

Katarzyna Pawęska, Beata Malczewska, Barbara Zyglińska

**ZAWARTOŚĆ FOSFORANÓW
W WODACH STUDZIENNYCH
NA PRZYKŁADZIE WSI PRZEŹDZIEDZA**

***THE CHARACTERISTICS OF WATER FROM WELL WITH
TAKING INTO ACCOUNT PHOSPHORUS COMPOUNDS
FORM PRZEŹDZIEDZA VILLAGE SET AS AN EXAMPLE***

Streszczenie

W Polsce na terenach wiejskich dość ważnym źródłem zaopatrzenia ludności w wodę na cele spożywcze są indywidualne ujęcia wody. Ujęcia takie często nie są objęte badaniami z zakresu przydatności wody do spożycia, dlatego też znaczna liczba mieszkańców wsi korzysta z wody o nieznanach parametrach fizyczno-chemicznych i biologicznych mogącej zawierać szkodliwe dla człowieka zanieczyszczenia. Celem pracy jest określenie dynamiki zmian stężeń fosforanów w wodach ujmowanych ze studni zlokalizowanych we wsi Przeździec. Okres badawczy obejmował okres od marca 2009 roku do lutego 2010 roku. Badaniami objęto 6 studni kopanych zbudowanych z kęgrów betonowych lub z kamienia. Wyniki badań potwierdzają fakt iż, słabo zabezpieczone studnie cechują się gorszą jakością wody. Jednakże w analizowanym przypadku, średnie stężenie fosforanów we wszystkich studniach było bardzo niskie, a wody z nich ujmowane zaliczono do II i III klasy według Rozporządzenia MŚ (2008).

Słowa kluczowe: woda, studnie kopane, związki fosforu, tereny wiejskie, ujęcie wody

Summary

The individual water intakes are an important source of water supply for human consumption in Polish rural areas. The wells are often not covered by research in range of water suitability for human consumption, therefore,

a significant number of rural inhabitants use water of unknown parameters, physico-chemical and biological likely to contain contaminants harmful to humans.

The main goal of this research has been determination of changes in concentrations of phosphorus compounds in water from wells located in the village Przeździeża. The research has covered the period from March 2009 until February 2010. The six wells constructed of concrete rings or from a stone has been analyzed. The following parameters has been determined: phosphate. The results of this research indicate that, poorly protected wells are characterized by worse water quality. The results confirm the fact that, poorly protected wells are characterized by a poorer quality of water. However, the average concentration of phosphate in all wells was very low, and each of them corresponded to the obligatory standards in Poland.

Key words: *water, wells dug, phosphorus compounds, rural areas, water intake*

WSTĘP

W Polsce na terenach wiejskich dość ważnym źródłem zaopatrzenia ludności w wodę na cele spożywcze są indywidualne ujęcia wody. Ujęcia takie często nie są objęte badaniami z zakresu przydatności wody do spożycia, dlatego też znaczna liczba mieszkańców wsi korzysta z wody o nieznanymi parametrach fizyczno-chemicznych i biologicznych mogącą zawierać szkodliwe dla człowieka zanieczyszczenia. Wody pochodzące ze studni kopanych są szczególnie narażone na dopływ zanieczyszczeń, zwłaszcza związków azotu i fosforu. Badania GUS [Ochrona Środowiska, 2009] wykazują, że w 2006 r. w Polsce jakość wód w 27,3% skontrolowanych studniach przyzagrodowych wiejskich i w 56,3% studniach publicznych nie spełniała ustawowych wymogów.

Studnie kopane, z uwagi na technologię wykonania, są studniami płytkimi o głębokości do 10 m [Gabryszewski, Wieczysty 1985; Przewłocki i in. 1970]. Stąd pojawia się duże zagrożenie dotyczące odpowiedniej jakości wód ujmowanych za pomocą studni kopanych. Woda w płytkich studniach kopanych narażona jest na zanieczyszczenia pochodzące z różnych źródeł, w tym istotne znaczenie ma zagospodarowanie terenu oraz opady deszczu. W tabeli 1 przedstawiono wybrane rodzaje zagospodarowania zlewni w odniesieniu do rocznego odpływu fosforu.

Przyjmuje się, iż jednym z najistotniejszych parametrów wpływających negatywnie na jakość wody w studniach jest niewłaściwe użytkowanie terenu wokół studni [Koc i in. 2004]. Nieodpowiednia lokalizacja studni na terenie działki - zbyt bliskie odległości od budynków mieszkalnych i inwentarskich oraz nieszczelne szamba wydatnie wpływają na skład fizykochemiczny wody.

Tabela 1. Współczynniki odpływu fosforu ze zlewni o różnym sposobie zagospodarowania oraz wnoszone z opadami atmosferycznymi [Koc i in. 2004]
Table 1. The phosphorus runoff coefficients from basins with regard to various methods of management and precipitation [Koc i in. 2004]

| Rodzaj zagospodarowania zlewni | Odpływ P kg · ha ⁻¹ · rok ⁻¹ |
|--------------------------------|---|
| Grunty orne | 0,06-2,9 |
| | 0,56 |
| | 0,16-0,24 |
| | 0,4 |
| | 0,11-0,13 |
| | 0,65 |
| Tereny zabudowane | 1,0-5,3 |
| | 0,9 |
| | 5,1 |

Tabela 2. Średnie i zakresy stężeń fosforu w różnych typach wód śródlądowych [Koc i in. 2004]

Table 2. Mean and ranges of phosphorus concentrations in different types of inland waters [Koc i in. 2004]

| Obiekt badań | Stężenie P _{og} · mgP · dm ⁻³ | Stężenie P-PO ₄ mgP · dm ⁻³ |
|---|--|---|
| Wody gruntowe w różnych regionach Polski (odpływy drenarskie) | 0,30 | - |
| Wody gruntowe w różnych regionach Polski (piezometry) | 0,90 | - |
| Wody gruntowe z pól uprawnych | 0,304 | 0,137 |
| Woda gruntowa z terenu wsi | 0,65 | - |
| j.w. w pobliżu licznych źródeł zanieczyszczeń | 0,99 | - |
| Woda gruntowa w pobliżu rowu odprowadzającego ścieki | 9,18 | - |
| Wody studni wiejskich okolic nowego Sącza | 0,030 | - |
| Wody studni wiejskich okolic Szczecina | 0,566 | - |

Zawartość związków fosforu w wodach gruntowych (tabela 2) jest wynikiem nie tylko działalności człowieka, ale także efektem procesów zachodzących w glebie. Wielkość stężenia tych związków zależy od rodzaju i związku gleb, wielkości opadów atmosferycznych, intensywności migracji tych związków w profilu glebowym oraz naturalnych potrzeb roślin i bakterii glebowych [Rauba 2009]. Fosfor, w przeciwieństwie do azotu, jest pierwiastkiem bardzo słabo przemieszczającym się w glebie. Wymywanie fosforu z gleby występuje w określonych warunkach glebowych. W glebach silnie kwaśnych jony fosforanowe przechodzą w nierozpuszczalne fosforany hydroksyglinowe lub hydroksyżelowe, natomiast w glebach o odczynie zasadowym powstają nierozpuszczalne fosforany 3-wapniowe [Drozd i in. 2002]. Zatem fosforany najłatwiej wymywane są z gleb mających z punktu widzenia rolniczego prawidłowy odczyn (pH = 6-7).

W licznych pracach wykazywano nieodpowiednią jakość wody w przydomowych studniach [Sapek B. 1995, Sapek B., Sapek A. 2006; Sikorski 2005; Jaszczyński i in. 2006; Wojciechowski 2010; Wiśniowska-Kielian B, Murzyn 2008]. Prezentowana praca ma na celu przedstawienie wyników badań dotyczących zawartości fosforanów w wodach do spożycia przez ludzi występujących w studniach kopanych we wsi Przeździeca, gmina Wleń.

OPIS OBIEKTÓW BADAWCZYCH

Monitoringiem badań objęto sześć studni, służących do zaopatrzenia w wodę do spożycia przez ludzi. Studnie te należały do gospodarstw domowych położonych we wsi Przeździeca w gminie Wleń. Obszar gminy charakteryzuje się urozmaiconą i bogatą rzeźbą terenu, a znaczna jej powierzchnia to obszary chronione (Park Krajobrazowy Doliny Bobru, planowany obszar ochrony siedlisk NATURA 2000). Wieś Przeździeca jest to wieś typowo rolnicza, zamieszkiwana przez około 100 osób. Powierzchnia wsi wynosi 507,07 ha. Wieś ta, nie jest podłączona do sieci kanalizacji sanitarnej ani do sieci wodociągowej. W najbliższych latach w gminie planowane jest, w przypadku znalezienia odpowiednich zasobów wodnych zwodociągowanie, a później skanalizowanie. Przeprowadzone badania obejmowały analizę próbek wody pobieranej na cele spożywcze z sześciu studni kopanych zlokalizowanych na terenie wsi.

Pierwszy obiekt badawczy (studnia nr 1), położony jest w południowej części wsi, na rzędnej około 230 m n.p.m. Obudowa wewnętrzna studni wykonana jest z kamienia i wystaje ponad powierzchnię terenu na wysokość 22 cm, a od góry zabezpieczona jest pokrywą z blachy. Studnia nr 2 zlokalizowana jest w zachodniej części wsi, na rzędnej poniżej 230 m n.p.m, w obrębie terenu zabudowy mieszkaniowej zagrodowej oraz jednorodzinnej. Obiekt ten znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie lokalnej drogi. Studnia nr 3 znajduje się w północnej części wsi, na wysokości około 240 m n.p.m. Obiekt ten zbudowany jest z kamienia i ma zewnętrzną obudowę wystającą na wysokość 34 cm. Studnia ta charakteryzuje się wysokim poziomem zwierciadła wody. Kolejny obiekt badawczy to studnia nr 4, zlokalizowana w środkowej części wsi. Studnia ta jest najgłębszą ze wszystkich analizowanych studni. Zbudowana jest z kręgów betonowych, a górna część cembrowiny sięga 65 cm ponad powierzchnię terenu. Studnia nr 5 zlokalizowana jest w środkowej części wsi, na wysokości poniżej 230 m n.p.m. Studnia ta zbudowana jest z kamiennych bloków, a wysokość cembrowiny sięga 65 cm ponad powierzchnię terenu. Obiekt jest dobrze zabezpieczony od góry dwoma kręgami betonowymi, a najbliższe otoczenie studni zabezpieczone jest betonową powierzchnią nieprzepuszczającą. Studnia 6 znajduje się we wschodniej części wsi, na wysokości 240 m n.p.m. Studnia ta zbudowana jest z betonowych kręgów z cembrowiną o wysokości 22 cm. Od góry zabezpieczona jest ona masywną pokrywą betonową.

METODYKA BADAŃ

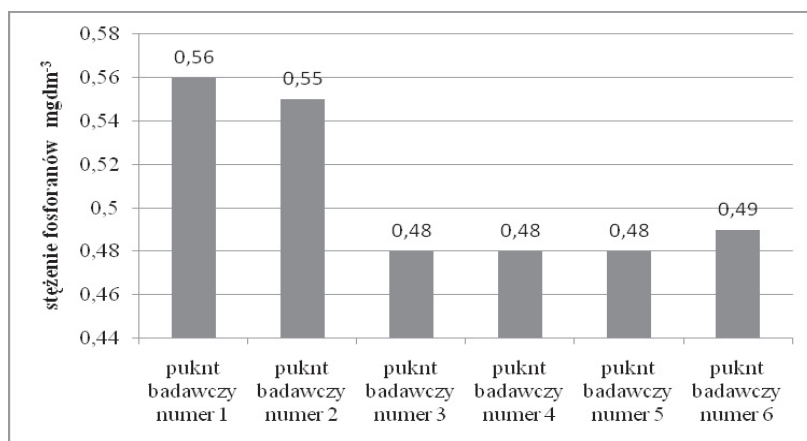
W analizowanych próbkach oznaczono każdorazowo stężenie fosforanów z jednoczesną kontrolą głębokość położenia zwierciadła wody. Stężenie fosforanów w trzykrotnym powtórzeniu oznaczano metodą kolorymetryczną z chlorkiem cynowym.

Okres badawczy obejmował przedział czasowy od marca 2009 r. do lutego 2010 r. Próbkę wody pobierane były ze studni kopanych zlokalizowanych na terenie wsi Przeździeca (gmina Wleń) z częstotliwością 1 miesiąca.

Jakość wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi reguluje Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 roku [Dz.U. 2010 nr 72 poz. 466]. Rozporządzenie to reguluje wymagania stawiane wodzie jednak w ww. rozporządzeniu nie ma wytycznych dotyczących norm fosforanów, dlatego też uzyskane wyniki interpretowano w oparciu o Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 roku w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych [Dz.U. 2008 nr 143 poz. 896].

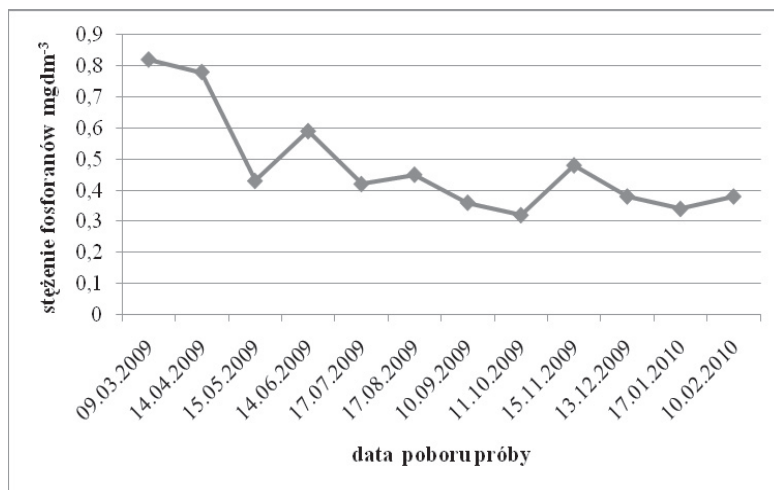
WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartości fosforanów w badanych studniach w większości przypadków kształtowały się w zakresie od 0,48 do 0,56 mg·dm⁻³ w okresie badawczym od III 2009 do II 2010 roku. Średnie stężenie fosforanów na poziomie 0,48 mg·dm⁻³ cechowało obiekty badawcze numer 3, 4 i 5, natomiast średnie stężenie fosforanów w obiekcie numer 1 wynosiło 0,56 mg·dm⁻³ (rys. 1).



Rysunek 1. Wartości średnie stężeń fosforanów w poszczególnych obiektach badawczych na terenie wsi Przeździeca
Figure 1. The average values of phosphorus concentrations in research objects in Przezdzieca village

Rozkład średnich stężeń fosforanów we wszystkich obiektach był porównywalny. Na wszystkich obiektach zaobserwowano wyraźne spadki stężeń w maju, lipcu, październiku oraz w styczniu, a zdecydowane wzrosty wystąpiły w czerwcu, listopadzie i lutym. Sytuację tą obrazuje przykładowy wykres stężeń fosforanów w wodach obiektu badawczego numer 4 (rys. 2).



Rysunek 2. Stężenia fosforanów w próbkach wody ze studni numer 4
Figure 2. The phosphate concentration in water samples from well number 4

Fosfor w przeciwieństwie do azotu jest mniej ruchliwy i w mniejszym stopniu przemieszcza się w glebie, ma też możliwość kumulowania się po rozkładzie związków organicznych [Wiśniowska-Kielian, Murzyn 2008]. Ilość fosforu jest uzależniona od rodzaju użytków rolnych, rodzaju gleb oraz opadów atmosferycznych. Największe stężenia związków fosforu można zaobserwować na glebach organicznych, co wynika ze słabego ich przemieszczania się w profilu glebowym i z rozkładu związków organicznych [Rauba 2009].

Wyraźne obniżenie stężeń fosforanów oraz fosforu ogólnego zwykle świadczy o spadku obciążenia wód powierzchniowych nieoczyszczonymi ściekami.

Z literatury wiadomo [Sojka i in. 2007], iż związki fosforu w wodach powierzchniowych są pobierane przez rośliny wodne (w tym fitoplankton), lecz z drugiej strony są też uwalniane z osadów dennych w warunkach beztlenowych.

Badania stężenia fosforanów w wodach studziennych prowadzone na terenie gminy Wleń pozwoliły na wstępną ocenę ich stanu czystości i przydatności do spożycia. W trakcie prowadzonego monitoringu wód studziennych wsi Przeździec stężenie fosforanów (PO_4) wynosiło średnio od 0,25 do 0,96 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (tabela 3).

Tabela 3. Charakterystyka wód podziemnych pobieranych z obiektów badawczych 1-6
Table 3. Characteristics of groundwater taken from the estuary of research objects 1-6

| Wybrane parametry statystyczne | Stężenie fosforanów [mg·dm ⁻³] | Głębokość zwierciadła wody [cm] |
|--------------------------------|--|---------------------------------|
| Obiekt badawczy numer 1 | | |
| Minimum | 0,25 | 14 |
| Maksimum | 0,96 | 82 |
| Średnia | 0,55 | 48,2 |
| Odchylenie standardowe | 0,23 | 0,2 |
| Obiekt badawczy numer 2 | | |
| Minimum | 0,3 | 253 |
| Maksimum | 0,84 | 470 |
| Średnia | 0,55 | 405,3 |
| Odchylenie standardowe | 0,17 | 71,2 |
| Obiekt badawczy numer 3 | | |
| Minimum | 0,32 | 1 |
| Maksimum | 0,83 | 22 |
| Średnia | 0,48 | 5,5 |
| Odchylenie standardowe | 0,16 | 6,7 |
| Obiekt badawczy numer 4 | | |
| Minimum | 0,32 | 795 |
| Maksimum | 0,82 | 915 |
| Średnia | 0,48 | 857,8 |
| Odchylenie standardowe | 0,16 | 39,3 |
| Obiekt badawczy numer 5 | | |
| Minimum | 0,29 | 151 |
| Maksimum | 0,79 | 254 |
| Średnia | 0,48 | 214,2 |
| Odchylenie standardowe | 0,16 | 24,4 |
| Obiekt badawczy numer 6 | | |
| Minimum | 0,25 | 448 |
| Maksimum | 0,87 | 501 |
| Średnia | 0,49 | 475,5 |
| Odchylenie standardowe | 0,21 | 22,7 |

Minimalne stężenie fosforanów stwierdzono w wodach badanych studni nr 1 i 6 zaś w pozostałych ujęciach wartości średnie kształtowały się na poziomie od 0,48 do 0,56 mg·dm⁻³. W żadnym z badanych ujęć w okresie badań nie została przekroczona dopuszczalna norma wynosząca 5 mg P₂O₅ dm⁻³. Nadmiar fosforanów może być niebezpieczny dla zdrowia ludzi i zwierząt, gdyż mogą je buforować kwasy żołądkowe, a także wypłukiwać wapń z kości oraz osłabiać wchłanianie magnezu, cynku i żelaza [Raczuk J. 2006].

Najwyższe stężenia fosforanów odnotowano w miesiącach wiosennych (w marcu i kwietniu). Mogło to być spowodowane nagromadzeniem składników pokarmowych, które dopiero w okresie wiosenno-letnim są wykorzystywane przez rośliny w trakcie wzrostu. Bazując na wynikach badań innych autorów

[Sapek B. 1995; Skorbiłowicz M., Skorbiłowicz E. 2008; Raczuk 2006] należałoby się spodziewać dużo większych stężeń fosforanów w okresie jesiennym. Analizując jednak wyniki badań z objętej monitoringiem wsi, odnotowano, iż w listopadzie stężenie fosforanów wzrosło w stosunku do miesięcy poprzednich do $0,37-0,48 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, najwyższe stężenie zarejestrowano w miesiącach wiosennych ($0,69-0,96 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$). Najniższe stężenia fosforanów zauważono w październiku ($0,25-0,32 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$).

WNIOSKI

Badaniami objęto wody studzienne zlokalizowane we wsi Przeździeca znajdującej się w gminie Wleń. Wszystkie studnie czerpią wodę z czwartorzędowego poziomu wodonośnego. Monitoringiem objęto stężenie fosforanów występujące w wodach ujmowanych do spożycia przez ludzi. Wyniki badań porównywano ze stężeniem ujętym w Rozporządzeniu MŚ (2008). Stężenia fosforanów we wszystkich studniach były stosunkowo niskie i wynosiły średnio $0,51 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, nie przekraczając wartości podanych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska (Dz.U. 2008 nr 143 poz. 896) dla klas II i III. Najwyższe stężenia fosforanów odnotowano w marcu i kwietniu. Przedstawione badania fosforanów należy uznać za wstępne i należy je kontynuować z uwagi na duże zagrożenia dla człowieka.

BIBLIOGRAFIA

- Drozd M. Licznar ST. Licznar J. Weber. *Gleboznawstwo z elementami mineralogii i petrografii*. Wyd. AR Wrocław. 2002. 210 ss.
- Gabryszewski T. Wiczysty A. *Ujęcia wód podziemnych*. Warszawa: ARKADY. 1985. 307 ss.
- Jaszczyński J. Sapek A. Chrzanowski S. *Wskaźniki chemiczne wody do picia z ujęć własnych w gospodarstwach wiejskich w otulinie Biebrzańskiego Parku Narodowego*. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, tom 6, zeszyt 2(18). 2006. s. 129–142.
- GUS. Główny Urząd Statystyczny. *Ochrona Środowiska*, 2009.
- Koc J. Koc-Jurczyk J. Solarski K. *Wielkość i dynamika odpływu azotu z wodami z obszarów rolniczych*. Polskie Towarzystwo Gleboznawcze. Rzeszów: Południowo-Wschodni Oddział Towarzystwa Inżynierii Ekologicznej z siedzibą w Rzeszowie. Zeszyt nr 11. 2009. s. 121–128.
- Koc J. Skwierawski A. *Fosfor w wodach obszarów rolniczych*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1017/2004, Chemia, związki fosforu w chemii, rolnictwie, medycynie i ochronie środowiska, 2004. s. 165–182.
- Przewłocki O, Tkaczhenko A. Czarnocki K. *Studnie*. Warszawa: ARKADY, 1970. 296 ss.
- Raczuk J. *Związki azotu w wodach studziennych gminy Sokółów Podlaski*. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, tom 57, nr 1/2006. s. 49–56.
- Rauba M. 2009. *Zawartość związków azotu i fosforu w wodach gruntowych zlewni użytkowanej rolniczo na przykładzie zlewni rzeki Śliny*. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych. Numer 40/2009. s. 505–512.

- Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [Dz.U. 2010 nr 72 poz. 466].
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 roku w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych [Dz.U. 2008 nr 143 poz. 896].
- Sapek B. *Wymywanie azotanów oraz zakwaszenie gleby i wód gruntowych w efekcie działalności rolniczej*. Falenty: IMUZ. Materiały Informacyjne nr 30, 1995. s. 31.
- Sapek B. Sapek A. *Nagromadzenie składników nawozowych w glebie i wodzie gruntowej z zagrody i jej otoczenia w gospodarstwach demonstracyjnych w dwóch gminach województwa kujawsko-pomorskiego*. Wiadomości melioracyjne i łąkarskie. Numer 3/2006. s. 137–141.
- Sikorski M. *Eksplatacja urządzeń wodociągowych i kanalizacyjnych w regulacjach prawnych*; Ekotechnika.; Nr 1/33/05. s. 24–28.
- Skorbiłowicz M. Skorbiłowicz E. *Quality of well waters in context of the content of nitrogen and phosphorus compounds in the Upper Narew River Valley*, Journal of Elementology, Quarterly Reports issued by the Polish Society of Magnesium Research, vol.13, no. 4, 2008. s. 625–635.
- Sojka M. Murat-Błazejewska S. Kanclerz J. *Ocena czasowej zmienności ładunków związków azotu i fosforu wymywanych ze zlewni rolniczej*. Inżynieria ekologiczna, Melioracje wodne w kształtowaniu i ochronie środowiska 18/2007. s. 153-154.
- Wiśniowska-Kielian B. Murzyn M. *Ocena jakości wody z ujęć wody pitnej w gminie Wiśniowa*, Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych nr 35/36, 2008 s. 123-131.
- Wojciechowski J. *Jakość wody w studniach kopanych* <http://www.technologia-wody.pl/index.php?req=praktyka&id=25> [dostęp: 25 października .10.2010]

Dr inż. Katarzyna Pawęska
Dr inż. Beata Malczewska
Instytut Inżynierii Środowiska,
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,
pl. Grunwaldzki 24, 50-365 Wrocław
tel. (071)3 20-55-56, email:katarzyna.paweska@up.wroc.pl
tel. (071)3 20-55-19, email:beata.malczewska@up.wroc.pl

Mgr inż. Barbara Zyglińska
Wojewódzki Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa
ul. Zwycięzców 24, 59-600 Lwówek Śląski

Recenzent: *Prof. dr hab. inż. Antoni T. Miler*