

## THE QUALITY OF DRINKING WATER IN THE COMMUNE GNIEW

### Summary

*This paper presents an assessment of the quality of water intended for human consumption, which as the only one of the basic components of the environment fits with the definition of food. Water quality analysis was based on the test results of the groundwater in the cities and villages Gniew in the years 2007-2012. In the analyzed period, usually in excess of the permissible standard physicochemical parameters were: turbidity, color, iron, manganese and ammonium. In the water from the Grand Walichnowy uptake a fluoride anomaly was found, which was of natural origin.*

**Key words:** drinking water, quality, organic food, turbidity, color, iron, manganese, ammonium, research, Poland

## JAKOŚĆ WODY DO SPOŻYCIA W GMINIE GNIEW

### Streszczenie

*W pracy przedstawiono ocenę jakości wody do spożycia przez ludzi, która jako jedyny z podstawowych komponentów środowiska mieści się w definicji żywności. Analizę jakości wody przeprowadzono na podstawie wyników badań wód podziemnych w obszarze miasta i gminy Gniew z lat 2007-2012. W analizowanym okresie najczęściej przekraczającymi dopuszczalną normę parametrami fizykochemicznymi były: mętność, barwa, żelazo, mangan i jon amonowy. W wodzie z ujęcia Wielkie Walichnowy stwierdzono anomalie fluorkową, która była pochodzenia naturalnego.*

**Słowa kluczowe:** woda do spożycia, jakość, żywność ekologiczna, mętność, barwa, żelazo, mangan, jon amonowy, badania, Poland

### 1. Wstęp

Ekologiczne produkty żywnościowe uznaje się coraz częściej za gwarantujące wysoką jakość żywienia, na które wpływają głównie warunki środowiskowe, w tym i jakość wód.

Woda, jako jedyny z podstawowych komponentów środowiska mieści się w definicji żywności, z tego też względu musi być bezpieczna dla zdrowia. Oznacza to, iż powinna spełniać kryteria określone w przepisach polskich [5], które są zgodne ze standardami Unii Europejskiej [1] oraz uwzględniają zalecenia WHO. W Polsce sprawy związane z jakością wody do spożycia przez ludzi reguluje Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 marca 2007 r.

Najlepszą metodą zapewniającą bezpieczną wodę jest przede wszystkim ochrona jej źródeł, która powinna być rozwiązaniem preferowanym w stosunku do uzdatniania wody zanieczyszczonej, w stopniu gwarantującym możliwość jej przeznaczenia do spożycia. Zabezpieczenie systemu zaopatrzenia w wodę przed zanieczyszczeniami stanowi więc pierwsze, ale istotne ogniwo ochrony jakości wody. Z tego między innymi względu zagadnienie emisji zanieczyszczeń do wód, jak i standardy jakości wody w zależności od jej przeznaczenia, występują na każdym etapie realizacji polityki ekologicznej [6]. W wodach do konsumpcji spotyka się jednak przypadki występowania niektórych pierwiastków w ilościach ponad normatywnych, co może stanowić zagrożenie zdrowotne [8, 9] przy czym nie zawsze jest to skutek wpływu czynników antropogenicznych. Przykładem takiego zjawiska jest np. anomalia fluorkowa ujawniona w wodzie ujęcia Wielkie Walichnowy gmina Gniew, która jest jednak pochodzenia naturalnego [2]. Z tego względu podejmuje się działania pozwalające określić realne niebezpieczeństwo dla zdrowia ludzi. Działania te obejmują np. uruchomienie alternatywnych

źródeł wody o najwyższych parametrach jakościowych, co należy głównie do dostawcy wody [7].

Celem pracy była ocena jakości wody do spożycia przez ludzi na przykładzie miasta i gminy Gniew położonej w regionie Doliny Dolnej Wisły na obszarze powiatu tczewskiego.

### 2. Materiał i metody badań

Analizowanym obszarem była gmina miejsko-wiejska Gniew, która położona jest w powiecie tczewskim w województwie pomorskim, licząca 15 953 mieszkańców. Jej powierzchnia geodezyjna wynosi 194 km<sup>2</sup>, a najmniej mieszkańców (118) w tej gminie ma miejscowość Cierzpice (tab. 1).

W pracy przedstawiono ocenę jakości wody do spożycia w gminie Gniew, sporządzoną na podstawie wyników badań próbek wody na przestrzeni lat 2007-2012, prowadzonych przez Powiatową Stację Sanitarno-Epidemiologiczną w Tczewie w ramach monitoringu. Próbkę wody do badań pobrano z 13 wodociągów miejscowości: Cierzpice, Brody Pomorskie, Gogolewo, Jeleń, Kursztyn, Nicponia, Opalenie, Piaseczno, Rakowiec, Szprudowo, Wielkie Walichnowy, Gniew, Ostrowite, które niezależnie od wydajności oparte są tylko na wodach podziemnych. Najliczniejszą grupę stanowiły wodociągi o produkcji wody <100 m<sup>3</sup>/dobę (tab. 1).

Analizie poddano wyniki badań wody do spożycia w zakresie następujących parametrów fizykochemicznych: barwy, mętności, zapachu, odczynu, przewodności, jonu amonowego, azotynów, azotanów, manganu, żelaza i fluorków. Porównanie wartości tych parametrów z normami zawartymi w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z 2007 roku umożliwiło ocenę obszarową jakości wody i przydatności do celów konsumpcyjnych.

Tab. 1. Charakterystyka analizowanych wodociągów wraz z przekrojem hydrogeologicznym badanego obszaru  
*Table 1. Characteristics of the analyzed water-supply with hydrogeological cross of investigated area*

Wodociągi/ miejsowości <i>Waterworks/ locations</i>	Miejscowości zaopatrywane w wodę <i>Localities supplied with water</i>	Liczba ludności zaopatrywanej w wodę w 2012 <i>Population numbers supplied with water in 2012</i>	Wielkość produkcji wody w 2012 <i>Production volume of water in 2012 [m<sup>3</sup>/d]</i>
Gniew	Gniew, Ciepłe, Gniewskie Młyny, Kotło	7207	767
Kursztyn	Kursztyn	473	37,8
Nieponia	Nieponia, Tymawa	1271	186,3
Ostrowite	Ostrowite	159	
Opalenie	Opalenie, Jażwiska	1292	128,1
Cierpice	Cierpice	118	19,2
Szprudowo	Szprudowo	325	39,6
Brody Pomorskie	Brody Pomorskie	232	22,1
Gogolewo	Gogolewo	326	25,5
Jeleń	Jeleń, Rakowiec, Piaseczno, Piaseckie Pole	1670	145,9
Wielkie Walichnowy	Wielkie Walichnowy, Kotło, Kuchnia, Polskie Gronowo, Małe Walich- nowy, Międzyzłęż	1697	250

### 3. Wyniki badań i dyskusja

Woda jest specyficznym produktem spożywczym, dla którego opracowano najwięcej wskaźników jakościowych egzekwowanych poprzez odpowiednie akty prawne. W tab. 2-8 przedstawiono wyniki analiz wody do spożycia wybranych parametrów z zakresu monitoringu przeglądowego regionu Doliny Dolnej Wisły pochodzącej z ujęć obszaru gminy Gniew i omówiono, porównując z wartościami dopuszczalnymi prawem od 2007 roku.

Barwa wód spowodowana jest wieloma czynnikami,

w tym rozpuszczalnymi składnikami organicznymi o charakterze koloidalnym. Stopień oddziaływania czynników na wody jest jednak zmienny i zależy od uwarunkowań środowiskowych. Spośród nich wymienić należy budowę geologiczną, intensywność działalności rolniczej lub przemysłowej, oraz zawartość żelaza i innych metali, które są zarówno naturalnymi składnikami wody, jak i np. produktami korozji itp. W latach badań norma określona dla barwy wody (NDS wynosi 15 mg·l<sup>-1</sup>Pt) została przekroczona 16 razy (tab. 2 i 3). Największe przekroczenie wystąpiło w Rakowcu w 2007 roku, a wartość tego przekroczenia wynosiła 25 mg·l<sup>-1</sup>Pt. Chociaż barwa nie ma bezpośredniego wpływu na zdrowie człowieka, to jest ona pierwszym wskaźnikiem potencjalnego zagrożenia. Z tego względu musi zostać wyjaśniona przyczyna zabarwienia, zwłaszcza w przypadku znaczącej zmiany barwy [3, 9].

Kolejnym najczęściej przekraczanym parametrem jest mętność wody. W przypadku wód podziemnych mętność teoretycznie winna być mała, spowodowana przede wszystkim obecnością substancji nieorganicznych. Jednakże dane zawarte w tabeli 1 dowiodły, że w badanych próbkach mętność wody została przekroczona aż 78 razy. Najwyższą wartość przekroczenia, wynoszącą 19,8 NTU stwierdzono w wodzie wodociągu Gogolewo w 2008 roku. Z kolei najlepsze właściwości optyczne miały wody w roku 2012. Najmniejsza zanotowana wartość mętności w badanych wodociągach wynosiła 0,1 NTU (tab. 2). W większości przypadków, w których wody wykazywały niekorzystne parametry optyczne, zaobserwowano również ponadnormatywne zawartości żelaza i manganu. Świadczyć to może pośrednio o tym, że mętność wody związana była z obecnością nierozpuszczonych, a więc zawieszonych substancji, takich jak gliny, iły, wodorowęglany wapnia i żelaza, itp. [10]. Nie bez znaczenia jest również pogorszenia jakości wody spowodowane przede wszystkim jakością sieci i jej wiekiem oraz liczebnością zaopatrywanej populacji, z czym wiąże się ilość przepływającej wody. W tym kontekście ważnym czynnikiem wydaje się być stałość przepływu wody

Tab. 2. Wyniki jakości wody pitnej z wodociągów zaopatrujących miasto i gmina Gniew i wymogów, które muszą spełniać wody do spożycia w latach 2007-2012 dla wybranych parametrów

*Table 2. Results of drinking water quality from the company that supplies the town and municipality of Gniew and the requirements to be met by water for consumption in the years 2007-2012 for the selected parameters*

Badany parametr <i>Examined parameter</i>	Jednostka <i>Unit</i>	Norma <i>Standard</i>	Zakres / <i>Range</i>		Liczba wyników przekraczających normę na przestrzeni lat 2007-2012 <i>Number of results exceeding the standard for the years 2007-2012</i>						Łącznie <i>Together</i>
			Minimum	Maksimum	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Barwa	mgPt/l	15/akceptowalna*	2,1	25	11	4	0	1	0	0	16
Mętność	NTU	1	0,1	19,8	18	30	10	10	8	2	78
Zapach	-	akceptowalny	akceptowalny	akceptowalny	0	0	0	0	0	0	0
Smak	-	akceptowalny	akceptowalny	akceptowalny	0	0	0	0	0	0	0
Odczyn (pH)	-	6,5-9,5	6,9	9,3	0	0	0	0	0	0	0
Przewodność właściwa	μS·cm <sup>-1</sup>	2500	441	1261	0	0	0	0	0	0	0
Jon amonowy	mg/l	0,50	0,05	3,12	20	38	27	25	22	13	145
Azotany	mg/l	50	<0,2	44,3	0	0	0	0	0	0	0
Azotyny	mg/l	0,5	<0,02	0,16	0	0	0	0	0	0	0
Mangan	μg/l	50	10	520	13	38	19	17	2	4	93
Żelazo	μg/l	200	10	2890	10	2	18	18	2	0	50
Fluorki	mg/l	1,5	0,2	3,3	7	5	2	4	4	2	24

*Objaśnienia:* \* od 2010 roku NDS barwy - akceptowalna przez konsumenta i bez nieprawidłowych zmian

Tab. 3. Wartości ponadnormatywnej barwy ( $\text{mg}^{-1}\text{Pt}$ ) wody do spożycia na tle wartości minimalnych w latach 2007-2012  
 Table 3. Values of the beyond standard color ( $\text{mg}^{-1}\text{Pt}$ ) of water for human consumption against the minimum in 2007-2012

Miejscowości monitorowane	2007		2008		2009		2010		2011		2012	
	min	maks.	min	maks.	min	maks.	min	maks.	min	maks.	min	maks.
Cierzpice	14,5	22,0	10,5	13,9	8,0	9,7	9,2	9,9	8,3	10,0	9,1	10,0
Brody Pomorskie	6,7	7,7	5,7	7,2	5,6	6,2	6,0	6,4	6,0	6,3	6,8	10,0
Gogolewo	7,7	13,0	13,5	16,9	6,7	7,9	5,7	5,9	5,6	7,3	6,6	7,1
Jeleń	5,0	7,2	5,8	6,8	6,6	6,9	7,9	8,4	5,4	9,8	6,5	7,8
Kursztyn	14,1	16,5	6,0	10,7	4,9	5,9	4,9	6,3	5,0	5,6	5,4	10,1
Nicponia	4,7	10,0	5,3	8,7	5,5	6,5	5,4	6,4	5,2	10,0	6,9	7,5
Opalenie	11,8	15,0	10,7	12,8	8,5	12,3	9,1	12,2	5,2	11,0	9,6	12,5
Piaseczno *	8,2	10,0	7,8	9,0	8,1	8,1	-	-	-	-	-	-
Rakowiec **	10,1	25,0	10,0	13,0	7,5	14,0	9,0	10,1	6,8	10,1	-	-
Szprudowo	9,9	12,8	10,9	13,7	9,8	10,7	8,8	10,3	8,6	9,2	9,7	11,5
Wielkie Walichnowy	10	11,3	10,0	13,3	9,7	10,6	0,9	7,6	9,9	10,2	5,0	15,0
Gniew	2,5	7,7	4,8	11,0	4,9	7,4	6,4	7,6	5,2	7,5	5,0	10,0
Ostrowite ***	3,3	10,0	3,5	3,7	3,7	6,0	4,5	6,0	7,2	7,3	4,8	8,6

Objaśnienia do tabel 3-8:

\*\*\*) Wodociąg Ostrowite od 31 grudnia 2012 wyłączony z eksploatacji

\*\*\*) Wodociąg Rakowiec od 2012 roku wyłączony z eksploatacji – ludność podłączona do wodociągu Jeleń

\*) Wodociąg Piaseczno od 2010 roku wyłączony z eksploatacji – ludność podłączona do wodociągu Jeleń

Tab. 4. Wartości ponadnormatywnej mętności (NTU) wody do spożycia na tle wartości minimalnych w latach 2007-2012  
 Table 4. The values of the beyond standard turbidity (NTU) of drinking water on the background of the minimum in 2007-2012

Urządzenia wodociągowe/miejscowość	2007		2008		2009		2010		2011		2012	
	min	maks.	min	maks.	min	maks.	min	maks.	min	maks.	min	maks.
Cierzpice	1,9	3,2	1,2	8,6	0,7	2,4	0,7	0,9	0,3	2,4	0,2	0,7
Brody Pomorskie	0,9	1,4	0,4	0,4	0,2	0,4	0,3	0,6	0,1	0,6	0,1	0,4
Gogolewo	0,7	4,4	0,1	19,8	0,5	0,9	5,3	5,3	0,1	0,7	0,2	0,4
Jeleń	0,4	0,6	0,3	0,6	0,3	0,8	0,9	2,5	0,7	1,4	0,1	6,3
Kursztyn	1,0	2,1	0,8	3,9	0,1	0,9	0,2	0,4	0,1	0,8	0,2	0,2
Nicponia	0,7	1,0	0,3	0,8	0,3	0,7	0,4	0,7	0,1	2,3	0,1	0,9
Opalenie	0,4	0,7	0,4	2,6	0,1	0,9	0,5	0,6	0,2	0,5	0,1	0,3
Piaseczno *	0,6	1,0	0,7	3,7	2,3	2,3	-	-	-	-	-	-
Rakowiec **	0,35	2,2	1,4	3,6	0,9	3,2	5,2	1,0	0,5	1,9	-	-
Szprudowo	0,5	1,2	0,8	2,7	0,7	1,2	0,5	2,1	0,3	0,6	0,3	0,5
Wielkie Walichnowy	0,4	0,8	0,1	0,8	0,1	0,5	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3
Gniew	0,2	1,1	0,1	9,4	0,2	1,2	0,2	0,9	0,1	0,7	0,2	0,5
Ostrowite ***	0,4	2,1	0,3	0,3	0,2	0,9	3,2	3,2	0,1	1,7	0,1	1,5

Tab. 5. Wartości ponadnormatywnego jonu amonowego ( $\text{mg}^{-1}$ ) w wodzie do spożycia na tle wartości minimalnych w latach 2007-2012

Table 5. The values of the beyond standard ammonium ion ( $\text{mg}^{-1}$ ) of drinking water on the background of the minimum in 2007-2012

Urządzenia wodociągowe/miejscowość	2007		2008		2009		2010		2011		2012	
	min	maks.	min	maks.	min	maks.	min	maks.	min	maks.	min	maks.
Cierzpice	0,90	1,10	0,90	1,08	0,30	1,03	0,20	0,20	0,05	0,20	0,05	0,08
Brody Pomorskie	0,28	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,05	0,20	0,13	0,46
Gogolewo	0,22	0,41	0,29	0,85	0,20	0,20	0,20	0,54	0,20	0,20	0,06	0,33
Jeleń	0,22	0,90	0,24	0,78	0,57	1,03	0,61	1,26	0,20	1,26	0,20	0,73
Kursztyn	0,20	0,30	0,20	1,30	0,20	0,49	0,20	0,20	0,20	0,59	0,20	0,50
Nicponia	0,30	0,50	0,20	0,71	0,37	0,62	0,20	0,47	0,42	0,48	0,06	0,10
Opalenie	0,70	1,90	1,30	2,02	0,60	2,08	2,10	2,15	1,27	2,31	0,96	2,12
Piaseczno *	0,20	0,50	0,20	2,15	0,20	0,59	-	-	-	-	-	-
Rakowiec **	2,03	2,06	1,90	2,20	2,00	2,18	2,10	2,48	1,39	2,36	-	-
Szprudowo	0,20	0,49	0,27	0,28	0,21	0,20	0,20	0,82	0,07	0,20	0,06	0,06
Wielkie Walichnowy	0,43	1,30	0,30	1,28	0,40	1,15	0,20	1,60	0,20	0,52	0,50	1,13
Gniew	0,21	0,48	0,21	0,29	0,20	0,96	0,20	0,94	0,05	0,42	0,05	0,50
Ostrowite ***	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	3,12	1,03	2,36

lub czasowych zastoin (stagnacji wody) w sieci [3]. Nietypowy smak lub zapach wody może być wskaźnikiem obecności potencjalnie szkodliwych substancji, jak również wskazują na zanieczyszczenia lub niedociągnięcia podczas uzdatniania i dystrybucji wody. Woda do picia powinna być bez smaku i zapachu. W okresie badań oba wskaźniki były akceptowalne przez konsumenta i nie przekroczyły dopuszczalnych norm.

Wody spełniające wymagania sanitarne powinny mieć odczyn w granicach pH od 6,5 do 9,5, a przewodność elektryczną według norm powinna wynosić do  $2500 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Stwierdzono we wszystkich wodociągach, że wskaźnik ten nie przekroczył powyższej normy. Najmniejsza jej wartość ( $441 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) wystąpiła w 2007 roku a najwyższa ( $1261 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) w 2008 roku (tab. 2). Im mniejsza wartość tego wskaźnika, tym woda jest czystsza.

Jon amonowy jest powszechnym składnikiem wszystkich wód a w środowisku może pochodzić przede wszystkim z zanieczyszczeń rolniczych (głównie nawozów) i komunalnych. W wodach podziemnych jego źródłem może być redukcja azotanów i azotynów, obecność siarkowodoru lub innych związków redukujących. W latach badań stwierdzono 145 razy przekroczenie dopuszczalnej normy, wynoszącej  $0,50 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . Zawartość jonu amonowego występowała w zakresie od  $0,05 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  do  $3,12 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ , przy czym najwyższe przekroczenie dopuszczalnej wartości miało miejsce w wodzie wodociągu Ostrowite w 2011 (tab. 2 i 5). Jon amonowy nie ma bezpośredniego znaczenia dla zdrowia ludzi, ale w nadmiernych ilościach w wodach powoduje trudności technologiczne związane z chlorowaniem. Spowodowane jest to jego wchodzeniem w reakcję z chlorem i możliwością tworzenia szeregu związków mono-, dwu- i trój chloraminy [4], jak również może przyspieszać korozję instalacji wodociągowych. Z kolei dopuszczalne stężenie azotanów w wodzie do spożycia wynosi  $50 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . Najwyższe ich stężenie wynosiło  $44,3 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ , przy czym nie stwierdzono w okresie badań żadnego przypadku przekroczenia norm azotanów, jak i azotynów (tab. 2). Na podstawie uzyskanych wyników należy podkreślić pozytywną ocenę zawartości azotynów w badanych wodach, przede wszystkim ze względu na niskie ich poziomy, będące poniżej normy NDS dla wód pitnych. Najczęściej w analizowanych wodociągach na przestrzeni lat 2007-2012 notowano zawartość azotynów poniżej  $0,02 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  (wartość, poniżej wykrywalności metody badawczej).

Dopuszczalne stężenie manganu w wodach do spożycia wynosi  $50 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ . W nadmiernych ilościach mangan pogarsza właściwości organoleptyczne wód i podobnie, jak żelazo może wpływać niekorzystnie na procesy technologiczne-uzdatnianie wód. W analizowanym okresie stwierdzono 93 razy przekroczenie normy tego pierwiastka. Najwyższe stężenie manganu ( $520 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ) wystąpiło w wodociągu Ostrowite w 2012 roku (tab. 6), a najczęściej występująca w poszczególnych latach minimalna wartość manganu wynosiła  $5 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ . Według WHO, tymczasowa zalecana dopuszczalna wartość dla manganu, oparta na przesłankach zdrowotnych wynosi  $400 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ . Mangan w stężeniach przekraczających  $100 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  powoduje zanieczyszczenia urządzeń sanitarnych i prania, oraz wywołuje niepożądany smak napojów. Obecność manganu podobnie, jak i żelaza w wodzie do picia, sprzyja powstawaniu osadów w sieci dystrybucyjnej, które mogą odrywać się jako

czarne zawiesiny. Rozporządzenie Ministra Zdrowia określa, że zawartość żelaza w wodzie nie powinna być wyższa niż  $200 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ . W stężeniach przekraczających  $300 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ , powoduje ono plamienie prania i urządzeń sanitarnych. Z kolei w stężeniach poniżej  $300 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  na ogół nie stwierdza się wyczuwalnego specyficznego smaku wody, chociaż stężenia takie mogą sprzyjać powstawaniu zabarwienia i mętności wody. Podczas okresu badawczego stwierdzono przekroczenia normy dla żelaza w 50 próbkach wody. Największą zawartość żelaza zanotowano w wodociągu Rakowiec w 2011 roku ( $2890 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ) (tab. 7). Z tego też względu celowym działaniem było wyłączenie z eksploatacji tego wodociągu. Tylko w 2012 roku w żadnym z rozpatrywanych wodociągów nie stwierdzono przekroczenia normy zawartości żelaza.

Fluor jest pierwiastkiem powszechnie występującym w wodach podziemnych, często w ilościach stosunkowo dużych w porównaniu z innymi mikroskładnikami. Głównym jego źródłem wzbogacającym wody podziemne są minerały uwalniające fluor w procesach wietrzenia, między innymi: fluoroapatyt ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ ), fluoryt ( $\text{CaF}_2$ ) i kriolit ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ). W okresie badań stężenia fluorków były przekroczone 24-krotnie. Wyjątkową pozycję na badanym obszarze zajmował wodociąg Wielkie Walichnowy, w którym odnotowano najwyższą wartość fluorków wynoszącą  $3,3 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . Występowanie fluorków w badanych wodach determinowane było w dużym stopniu warunkowaniami geologicznymi, mającymi związek z głębokością warstw wodonośnych. Na zróżnicowane koncentracje fluorków w wodach wskazali między innymi [2], podkreślając na znaczenie rodzaju piętra wodonośnego oraz głębokości studni. Autorzy dowiedli, że wody ujmowane już z głębokości 103 m z pięter trzeciorzędowych i kredy charakteryzowały się anomaliami fluorkowymi.

Podsumowując uzyskane dane należy podkreślić, że w okresie sześcioletnich badań najlepszą jakością charakteryzowała się woda z wodociągu Brody Pomorskie (tab. 3), w którym wystąpiły tylko w dwóch zakresach (mętności i żelaza) przekroczenia norm w 2007 roku. Największą liczbę ponadnormatywnych wskaźników na przestrzeni lat odnotowano w wodach wodociągów: Rakowiec (50) i Wielkie Walichnowy (49). Jednakże zauważyć należy, że w 2012 roku nastąpiła tendencja spadkowa wskaźników ponadnormatywnych, a zatem można mówić o poprawie jakości wody w analizowanych wodociągach. Kwestią dalszych badań pozostaje ustalenie czy będzie to tendencja trwała.

Tab. 6. Wartości ponadnormatywnego manganu ( $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ) w wodzie do spożycia na tle wartości minimalnych w latach 2007-2012  
Table 6. The values of the beyond standard manganese ( $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ) of drinking water on the background of the minimum in 2007-2012

Urządzenia wodociągowe/ miejscowość	2007		2008		2009		2010		2011		2012	
	min	maks.	min	maks.	min	maks.	min	maks.	min	maks.	min	maks.
Cierzpice	48	68	48	58	20	61	44	63	40	40	40	40
Brody Pomorskie	10	30	10	10	10	10	10	10	10	10	40	45
Gogolewo	70	98	40	81	10	78	34	218	10	117	11	11
Jeleń	10	70	10	10	10	30	10	10	40	43	10	10
Kursztyn	70	100	10	94	10	73	10	10	10	10	4	10
Nicponia	80	90	20	316	11	69	23	48	38	54	287	287
Opalenie	30	60	40	176	40	127	20	354	60	155	10	106
Piaseczno *	70	123	70	144	100	104	-	-	-	-	-	-
Rakowiec **	20	69	60	79	60	170	20	75	11	46	-	-
Szprudowo	10	10	10	10	10	10	20	157	10	20	40	40
Wielkie Walichnowy	10	50	10	50	10	10	10	20	9	10	5	10
Gniew	10	61	10	146	11	75	14	62	10	26	12	12
Ostrowite ***	10	10	10	40	50	127	20	157	43	88	376	520

Tab. 7. Wartości ponadnormatywnego żelaza ( $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ) w wodzie do spożycia na tle wartości minimalnych w latach 2007-2012  
 Table 7 The values of the beyond standard iron ( $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ) of drinking water on the background of the minimum in 2007-2012

Urządzenia wodociągowe/ miejscowość	2007		2008		2009		2010		2011		2012	
	min	maks.	min	maks.	min	maks.	min	maks.	min	maks.	min	maks.
Cierpice	370	386	44	1747	130	494	150	190	20	58	86	86
Brody Pomorskie	45	243	40	70	40	90	60	60	20	40	60	60
Gogolewo	42	291	30	2370	80	160	40	1378	46	86	60	60
Jeleń	30	80	10	60	70	120	150	150	60	60	30	30
Kursztyn	170	340	140	739	30	170	20	217	20	30	38	60
Nicponia	20	80	30	671	50	350	50	80	46	76	64	64
Opalenie	170	163	100	1270	90	309	50	1393	60	1050	45	844
Piaseczno *	20	130	100	120	150	357	-	-	-	-	-	-
Rakowiec **	130	900	411	961	517	929	313	540	31	2890	-	-
Szprudowo	20	210	100	434	100	190	100	715	123	182	118	118
Wielkie Walichnowy	10	20	30	40	60	90	50	110	68	74	60	65
Gniew	20	180	60	439	30	190	76	190	41	80	60	86
Ostrowite ***	30	45	30	30	38	327	58	1426	175	222	30	30

Tab. 8. Wartości ponadnormatywne fluorków ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) w wodzie do spożycia na tle wartości minimalnych w latach 2007-2012  
 Table 8. The values of the beyond standard fluoride ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) of drinking water on the background of the minimum in 2007-2012

Urządzenia wodociągowe/ miejscowość	2007		2008		2009		2010		2011		2012	
	min	maks.	min	maks.	min	maks.	min	maks.	min	maks.	min	maks.
Cierpice	1,4	1,4	1,5	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4
Brody Pomorskie	1,4	1,4	1,1	1,3	1,0	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2
Gogolewo	0,4	0,4	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
Jeleń	0,7	0,8	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,4	0,4	0,8	0,8
Kursztyn	1,2	1,2	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,6
Nicponia	1,1	1,3	0,8	0,8	0,4	0,4	0,7	0,7	0,4	0,4	0,6	0,6
Opalenie	1,1	1,1	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,9	0,9
Piaseczno *	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	-	-	-	-	-	-
Rakowiec **	0,8	0,8	0,5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	-	-
Szprudowo	1,0	1,0	0,8	0,7	0,8	0,8	0,9	1,2	0,9	0,9	0,9	0,9
Wielkie Walichnowy	2,4	<b>3,3</b>	1,9	2,0	2,16	2,16	2,3	2,4	1,8	1,9	1,7	2,4
Gniew	1,0	1,0	0,8	0,9	1,0	1,3	0,9	1,0	0,5	0,8	0,7	0,7
Ostrowite ***	0,5	0,5	0,2	0,3	0,5	0,5	0,7	0,7	0,2	0,2	0,2	0,2

#### 4. Wnioski

1. Badane wody charakteryzowały się stosunkowo dużym zróżnicowaniem parametrów ponadnormatywnych, a najwyższą ilość przekroczeń NDS badanych parametrów wody odnotowano w latach 2007-2010.

2. Rejony, w których występowały geochemiczne anomalie fluorkowe, potwierdziły występowanie wysokich stężeń fluorków w wodzie przekraczających 2-krotnie obowiązującą normę.

3. Spośród badanych parametrów odnotowano 145 razy przekroczenia zawartości jonu amonowego i 50 razy zawartość żelaza i 93 manganu próbkach wód w stosunku do obowiązujących norm.

4. Wykazano, że zapach, smak, odczyn, przewodność właściwa oraz azotyny i azotany nie przekroczyły obowiązujących norm w żadnym z analizowanych wodociągów.

5. Rok 2012 charakteryzował się najniższą ilością przekroczeń parametrów ponadnormatywnych, a najlepszą jakością wody w oparciu o oznaczone wskaźniki wykazały wodociągi Cierpice, Brody Pomorskie, Kursztyn, Nicponia i Szprudowo.

#### 5. Bibliografia

[1] Dyrektywa Rady UE 98/83/EC (1998) dotycząca jakości wody do spożycia przez ludzi.

- [2] Koc J., Glińska-Lewczuk K., Wons M.: Influence of hydrogeological conditions on fluorine concentrations in underground water intended for consumption. *Journal of Elementology*, 2007, 12, 4, 303-316.
- [3] Koc J., Wons M., Glińska-Lewczuk K., Szymczyk S.: Content of iron, manganese and fluorine in groundwater and after its purification to potable water. *Polish J. Environ. Stud.*, 2006, 15(2A), 364-370.
- [4] Rodriguez M.J., Serades B.: Spatial and temporal evolution of trihalomethanes in three distribution systems. *Water Research*, 2001, 6, 1572.
- [5] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 2007 w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. *Dz.U. Nr 61, poz. 417 z późn. zm.*
- [6] Świdarska-Bróz M., Wolska M.: Główne wskaźniki wtórnego zanieczyszczenia niestabilnej chemicznie wody wodociągowej w systemie jej dystrybucji. *Inżynieria i Ochrona Środowiska*. Wrocław, 2005, 8, 2, 159-169.
- [7] Ustawa z dnia 7 czerwca 2001 o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzeniu ścieków (*Dz. U. z 2006 Nr 123 poz. 858*).
- [8] WHO: *Water Safety Plan Manual. Step-by-step risk management for drinking-water suppliers*. Geneva, 2009.
- [9] WHO: *Wytyczne WHO dotyczące jakości wody do picia. Tom 1: Zalecenia*, Warszawa, 1998.
- [10] Wons M.: Wpływ warunków pozyskiwania wód do spożycia na ich jakość (wartość użytkową) na wybranym przykładzie. *Praca doktorska, UWM, Olsztyn*, 2007.