

## OCENA WPŁYWU PRZYDOMOWYCH OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW Z DRENAŻEM ROZSĄCZAJĄCYM NA JAKOŚĆ WÓD PODZIEMNYCH W STUDNIACH KOPANYCH I GŁĘBINOWYCH

Krzysztof Józwiakowski<sup>1</sup>, Aleksandra Steszuk<sup>2</sup>, Agata Pieńko<sup>2</sup>, Michał Marzec<sup>1</sup>, Aneta Pytko<sup>1</sup>, Magdalena Gizińska<sup>1</sup>, Bożena Sosnowska<sup>3</sup>, Janusz Ozonek<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Katedra Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji UP w Lublinie, ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin, e-mail: kylo71@tlen.pl

<sup>2</sup> Studenckie Koło Naukowe Gospodarki Wodno-Ściekowej UP w Lublinie

<sup>3</sup> Katedra Biotechnologii, Żywności Człowieka i Towaroznawstwa Żywności UP w Lublinie

<sup>4</sup> Zakład Zaawansowanych Technik Utleniania, Instytut Ochrony Środowiska, Politechnika Lubelska

### STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono ocenę wpływu przydomowych oczyszczalni ścieków z drenażem rozsączającym na jakość wód podziemnych w studniach kopanych i głębinowych w miejscowości Kwasówka w gminie Drelów (woj. lubelskie). Na badanym obszarze nie ma sieci kanalizacyjnej i wodociągowej, a ludność miejscowa korzysta ze studni kopanych lub głębinowych. Ścieki powstające w gospodarstwach domowych trafiają do zbiorników bezodpływowych lub przydomowych oczyszczalni ścieków z drenażem rozsączającym. Badania jakości wód podziemnych ze studni wykonywano w 2013 r. W ramach badań wykonano 4 serie analiz, podczas których określano: twardość ogólną, pH oraz przewodność elektrolityczną, jak również zawartość  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Mn}$  oraz bakterii z grupy *coli* i *coli* typu kałowego, bakterii mezofilnych i psychrofilnych. Z badań wynika, że wody ze studni głębinowych są w znacznym stopniu zanieczyszczone żelazem, ponadto w kilku studniach kopanych odnotowano przekroczenie dopuszczalnych stężeń amoniaku, azotanów, manganu i siarczanów. Badania mikrobiologiczne wskazują na wyraźne zanieczyszczenie analizowanych wód studziennych ściekami bytowymi. Należy niezwłocznie podjąć działania mające na celu poprawę jakości wód użytkowanych przez mieszkańców miejscowości Kwasówka.

**Słowa kluczowe:** przydomowe oczyszczalnie ścieków, drenaż rozsączający, jakość wód, studnie kopane, studnie głębinowe.

### EVALUATION OF THE IMPACT OF WASTEWATER TREATMENT PLANTS WITH DRAINAGE SYSTEM ON THE QUALITY OF GROUNDWATER IN DUG AND DEEP WELLS

#### ABSTRACT

The paper presents an assessment of the impact of sewage treatment plants with drainage system on the quality of groundwater in dug and deep wells in the Kwasówka village in the

municipality of Drelów (Lublin Province). In the study area there is no sewerage system and water supply, and the local population benefits from dug or deep wells. The wastewater generated by households goes to septic tanks or sewage treatment plants with drainage system. The study of groundwater quality from wells was performed in 2013. The study was performed 4 series of studies, during which determined: total hardness, pH and conductivity of the electrolyte, as well as the content of  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Mn}$  and bacteria from coliform and faecal coliform bacteria, mesophilic and psychrophilic. The research shows that water from deep wells are heavily contaminated with iron, and several wells dug reported exceeding the permissible concentrations of ammonia, nitrate, manganese and sulfates. Microbiological studies indicate a significant contamination of the well water analyzed domestic waste. You should immediately take action to improve the quality of the water used by residents of Kwasówka.

**Keywords:** household wastewater treatment plants, drainage pipe, water quality, dug wells, deep wells.

## WSTĘP

Mimo znacznego postępu w zakresie rozwoju infrastruktury wodociągowej i kanalizacyjnej, jaki dokonał się na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci, ludność Polski zamieszkująca tereny wiejskie wciąż ma utrudniony dostęp do tego rodzaju systemów. Według danych statystycznych w 2012 roku 76,2% mieszkańców wsi w Polsce korzystało z wodociągów, natomiast z kanalizacji jedynie 29,4% [23]. Na Lubelszczyźnie wskaźniki te są jeszcze gorsze, gdyż z sieci wodociągowej korzysta 71,1% ludności wsi, a z sieci kanalizacyjnej zaledwie 17% [23]. Wynika z tego, że aż 83% mieszkańców wsi na Lubelszczyźnie odprowadza ścieki do zbiorników bezodpływowych lub korzysta z przydomowych oczyszczalni ścieków. W tej sytuacji znajduje się również gmina Drelów, której obszar dotychczas w większości nie został skanalizowany. Dzięki dofinansowaniu z Gminnego Funduszu Ochrony Środowiska na terenie tej gminy wybudowano kilkaset oczyszczalni ścieków z drenażem rozsączającym. Z ankiety przeprowadzonej w 2011 roku w woj. lubelskim wynika, że rozwiązanie to jest najbardziej rozpowszechnionym systemem oczyszczania ścieków z pojedynczych gospodarstw, gdyż zastosowano je w 71% oczyszczalni przydomowych [6]. W Polsce od wielu lat trwa dyskusja, czy oczyszczalnie z drenażem rozsączającym zapewniają oczyszczanie, czy służą tylko do odprowadzania nieoczyszczonych ścieków do ziemi [1, 7, 12]. Stosowanie tego rozwiązania jako samodzielnego systemu unieszkodliwiania małych ilości ścieków wzbudza duże wątpliwości, m.in. z powodu braku możliwości kontroli skuteczności jego działania. Faktem jest również to, że systemy tego typu wprowadzają do środowiska ścieki oczyszczone wyłącznie mechanicznie, które zawierają wysokie stężenia zanieczyszczeń organicznych, biogennych i mikrobiologicznych, przez co mogą powodować skażenie gleb i wód podziemnych. Może to skutkować realnym zagrożeniem dla zdrowia ludności, szczególnie korzystającej z indywidualnych ujęć wody, zlokalizowanych w strefie oddziaływania oczyszczalni z drenażem rozsączającym.

Celem pracy jest określenie wpływu przydomowych oczyszczalni ścieków z drenażem rozsączającym na jakość wód podziemnych w studniach kopanych i głębinowych w miejscowości Kwasówka, zlokalizowanej na terenie gminy Drelów.

## CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAŃ

Gmina Drelów położona jest w południowo-zachodniej części powiatu bialskiego w woj. lubelskim. Jej powierzchnia wynosi 228,06 km<sup>2</sup>. Gmina ma typowo rolniczy charakter, ponad 56% jej obszaru stanowią użytki rolne. Gospodarka rolna oparta jest tu na indywidualnych gospodarstwach rolnych (5–10 ha). W uprawach dominują zboża i ziemniaki. Głównym kierunkiem produkcji zwierzęcej jest chów trzody chlewnej i bydła. Wysoki jest też udział terenów leśnych – stanowią one 37% powierzchni gminy [22].

Sieć wodociągowa w gminie Drelów jest słabo rozwinięta, korzysta z niej zaledwie 38,6% ludności gminy. Długość czynnej rozdzielczej sieci wodociągowej w 2011 roku wynosiła 99,3 km [6]. Większość mieszkańców korzysta z indywidualnych ujęć wody – studni kopanych i głębinowych. Na terenie gminy Drelów przeważają gleby gliniasto-ilaste, zawierające znaczne ilości manganu i żelaza, co niekorzystnie wpływa na jakość wód podziemnych. W związku z powyższym ludność, korzystająca z własnych ujęć wody zmuszona jest do stosowania wysokoefektywnych systemów uzdatniania wody.

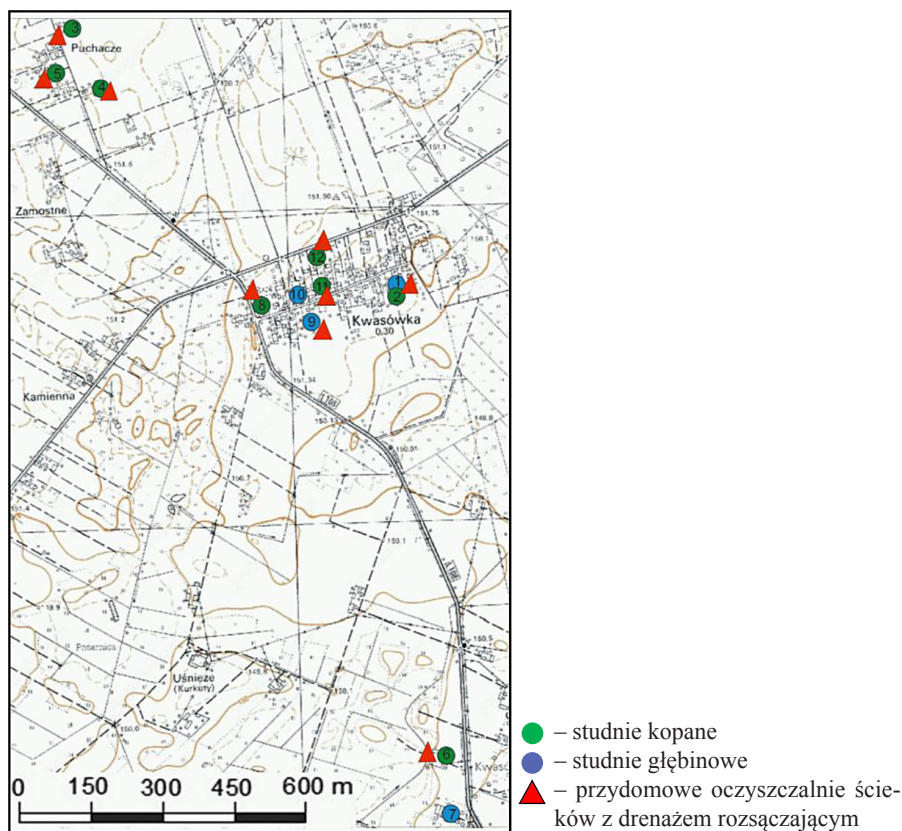
Obszar gminy nie jest skanalizowany. Z danych Działu Infrastruktury Urzędu Gminy Drelów [2] wynika, że przy indywidualnych gospodarstwach domowych funkcjonuje obecnie około 650 bezodpływowych zbiorników na ścieki bytowe (szamba) oraz 308 sztuk przydomowych oczyszczalni ścieków z drenażem rozsączającym.

## METODYKA I ZAKRES BADAŃ

Badania jakości wód podziemnych w miejscowości Kwasówka przeprowadzono w 2013 roku. Próby wód do analiz pobierano z czterech studni głębinowych (nr 1, 7, 9, 10) i ośmiu studni kopanych (nr 2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12) zlokalizowanych w okolicy przydomowych oczyszczalni ścieków z drenażem rozsączającym (rys. 1).

Próby wód pobierano sezonowo: w kwietniu, czerwcu, wrześniu i listopadzie w 2013 r., każdorazowo określając poziom zwierciadła wody w studniach. Najwyższy poziom wody zanotowano w studni nr 2 w sierpniu – 0,99 m, najniższy w studni głębinowej nr 10 – 22 m (tab. 1). Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono tendencję obniżania się poziomu wody w studniach kopanych w przekroju całego roku.

Analizy fizyczno-chemiczne wód ze studni wykonywano według powszechnie stosowanych metod [5]. Zakres badań obejmował pomiary pH, przewodności i twardości ogólnej oraz określanie stężenia azotanów, azotynów, amoniaku, siarczanów, chlorków, żelaza i manganu. W ramach badań mikrobiologicznych, według polskich norm [14,



Rys. 1. Lokalizacja punktów poboru prób wód ze studni w miejscowości Kwasówka

Tabela 1. Głębokości położenia zwierciadła wody

Miesiąc	Numer studni											
	1*	2	3	4	5	6	7*	8	9*	10*	11	12
	Głębokość do wody [m]											
IV	20,00	0,99	2,12	2,72	2,12	1,00	19,00	1,10	18,00	22,00	1,52	1,02
VI	–	1,02	1,60	2,32	1,47	1,02	19,00	1,12	18,00	22,00	1,74	1,02
IX	20,00	1,87	2,09	3,12	2,07	1,57	19,00	1,84	18,00	22,00	2,30	1,82
XI	20,00	2,39	2,35	3,00	2,20	2,35	19,00	2,10	18,00	22,00	2,35	2,05

\* studnie głębinowe, deep Wells

15, 16, 17], określano liczebność bakterii z grupy *coli*, z grupy *coli* typu kałowego oraz bakterii mezofilnych i psychrofilnych.

Uzyskane wyniki badań porównano z wartościami granicznymi wskaźników jakości wód określonymi w Rozporządzeniach Ministra Zdrowia z 2007 i 2010 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [19, 20].

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Badania wykazały niewielkie wahania odczynu wód we wszystkich badanych studniach. Minimalna odnotowana wartość pH wynosiła 6,27, a maksymalna – 7,65. W trzech studniach kopanych nr 3, 4 i 12 odnotowano wartość pH poniżej 6,5 (tab. 2), czyli minimalnej wartości wyznaczonej dla wód przeznaczonych do spożycia przez ludzi [19, 20]. Taka woda jest lekko kwaśna, przez co ma właściwości korozyjne.

Najwyższe wartości przewodności właściwej zanotowano w studniach głębinowych. Maksymalna wynosiła  $1264 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , natomiast najniższa  $354 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (tab. 2). W studniach kopanych przewodność wahała się od 204 do  $792 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Wysoka zawartość substancji rozpuszczonych w studniach głębinowych, może być związana ze składem chemicznym gleby, ale również z czynnikami antropogenicznymi.

Dopuszczalna zawartość amoniaku, określona dla wody do picia na poziomie  $0,5 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ , została przekroczona w sześciu badanych studniach – czterech kopanych, oraz dwóch głębinowych. Maksymalne stężenia tego wskaźnika wynosiły:  $2,10 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  – w studni kopanej nr 8 oraz  $1,23 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  – w studni głębinowej nr 7 (tab. 2). Przez cały okres badań w studni tej utrzymywało się wysokie stężenie jonów amonowych. Istnieje duże prawdopodobieństwo, że obecność amoniaku w wodzie, szczególnie ze studni kopanych jest związana z niewłaściwym gospodarowaniem nawozami mineralnymi i organicznymi, choć niemałe znaczenie może mieć odprowadzanie do gruntu przez systemy drenażowe ścieków podczyszczonych mechanicznie [13, 18].

Głównymi przyczynami zanieczyszczenia wód studziennych azotanami są niewłaściwe usytuowanie studni w obrębie zagrody, niewłaściwe parametry techniczne studni oraz migracja związków azotu z obszarów rolniczych [3, 8]. W analizowanych próbach wód ze studni w miejscowości Kwasówka pięciokrotnie stwierdzono przekroczenie dopuszczalnego stężenia azotanów w wodzie do picia ( $50 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) określonego w Rozporządzeniach Ministra Zdrowia [19, 20]. W wodzie ze studni kopanej nr 12 maksymalna zawartość azotanów wynosiła  $137,5 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ . Najniższe wartości tego parametru odnotowano w wodach ze studni głębinowych – zazwyczaj poniżej  $1 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  (tab. 2). Zważywszy na to można wnioskować, że dominujący wpływ na poziom azotanów w wodach podziemnych ma działalność rolnicza oraz gospodarka nawozami organicznymi. Mniejsze znaczenie można przypisać funkcjonowaniu oczyszczalni ścieków z drenażem rozsączającym, gdyż azotany w ściekach oczyszczonych mechanicznie występują raczej w śladowych ilościach.

W wodach z badanych studni odnotowano niewielkie stężenie azotynów. Jedynie w dwóch przypadkach stwierdzono przekroczenie dopuszczalnego stężenia azotynów w wodzie do picia ( $0,5 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) określonego w Rozporządzeniach Ministra Zdrowia [19, 20]. Wartość dopuszczalna została przekroczona w studni kopanej nr 5, gdzie stężenie azotynów wynosiło  $1,45 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  oraz w studni nr 12 –  $0,60 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  (tab. 2).

Wysokie stężenia chlorków notuje się zazwyczaj w wodach narażonych na zanieczyszczenia ze źródeł bytowych, zwłaszcza pozostających w styczności z odchodami zwierzęcymi. Chlorki do wody przenikają wraz z innymi substancjami, np. z miejsc

**Tabela 2.** Jakość wody w indywidualnych studniach gospodarskich w miejscowości Kwaśówka

Numer studni	Odczyn pH				Przewodność [ $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ]				$\text{NH}_4$ [ $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ]				$\text{NO}_3$ [ $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ]				$\text{NO}_2$ [ $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ]			
	IV	VI	IX	XI	IV	VI	IX	XI	IV	VI	IX	XI	IV	VI	IX	XI	IV	VI	IX	XI
1*	7,08	7,03	–	6,93	772	1066	–	809	0,27	0,36	–	0,26	0,01	0,01	–	0,13	0,12	0,10	–	0,20
2	7,18	6,6	7,65	7,49	204	269	223	302	0,18	0,14	0,12	0,04	1,85	0,72	1,28	1,01	0,13	0,08	0,09	0,10
3	7,49	6,25	6,89	6,51	616	460	423	424	0,23	0,17	0,40	0,05	90,90	29,58	10,32	29,01	0,10	0,11	0,36	0,14
4	6,65	6,45	6,85	6,43	381	461	306	236	0,07	0,21	0,10	0,05	53,10	0,63	14,67	22,76	0,06	0,09	0,35	0,07
5	7,02	6,74	7,29	6,63	216	331	345	351	0,44	0,25	1,83	0,05	14,90	9,71	1,23	0,32	0,26	1,45	0,28	0,11
6	7,46	7,56	7,42	7,34	692	633	792	739	1,57	0,23	0,36	0,17	12,36	6,77	2,06	7,63	0,41	0,26	0,28	0,15
7*	7,07	6,93	6,9	7,43	1264	1077	1139	1258	1,23	0,91	0,89	1,17	0,01	0,01	0,01	0,01	0,12	0,15	0,16	0,21
8	7,32	7,35	7,12	6,98	563	568	538	532	0,12	0,13	2,10	0,06	75,80	37,12	6,31	6,65	0,06	0,20	0,06	0,07
9*	7,34	7,24	7,42	7,22	556	560	472	457	0,30	0,48	0,31	0,32	0,01	0,01	0,01	0,01	0,08	0,21	0,09	0,15
10*	7,58	7,36	7,47	7,38	379	379	396	354	0,79	0,26	0,06	0,20	0,94	0,44	0,35	0,10	0,07	0,08	0,21	0,11
11	7,19	7,15	6,94	6,85	474	790	530	405	0,15	0,26	0,04	0,05	94,20	55,76	114,90	35,53	0,03	0,06	0,05	0,08
12	6,64	6,71	6,46	6,27	681	374	360	437	0,92	0,14	0,56	0,87	137,50	29,26	26,36	94,80	0,13	0,23	0,60	0,46

\* Studnie głębinowe.

6,25 – Wartości przekraczające dopuszczalne normy w wodzie do picia.

**Tabela 3.** Jakość wody w indywidualnych studniach gospodarskich w miejscowości Kwaśówka

Numer studni	Cl [ $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ]				$\text{SO}_4$ [ $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ]				Fe [ $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ]				Twardość ogólna [ $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ]				Mn [ $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ]			
	IV	VI	IX	XI	IV	VI	IX	XI	IV	VI	IX	XI	IV	VI	IX	XI	IV	VI	IX	XI
1*	98,5	68,8	–	92,2	242	196	–	221	5,07	3,89	–	5,06	285,7	222,3	–	339,5	–	0,733	–	0,149
2	4,1	5,3	2,5	4,4	11	22	35	121	0,05	0,07	0,34	0,08	46,5	62,6	55,3	67,8	–	0	0	0
3	14,8	9,9	10,8	11,4	131	87	142	106	0,08	0,29	0,21	0,09	87,8	11,6	9,0	5,2	–	0	0,393	0
4	29,4	56,8	11,5	11,3	149	110	69	76	0,28	0,23	0,33	0,19	87,4	98,0	69,2	28,8	–	0,097	0	0
5	6,0	4,2	14,4	10,2	15	50	39	7	1,23	0,11	1,06	1,76	21,8	59,5	61,5	92,4	–	0,056	0,501	0,041
6	32,4	33,3	46,6	50,3	225	158	267	251	0,06	0,08	0,10	0,13	259,4	265,6	294,5	255,3	–	0,380	0,163	0,277
7*	30,6	3,7	1,2	21,5	527	393	337	473	5,24	5,28	5,25	5,09	387,8	389,8	364,1	398,5	–	0,759	0,183	0,585
8	15,0	17,8	16,8	17,3	95	81	88	180	0,04	0,06	0,08	0,07	126,3	129,0	105,4	146,9	–	0	0	0
9*	32,2	39,0	29,3	28,0	134	123	171	143	4,00	4,01	2,76	2,36	220,8	213,6	147,3	163,6	–	0,261	0,215	0,206
10*	23,0	27,4	32,4	28,2	133	101	96	129	1,14	1,56	1,21	0,78	117,8	119,5	153,5	124,8	–	0,166	0,146	0,094
11	14,1	24,2	20,5	10,2	126	153	94	60	0,05	0,03	0,37	0,11	95,2	234,5	84,8	69,9	–	0	0	0
12	51,4	26,7	26,5	50,9	161	74	86	100	0,49	0,13	0,08	0,05	240,5	46,2	28,1	47,8	–	0	0	0

\* Studnie głębinowe.



składowania nawozów mineralnych lub kiszzonek [21]. Nadmierne stężenia chlorków w wodzie przyspieszają tempo korozji w sieci wodociągowej, co może prowadzić do zwiększenia zawartości metali ciężkich w dostarczanej wodzie [24]. W analizowanych wodach stężenia chlorków zawierały się w bardzo szerokich granicach od 1,2 do 92,2 mg·dm<sup>-3</sup>, jednak w zakresie określonym jako dopuszczalny dla wód pitnych [19, 20].

Dopuszczalne stężenie siarczanów, określone w Rozporządzeniach Ministra Zdrowia [19, 20] w wodzie do picia na poziomie 250 mg·dm<sup>-3</sup>, zostało przekroczone w wodach z dwóch badanych studni. W wodzie ze studni kopanej nr 6 maksymalne stężenie tego wskaźnika wyniosło 267 mg·dm<sup>-3</sup>, zaś w wodzie ze studni głębinowej nr 7 osiągnęło poziom 527 mg·dm<sup>-3</sup> (tab. 3). Wysokie stężenia siarczanów w wodzie z tej studni utrzymywały się przez cały okres badań, co może świadczyć o naturalnym ich pochodzeniu [10], aczkolwiek w tym przypadku nie można również wykluczyć wpływu ścieków z oczyszczalni z drenażem rozsączającym na złą jakość wody.

Jednym z głównych czynników dyskwalifikujących jakość wód ze studni w miejscowości Kwasówka jest wysoka zawartość żelaza. Przekroczenia dopuszczalnego stężenia tego wskaźnika w wodzie do picia (0,2 mg·dm<sup>-3</sup>) zaobserwowano w dziesięciu punktach pomiarowych. W studniach wierconych zawartość żelaza była największa i wynosiła od 0,78 do nawet 5,28 mg·dm<sup>-3</sup> (tab. 3). Najgorszą sytuację pod tym względem stwierdzono w studni głębinowej nr 10. W przypadku studni kopanych przekroczenie dopuszczalnego stężenia żelaza stwierdzono w sześciu obiektach. W przypadku miejscowości Kwasówka czynnikiem determinującym zawartość żelaza w wodach podziemnych, szczególnie zalegających głębiej, są warunki hydrogeologiczne i procesy wietrzenia skał, bogatych w ten składnik [9, 10].

Parametrem negatywnie wpływającym na jakość wody jest również wysoka zawartość manganu. Dopuszczalne stężenie tego pierwiastka, określone w wodzie do picia na poziomie 0,05 mg·dm<sup>-3</sup>, zostało przekroczone w wodach z 8 badanych studni, zarówno kopanych, jak i wierconych. Najwięcej przekroczeń dopuszczalnej zawartości manganu odnotowano w czerwcu 2013 roku. W miesiącu tym zawartości tego pierwiastka w badanych wodach wahały się od 0,056 mg·dm<sup>-3</sup> do 0,759 mg·dm<sup>-3</sup> (tab. 3). Jak wspomniano wcześniej, gleby na terenie gminy Drelów są bogate w mangan, stąd jego obecność w analizowanych wodach jest prawdopodobnie wynikiem naturalnych procesów, związanych z przenikaniem tego pierwiastka ze skał i minerałów.

Według polskich norm twardość wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi powinna wynosić od 60 do 500 mg CaCO<sub>3</sub>·dm<sup>-3</sup> [19, 20]. W przypadku badanych wód wartości twardości mieściły się w wymaganym zakresie.

Woda przyczynia się do szybkiego rozprzestrzeniania się chorób zakaźnych, których źródłem są najczęściej wydaliny ludzkie znajdujące się m.in. w ściekach bytowych oraz wydaliny zwierzęce zawarte w ściekach z ferm hodowlanych [11]. Uzyskane wyniki badań wskazują, że jakość wód ze studni w miejscowości Kwasówka pod kątem mikrobiologicznym jest bardzo zła (tab. 4).

Pod względem zawartości bakterii z grupy *coli*, które nie powinny być obecne w 100 cm<sup>3</sup> wody, żadna z badanych prób nie spełniała wymogów za-

**Tabela 4.** Wyniki analiz mikrobiologicznych wód ze studni w miejscowości Kwasówka

Numer studni	Liczba bakterii grupy coli [NPL · 100 cm <sup>-3</sup> ]						Liczba bakterii grupy coli typu kałowego [NPL · 100 cm <sup>-3</sup> ]						Ogólna liczba bakterii w 22°C [jtk · cm <sup>-3</sup> **]						Ogólna liczba bakterii w 37°C [jtk · cm <sup>-3</sup> **]					
	IV	VI	IX	XI	IV	VI	IX	XI	IV	VI	IX	XI	IV	VI	IX	XI	IV	VI	IX	XI				
1*	0	0	-	2,4 · 10 <sup>3</sup>	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	9,4 · 10 <sup>2</sup>	1 · 10	0	-	5,6 · 10 <sup>2</sup>					
2	7,0 · 10 <sup>2</sup>	0	7,0 · 10 <sup>5</sup>	7,0 · 10 <sup>3</sup>	0	0	7,0 · 10 <sup>5</sup>	0	3,6 · 10 <sup>4</sup>	4,3 · 10 <sup>2</sup>	2,2 · 10 <sup>4</sup>	3,6 · 10 <sup>4</sup>	4,3 · 10 <sup>2</sup>	2,2 · 10 <sup>4</sup>	1,3 · 10 <sup>3</sup>	3,7 · 10 <sup>2</sup>	4,8 · 10 <sup>2</sup>	7,6 · 10 <sup>3</sup>	2,7 · 10 <sup>2</sup>					
3	2,4 · 10 <sup>2</sup>	2,4 · 10 <sup>4</sup>	2,4 · 10 <sup>2</sup>	0	0	13	0	0	7,3 · 10 <sup>3</sup>	5,9 · 10 <sup>4</sup>	3,5 · 10 <sup>3</sup>	7,3 · 10 <sup>3</sup>	5,9 · 10 <sup>4</sup>	3,5 · 10 <sup>3</sup>	2,7 · 10	3,0 · 10 <sup>2</sup>	3,6 · 10 <sup>3</sup>	9,7 · 10 <sup>2</sup>	3,1 · 10 <sup>2</sup>					
4	0	2,4 · 10 <sup>2</sup>	2,1 · 10	2,4 · 10 <sup>4</sup>	0	6	0	1,3 · 10 <sup>2</sup>	7,0 · 10 <sup>3</sup>	3,1 · 10 <sup>3</sup>	5,4 · 10 <sup>3</sup>	7,0 · 10 <sup>3</sup>	3,1 · 10 <sup>3</sup>	5,4 · 10 <sup>3</sup>	2,6 · 10 <sup>3</sup>	5,1 · 10 <sup>3</sup>	1,1 · 10 <sup>3</sup>	9,9 · 10 <sup>2</sup>	1,3 · 10 <sup>3</sup>					
5	6	2,4 · 10 <sup>2</sup>	2,4 · 10 <sup>3</sup>	0	0	2,4 · 10 <sup>2</sup>	6,2 · 10	0	2,4 · 10 <sup>4</sup>	3,6 · 10 <sup>5</sup>	7,6 · 10 <sup>2</sup>	2,4 · 10 <sup>4</sup>	3,6 · 10 <sup>5</sup>	7,6 · 10 <sup>2</sup>	0	1,8 · 10 <sup>4</sup>	4,4 · 10 <sup>3</sup>	2,5 · 10 <sup>2</sup>	0					
6	7,0 · 10 <sup>2</sup>	2,4 · 10 <sup>2</sup>	2,4 · 10 <sup>4</sup>	0	0	0	6,2 · 10	0	5,8 · 10 <sup>2</sup>	9,6 · 10 <sup>4</sup>	2,0 · 10 <sup>5</sup>	5,8 · 10 <sup>2</sup>	9,6 · 10 <sup>4</sup>	2,0 · 10 <sup>5</sup>	3,0 · 10 <sup>2</sup>	5,0 · 10 <sup>2</sup>	5,2 · 10 <sup>3</sup>	9,4 · 10 <sup>4</sup>	9,7 · 10					
7*	6	7,0 · 10 <sup>3</sup>	2,3 · 10	7,0 · 10 <sup>3</sup>	0	2,4 · 10 <sup>2</sup>	6	6	0	3,6 · 10 <sup>4</sup>	1,0 · 10 <sup>3</sup>	0	3,6 · 10 <sup>4</sup>	1,0 · 10 <sup>3</sup>	8,2 · 10 <sup>4</sup>	3,6 · 10	3,1 · 10 <sup>4</sup>	4,7 · 10 <sup>2</sup>	4,9 · 10 <sup>3</sup>					
8	2,3 · 10	6	2,4 · 10 <sup>2</sup>	6,2 · 10	0	0	2,1 · 10	0	1,5 · 10 <sup>4</sup>	1,2 · 10 <sup>4</sup>	2,8 · 10 <sup>4</sup>	1,5 · 10 <sup>4</sup>	1,2 · 10 <sup>4</sup>	2,8 · 10 <sup>4</sup>	4,2 · 10 <sup>2</sup>	3,7 · 10	1,0 · 10 <sup>4</sup>	1,6 · 10 <sup>3</sup>	7,5 · 10					
9*	0	7,0 · 10 <sup>3</sup>	0	6,2 · 10	0	13	0	0	0	4,0 · 10 <sup>4</sup>	7,5 · 10 <sup>2</sup>	0	4,0 · 10 <sup>4</sup>	7,5 · 10 <sup>2</sup>	1,1 · 10 <sup>3</sup>	0	3,4 · 10 <sup>4</sup>	1,2 · 10 <sup>2</sup>	1,4 · 10 <sup>3</sup>					
10*	6	0	2,4 · 10 <sup>2</sup>	1,3 · 10 <sup>2</sup>	0	0	0	0	9,5 · 10	1,2 · 10 <sup>3</sup>	2,3 · 10 <sup>4</sup>	9,5 · 10	1,2 · 10 <sup>3</sup>	2,3 · 10 <sup>4</sup>	1,1 · 10 <sup>3</sup>	2,3 · 10 <sup>2</sup>	1,8 · 10 <sup>3</sup>	5,0 · 10 <sup>3</sup>	3,4 · 10 <sup>2</sup>					
11	7,0 · 10 <sup>4</sup>	0	2,4 · 10 <sup>5</sup>	7,0 · 10 <sup>2</sup>	2,3 · 10	0	6,2 · 10 <sup>3</sup>	0	1,1 · 10 <sup>4</sup>	4,8 · 10 <sup>3</sup>	2,5 · 10 <sup>5</sup>	1,1 · 10 <sup>4</sup>	4,8 · 10 <sup>3</sup>	2,5 · 10 <sup>5</sup>	7,3 · 10 <sup>2</sup>	3,6 · 10 <sup>2</sup>	6,4 · 10 <sup>3</sup>	1,2 · 10 <sup>5</sup>	4,7 · 10					
12	6	2,4 · 10 <sup>3</sup>	2,4 · 10 <sup>2</sup>	2,4 · 10 <sup>3</sup>	0	5	6	0	1,2 · 10	2,5 · 10 <sup>4</sup>	2,6 · 10 <sup>4</sup>	1,2 · 10	2,5 · 10 <sup>4</sup>	2,6 · 10 <sup>4</sup>	4,0 · 10 <sup>4</sup>	1,3 · 10 <sup>2</sup>	1,2 · 10 <sup>4</sup>	4,6 · 10 <sup>3</sup>	1,8 · 10 <sup>3</sup>					

\* Studnie głębinowe, NPL – najbardziej prawdopodobna liczba, \*\*jtk – jednostki tworzące kolonie.



wartych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia [19, 20]. Skażenie tymi bakteriami maksymalnie dochodziło do  $7 \cdot 10^5$  NPL  $\cdot$  100  $\text{cm}^{-3}$  (tab. 4). Obecność bakterii *coli* typu kałowego w badanych wodach jednoznacznie świadczy o ich zanieczyszczeniu fekaliami [4]. We wszystkich analizowanych punktach pomiarowych stwierdzono występowanie bakterii pochodzenia kałowego, co wskazuje na możliwość ich skażenia ściekami bytowymi lub pochodzącymi z chowu zwierząt. Najwyższą liczebność bakterii *coli* typu kałowego zanotowano we wrześniu w wodzie ze studni nr 2 – ponad  $6,2 \cdot 10^3$  NPL  $\cdot$  100  $\text{cm}^{-3}$  oraz nr 11 –  $7,0 \cdot 10^3$  NPL  $\cdot$  100  $\text{cm}^{-3}$  (tab. 4).

Wskaźnikiem jakości mikrobiologicznej wody jest także ogólna liczba bakterii rosnących w 22°C i 37°C. Liczebność bakterii psychrofilnych przekroczyła najwyższą dopuszczalną wartość (określoną w wodzie do picia na poziomie 100 jtk  $\cdot$   $\text{cm}^{-3}$ ) w 83% badanych prób. Liczebność bakterii psychrofilnych w próbach tych wód wahała się od  $2,7 \cdot 10$  do  $9,6 \cdot 10^4$  jtk  $\cdot$   $\text{cm}^{-3}$  (tab. 4). Ponadto stwierdzono, że pod względem liczebności bakterii mezofilnych jedynie 17% prób wody podczas całego okresu badań spełniło wymagania zawarte w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia (dopuszczalna ilość – 50 jtk  $\cdot$   $\text{cm}^{-3}$ ) [19, 20]. Liczba tych bakterii wahała się od 0 do  $9,4 \cdot 10^4$  jtk  $\cdot$   $\text{cm}^{-3}$  (tab. 4).

Uzyskane wyniki badań mikrobiologicznych wskazują, że wody ze studni kopanych i głębinowych w miejscowości Kwasówka w surowym stanie nie powinny być stosowane do picia, gdyż duże liczebności bakterii występujących w tych wodach mogą przyczyniać się do powstawania wielu chorób. Przyczyną takiego stanu jakości wód jest brak sieci kanalizacyjnej na tym terenie, przez co wody podziemne są ciągle narażane na zanieczyszczenia ze źródeł antropogenicznych, a szczególnie ze względu na dopływ niedostatecznie oczyszczonych ścieków odprowadzanych za pomocą drenaży rozsączających.

## WNIOSKI

1. Wody z badanych studni głębinowych charakteryzowały się wysoką zawartością żelaza i manganu, wynikającą z warunków hydrogeologicznych i naturalnych procesów wymiany tych składników pomiędzy minerałami a roztworem glebowym.
2. Podwyższone stężenia siarczanów oraz związków azotu, głównie amoniaku i azotanów w wodach ze studni kopanych i głębinowych w miejscowości Kwasówka wskazują na możliwość znacznego oddziaływania na jakość tych wód zarówno produkcji rolniczej, jak i odprowadzania nieoczyszczonych ścieków bytowych z oczyszczalni z drenażem rozsączającym.
3. Obecność dużych liczebności bakterii z grupy *coli* i z grupy *coli* typu kałowego oraz bakterii mezofilnych i psychrofilnych jest symptomem skażenia analizowanych wód podziemnych ściekami bytowymi, pochodzącymi z przydomowych –

drenażowych oczyszczalni ścieków. Stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego analizowanych wód podziemnych, w przypadku wykorzystania ich do celów pitnych stwarza poważne zagrożenie dla zdrowia ludzi.

4. Z punktu widzenia bezpieczeństwa zdrowotnego mieszkańców konieczne jest podjęcie działań w kierunku całkowitego zwodociągowania miejscowości Kwasówka, jak również całego obszaru gminy Drelów w celu zapewnienia mieszkańcom dostępu do wody o dobrej jakości oraz wykluczenia ujęć indywidualnych, jako źródeł zaopatrzenia w wodę pitną.

## LITERATURA

1. Błażejowski R. 1995. Indywidualne systemy sanitacyjne a wody podziemne. *Gospodarka Wodna*, z. 10, 238–240.
2. Dane Działu Infrastruktury Urzędu Gminy Drelów 2013.
3. Durkowski T. Burczyk P. Królak B. 2007. Stężenie wybranych składników chemicznych w wodach gruntowych i roztworze glebowym w małej zlewni rolniczej. *Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie*, t. 7, z. 1 (19), 5–15.
4. Frąk M. 2010. Zanieczyszczenia bakteriologiczne w ocenie jakości wód Biebrzy. *Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie*, t. 10, z. 2 (30), 73–82.
5. Hermanowicz W., Dojlido W., Dożańska W., Koziorowski B., Zerbe J. 1999. Fizyko-chemiczne badanie wody i ścieków. *Arkady*, Warszawa, ss. 556.
6. Józwiakowski K., Pytka A., Marzec M., Gizińska M., Dąbek J., Głaz B., Sławińska A. 2012. Rozwój infrastruktury wodno-ściekowej w województwie lubelskim w latach 2000-2011. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, PAN, Oddział w Krakowie, nr 3/1/2012, 73–86.
7. Jucherski A, Walczowski A. 2001. Drenaże rozsączające. Oczyszczanie czy odprowadzanie nieoczyszczonych ścieków do gleby. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie*, nr 3 (390), 131–132.
8. Kiryluk A. 2011. Concentrations of Nitrates(V) in Well Waters in the Rural Areas of Podlasie Province and the Assessment of Inhabitants' Health Risk. *Ecological Chemistry and Engineering*. A, Vol. 18, no 2, 207–218.
9. Kowal A.L., Świdarska-Bróż M. 1997. *Technologia wody i ścieków*. PWN Warszawa, 42–48, 54.
10. Kowal A.L., Świdarska-Bróż M. 2009. *Oczyszczanie wody. Podstawy teoretyczne i technologiczne, procesy i urządzenia*. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
11. Michałekiewicz M., Jeż-Wałkowiak J., Dymaczewski Z., Sozański M.M. 2011. Dezynfekcja ścieków. *Inżynieria Ekologiczna*, nr 24, 38–51.
12. Pałuch J., Pulikowski K. 2004. Wybrane problemy związane z budową zagrodowych oczyszczalni ścieków z drenażem rozsączającym. *Wiad. Mel. i Łąk.*, z. 4, 191–198.
13. Pawęska K., Malczewska B., Zyglińska B. 2012. Charakterystyka wód ze studni ze szczególnym uwzględnieniem związków azotu na przykładzie wsi Przeździec. *Proceedings of EC Opole*, 6 (1), 253–260.
14. PN-75/C-04615/05. Woda i ścieki. Badania mikrobiologiczne. Oznaczenie bakterii grupy coli metodą fermentacyjną probówkową.

15. PN-75/C-04615/07. Woda i ścieki. Badania mikrobiologiczne. Oznaczenie bakterii grupy coli typu kałowego (fekalnego) metodą fermentacyjną probówkową.
16. PN-75/C-04615/25. Woda i ścieki. Badania mikrobiologiczne. Oznaczenie enterokoków kałowych metodą probówkową.
17. PN-ISO 6222/99. Jakość wody. Oznaczanie żywych mikroorganizmów. Określanie ogólnej liczby kolonii na agarze odżywcym metodą posiewu powierzchniowego lub wglębnego.
18. Raczuk J., Sarnowska K. 2002. Jakość wód studni wiejskich w wybranych gminach województwa lubelskiego. *Archiwum Ochrony Środowiska, Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN*, vol. 28, no. 3, 63–75.
19. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. 2007 nr 61, poz. 417).
20. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. 2010 nr 72, poz. 466, 2010.05.30).
21. Sapek A. 2008. Chlorki w wodzie na obszarach wiejskich. *Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie*, 263–281.
22. Strategia Rozwoju Lokalnego Gminy Drelów na lata 2008–2015 Drelów, lipiec 2008.
23. Urząd Statystyczny w Lublinie. *Rocznik Statystyczny Województwa Lubelskiego 2013*.
24. Wojtyła-Buciora P., Marcinkowski J.T. 2010. Szacowanie ryzyka zdrowotnego wynikającego z występowania przekroczeń parametrów chemicznych w wodzie przeznaczonej do spożycia. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 91(1), 137–142.