzchniowa przepompowywana jest do zbiorników wstępnych, w których następuje sedymentacja zawiesiny. W dalszej kolejności woda ta jest doprowadzana grawitacyjnie na filtry kontaktowe. Prędkość filtracji wynosi 5m/h. Koagulację stosuje się jedynie w okresach podwyższonej mętności wody surowej, przekraczającej 10 $mg SiO_2/l$. W procesie koagulacji stosuje się siarczan glinu, dawkowany do rurociągu przed filtrami w ilości 6÷27 mg/l . Z filtrów woda grawitacyjnie odpływa do zbiorników wody czystej, gdzie poddawana jest 30-minutowej dezynfekcji chlorem (zakres dawki 0.9÷1,6 mg/l). Woda uzdatniona, rurociągiem grawitacyjno-pompowym \varnothing 1500 kierowana jest do zbiorników sieciowych i dalej do licznych Podsystemów Dystrybucji Wody, w tym także omawianego w niniejszym opracowaniu.

Technologia uzdatniania wody w ZUW II składa się z następujących procesów jednostkowych:

- **utlenianie chemiczne:**
jako utleniacz stosuje się podchloryn sodu (NaOCl), w dawce umożliwiającej zapewnienie w wodzie uzdatnianej $0,2 \div 0,3$ mg/l chloru wolnego. „Stacja (instalacja) dozująca podchloryn sodu typu ZD-PB-VFT zbudowana jest na zbiorniku z tworzywa sztucznego o pojemności 1 m^3 na palecie drewnianej. Podłączona jest przez inżektor elastycznym przewodem dozującym do rurociągu wody surowej”[1]. Dawkowanie NaOCl umożliwia utlenienie żelaza i manganu dwuwartościowego obecnego w wodzie ujmowanej, do postaci odpowiednio trój- i czterowartościowej, podatnej na usuwanie w procesie filtracji.
- **filtracja pospieszna**
przez złożo katalityczne „green sand”. Prędkość filtracji przy normalnej eksploatacji zestawu filtracyjnego wynosi $12,5$ m/h, przy pracy awaryjnej: $14,4$ m/h.
- **alkalizacja**
proces ten prowadzony jest przez dawkowanie wodorotlenku sodu (NaOH). Dawka NaOH ustalana jest doświadczalnie w sposób umożliwiający uzyskanie odczynu uzdatnianej wody $\text{pH} = 7,0$.
- **stabilizacji wody**
stabilizacja odbywa się poprzez dawkowanie do wody preparatu będącego mieszaniną orto- i polifosforanów. Dawka fosforanów dobrana została do parametrów wody uzdatnionej. Na dzień rozpoczęcia pracy instalacji wynosiła $1,03 \text{ mg/dm}^3$, zaś w trakcie eksploatacji dokonano dwa razy korekty dawki ze względu na zmianę parametrów wody uzdatnionej i charakter procesów zachodzących w sieci. W chwili obecnej dawka wynosi $1,4 \text{ mg/l}$.

4. Jakość wód uzdatnionych z ZUW I i ZUW II

Woda uzdatniona w ZUW I (tabela 3) jest wodą klarowną, bezbarwną, bardzo miękką (twardość ogólna: $83 \div 88 \text{ mgCaCO}_3/\text{l}$). Żaden z analizowanych parametrów wody uzdatnionej nie przekracza wartości określonych w normie dla wody do picia.

Pod względem bakteriologicznym analizowana woda nie budzi zastrzeżeń.

Pomimo, iż woda uzdatniona spełnia normę dla wody picia, to jednak parametry jej układu węglanowego klasyfikują ją do wód silnie korozyjnych rozpuszczających CaCO_3 . Wartości obliczonych IL i IR przedstawiono w tabeli 4.

Woda uzdatniona w ZUW II jest wodą klarowną, bezbarwną, o średniej twardości. Żaden z analizowanych parametrów, łącznie z żelazem i manganem nie przekracza wartości określonych dla wody do picia, co świadczy o dobrych efektach jej uzdatniania. Woda ta posiada jednak silne własności korozyjne, na co wskazują wartości obliczonych indeksów IL i IR (tabela 4). Skład fizycznochemiczny i bakteriologiczny wody uzdatnionej w ZUW II przedstawiono w tabeli 3.

Tab. 3. Jakość wody uzdatnionej z ZUW I i ZUW II

Tab. 3. The quality of water from Water Treatment Plant I and II

Parametr	Jednostka	ZUW I –wartość średnia roczna	ZUW II –zakres parametrów
Mętność	NTU	0,45	0,17÷1,54
Barwa	mgPt/l	4,0	0,0÷9,0
Zapach	akceptowalny	Akceptowalny	Z1R
Odczyn	pH	7,4	6,5÷7,42
Przewodność wł.	$\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$	169	486÷582
Zasadowość miner.	mmolH^+/l	-	0,0
Zasadowość ogólna	mmolH^+/l	1,2	1,34÷2,0
Twardość ogólna	mgCaCO_3	83	134÷207
Azot amonowy	mgNH_4/l	0,0025	0,12÷0,13
Azot azotanowy	mgNO_3/l	6,69	11,2
Azot azotynowy	mgNO_2/l	0,005	0,018
Dwutlenek węgla wolny	mgCO_2/l	6,89	-
Dwutlenek węgla agresywny	mgCO_2/l	5,7	-
Ortofosforany rozpuszczone	$\text{mgP}_2\text{O}_5/\text{l}$	-	0,09÷0,19
Fosfor ogólny	$\text{mgP}_2\text{O}_5/\text{l}$	-	0,3÷0,9
Żelazo ogólne	mgFe/l	0,007	0,05÷0,15
Mangan	mgMn/l	0,005	<0,03÷0,62
Glin	gAl/l	0,10	0,06
Fluorki	Mg/l	0,09	0,16
Chlorki	mgCl/l	11,0	75,0
Chlor wolny	mgCl/l	0,5	0,17÷0,62
Miedź	mgCu/l	0,002	<0,005
Ołów	mgPb/l	0,0022	<0,02
Ogólna liczba bakterii w 37°C po 24h	Liczba bakterii/ml	0	1÷4
Ogólna liczba bakterii w 22°C po 72h	Liczba bakterii/ml	0	3÷12
Bakterie grupy coli	Liczba bakterii/100ml	0	0
Bakterie grupy coli termotolerancyjne	Liczba bakterii/100ml	0	0

Tab. 4. Korozyjne właściwości wody uzdatnionej z ZUW I i ZUW II

Tab. 4. Assessment of corrosivity of water from Water Treatment Plant I and Water Treatment Plant II

Miejsce poboru próby	Odczyn	Zasadowość ogólna		Odczyn stanu równowagi	Indeks stabilności (IL)	Ocena wg IL	Indeks Ryznera (IR)	Ocena wg IR
		mgCa-CO ₃ /l	mgCO ₂ /l					
-	pH			-	-	-	-	-
ZUW I 2003 Śr. roczne	7,2	62,5	27,50	8,51	-1,31	Woda korozyjna	9,82	woda o znacznej agresywności
ZUW I 2004 Śr. roczne	7,4	60	26,40	8,55	-1,15	Woda korozyjna	9,69	woda o znacznej agresywności
ZUW I-magistrala 2001 Śr. roczne	7,1	55,0	24,20	8,62	-1,52	Woda korozyjna	10,14	woda o znacznej agresywności
ZUW I-magistrala 2002 Śr. roczne	7,02	52,5	23,10	8,66	-1,64	Woda korozyjna	10,31	woda o znacznej agresywności
ZUW I-magistrala 2003 Śr. roczne	7,22	65,0	28,60	8,48	-1,26	Woda korozyjna	9,73	woda o znacznej agresywności
ZUW I-magistrala 2004 Śr. roczne	7,4	63,5	27,94	8,50	-1,10	Woda korozyjna	9,60	woda o znacznej agresywności
ZUW II	6,26÷7,42	67÷100	29,5÷44	8,1÷8,45	-0,73÷1,82	Woda korozyjna	8,84÷10,22	woda o znacznej agresywności

5. Jakość wody tłoczonej do SDW

Omawiany SDW, w analizowanym okresie, zasilany był w wodę pochodzącą z dwóch różnych źródeł, w różnych proporcjach mieszania. Układ, w którym wody powierzchniowa z Ujęcia Wody I i podziemna z Ujęcia Wody II ulegały mieszanemu przedstawia schemat na rys. 1. Skład fizyczno-chemiczny obu uzdatnionych wód, i parametry wody po wymieszaniu w określonych proporcjach zawiera tabela 5.

Tab. 5. Skład fizykochemiczny wód uzdatnionych zasilających badany SDW

Tab. 5. The quality of water supplying the water distribution system

L.p.	Parametr	Jednostka	Woda z ZUW II Miejsce poboru próby:		Woda z ZUW I Miejsce poboru próby:		Woda po wymieszaniu z ZUW I i ZUW II- 15% z ZUW I
			Po alkaliza- cji NaOH	Po stabi- lizacji inhibitorami korozji	Miejsce poboru wody z magistali	Zbiornik wody czystej nr 2	
1	Mętność	NTU	0,47	0,4	1,2	0,84	0,58
2	Barwa	mgPt/l	6	2	7	7	4
3	Odczyn	pH	6,59	6,6	7,21	7,07	6,51
5	Zasadowość ogólna	mmolH ⁺ /l	1,41	1,31	1,24	1,00	1,61
		mgCaCO ₃	70,5	65,5	62,0	50,0	80,5
6	Twardość ogólna	mgCaCO ₃	-	230	165	122	202
7	Tlen rozpusz- czony	mgO ₂ /l	8,16	9,22	9,14	8,22	7,92
8	Utlenialność	mgO ₂ /l	-	2,32	2,48	3,12	3,34
9	Azot amonowy	mgNH ₄ /l	-	<0,13	-	-	<0,13
10	Azot azotanowy	mgNO ₃ /l	-	2,26	-	-	3,43
11	Azot azotynowy	mgNO ₂ /l	-	<0,03	-	-	<0,03
12	Siarkowódór	mgS/l	<0,02	<0,02	-	-	<0,02
13	Dwutlenek węgla wolny	mgCO ₂ /l	19,8	22,2	-	-	27,4
14	Dwutlenek węgla agre- sywny	mgCO ₂ /l	17,6	19,6	-	-	24,2
15	Żelazo ogólne	mgFe/l	0,051	<0,05	<0,05	0,31	0,059
16	Żelazo dwuwartościo- we	mgFe ²⁺ /l	<0,02	<0,02	<0,02	0,06	<0,02
17	Mangan	mgMn/l	-	<0,03	<0,03	0,033	<0,03
18	Wapń	mgCa/l	-	-	30,5	28,5	-
19	Magnez	mgMg/l	-	-	21,6	12,4	-
20	Siarczany	mgSO ₄ /l	-	-	16,0	16,2	64,8
21	Chlorki	mgCl/l	-	-	6,51	9,04	81,5
22	Chlor wolny	mgCl/l	1,02	1,03	-	-	0,42
23	Ortofosforany rozpuszczone	mgP ₂ O ₅ /l	<0,11	<0,11	-	-	<0,11
24	Polifosforany	mgP ₂ O ₅ /l	<0,11	0,27	-	-	0,25

Tab. 6. *Korozyjne właściwości wody powierzchniowej z ZUW I (85%), zmieszanej z wodą podziemną z ZUW II (15%)*

Tab. 6. *Assessment of corrosivity of the mixed waters from Water Treatment Plant I (85%) and Water Treatment Plant II (15%)*

L.P.	Odczyn	Zasadowość ogólna		Odczyn stanu równowagi	Indeks stabilności (IL)	Ocena wg IL	Indeks Ryznera (IR)	Ocena wg IR
		mgCaCO ₃ /l	mgCO ₂ /l					
-	pH	4	5	6	7	8	9	10
1	6,51	80,5	35,42	8,29	-1,78	Woda korozyjna	10,07	woda o znacznej agresywności

Analiza jakości wód uzdatnionych wykonana w oparciu o niemieckie wytyczne DVGW [1], wskazała, iż w przypadku mieszania wód pochodzących, z ZUW I i ZUW II istniało duże prawdopodobieństwo, iż tworzenie się antykorozyjnej warstwy ochronnej na powierzchni przewodów wodociągowych będzie zakłócone, a zmiana jakości wody zasilającej sieć będzie towarzyszyć rozpuszczanie tej warstwy, czemu z kolei będzie towarzyszyć pogorszenie jakości wody w sieci wodociągowej.

Parametry wykorzystane w analizie sporządzonej według wytycznych DVGW zestawiono w tabeli 7. Zgodnie z wytyczną: odczyn pH, stężenie chlorków i siarczanów są parametrami warunkującymi brak stabilności wody w SDW.

Tab. 7. Parametry jakości wody analizowane wg wytycznych DVGW

Tab. 7. Water quality parameters analyzed in DVGW's direction

L.P.	Parametr	Jednostka	Miejsce poboru próby	
			Woda z ZUW I	Woda z ZUW II (przed stabilizacją inhibitorami korozji)
1	2	3	4	5
1	Temperatura	°C	10,2	9,8
2	Tlen rozpuszczony	mgO ₂ /l	10,0	5,67
3	Odczyn	pH	7,49	7,05
4	Kwasowość mineralna do pH = 4,3	mmol/l	0,0	0,0
5	Chlorki	mgCl/l	12,9	103
6	Siarczany	mgSO ₄ /l	17,3	67,3
7	Azotany	mgNO ₃ /l	1,5	2,43
8	Ortofosforany rozp.	mgPO ₄ /l	<0,15	<0,15
9	RWO	mgC/l	0,94	0,50
10	Sód	mgNa/l	7,98	53,4
11	Potas	mgK/l	3,28	4,46
12	Wapń	mgCa/l	37,7	54,9
13	Magnez	mgMg/l	9,47	16,52

6. Omówienie zaistniałych problemów z jakością wody u jej odbiorców wraz z uwzględnieniem mieszania wody.

Analiza parametrów jakości wody pochodzących z punktów monitoringu, zlokalizowanych w SDW wskazuje, iż w sieci wodociągowej nastąpiła znacząca destabilizacja jakości wody. Zestawienie parametrów jakości wody pochodzącej z punktów monitoringu wykonano w tabeli 8. Z tabeli tej wynika, iż spośród analizowanych parametrów wszystkie w swoich wartościach maksymalnych, a często również średnich i minimalnych przekraczały najwyższe dopuszczalne wartości wskazane przez stosowne Rozporządzenie Ministra Zdrowia [2,3].

Istotnym jest jednak fakt, iż znaczna liczba reklamacji jakości wody pochodzącej z analizowanego SDW (barwa, mętność, żelazo, mangan) pochodzi z okresu po oddaniu do eksploatacji ZUW II.

Tab. 8. Parametry jakości wody pochodzącej z punktów monitoringu zlokalizowanych w SDW.

Tab. 8. The quality of water from monitoring points localized in water distribution system

Parametr	Jednostka	Miejsce poboru próby w SDW			
		Punkt 1 (n=32) Min÷Max (średnia)	Punkt 2 (n=26) Min÷Max (średnia)	Punkt 3 (n=31) Min÷Max (średnia)	Punkt 4 (n=11) Min÷Max (średnia)
Mętność	NTU	1,11÷5,44 (2,24)	1,19÷5,01 (3,08)	1,01÷11,42 (2,71)	1,47÷7,9 (3,42)
Barwa	mgPt/l	5÷22 (9,10)	5÷22 (13,5)	5÷20 (9,7)	9÷23 (13,4)
Odczyn	pH	6,59÷7,68 (6,96)	6,89÷7,47 (7,22)	6,85÷7,51 (7,07)	6,89÷7,47 (7,19)
Żelazo ogólne	mgFe/l	0,10÷1,20 (0,38)	0,24÷1,46 (0,62)	0,12÷1,09 (0,35)	0,43÷1,23 (0,76)
Mangan	mgMn/l	0,03÷0,061 (0,046)	0,03÷0,11 (0,064)	0,03÷0,18 (0,10)	0,036÷0,091 (0,056)
Chlor wolny	mgCl/l	0,02÷0,07 (0,05)	0,02÷0,07 (0,05)	0,02÷0,07 (0,05)	0,03÷0,07 (0,06)

7. Podsumowanie i wnioski

Każda zmiana rodzaju wody podawanej do sieci, jak również proporcji w przypadku mieszania wód pochodzących z kilku źródeł, niesie ze sobą ryzyko zmian i pogorszenia jakości wody w sieci wodociągowej. Pierwszym symptomem tych zaburzeń jest najczęściej pojawienie się w sieci „rdzawej wody”, a jedną z kolejnych konsekwencji jest uszkodzenie sieci wodociągowej i instalacji wewnętrznych wywołane postępującymi procesami korozji. Ponieważ każdy rodzaj wód tworzy w kontakcie z materiałem przewodu wodociągowego swoją specyficzną, antykorozyjną warstwę przyścienną („warstwę ochronną”), wówczas w sytuacji, gdy zmienia się skład transportowanej wody zmienia się również struktura i skład warstwy przyściennej. Zmianom tym towarzyszą zakłócenia jakości wody w sieci oraz ewentualne procesy korozji.

Bibliografia

- [1] Wytyczna DVGW nr W216, *Versorgung mit unterschiedlichen Trinkwässern*, August, 2004
- [2] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29.03.2007 w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, (Dz.U. nr 07.61.417 z dn. 06.04.2007r.)
- [3] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20. 04.2010 zmieniające rozporządzenie w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, (Dz.U.nr 466, poz. 72 z dn. 29.04.2010r.)