

*Andrzej Wałęga, Krzysztof Chmielowski, Stefan Satora*

**STAN GOSPODARKI WODNO-ŚCIEKOWEJ W POLSCE  
W ASPEKcie WDRAŻANIA RAMOWEJ  
DYREKTYWY WODNEJ**

***WATER AND WASTEWATER MANAGEMENT CONDITION  
IN POLAND REGARDING WATER FRAMEWORK  
DIRECTIVE IMPLEMENTATION***

**Streszczenie**

Celem artykułu jest przedstawienie zmian jakie zaszły w gospodarce wodnej i ściekowej w kraju w okresie przed i w trakcie wdrażania RDW. Podstawą analizy były dane z roczników statystycznych GUS – Ochrona Środowiska oraz raportów z wdrażania Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych.

Całkowita ilość oczyszczanych ścieków w Polsce wzrosła o około 37,9% w wieloletniu 1980–2007, natomiast aż o 83,4% zmniejszyła się ilość ścieków nieoczyszczonych odprowadzanych do środowiska. Obserwuje się przy tym tendencje do wzrostu ilości ścieków oczyszczanych w wysokosprawnych technologiach. Bezpośrednim przejawem poprawy sytuacji w zakresie oczyszczania ścieków jest tendencja do zmniejszania się ładunków BZT<sub>5</sub>, zawiesiny ogólnej, azotu ogólnego i fosforu ogólnego w ściekach odprowadzanych do wód lub do ziemi. Tendencja ta jest zwłaszcza widoczna w przypadku dwóch pierwszych wskaźników. W związku z wprowadzaniem Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków od 1990 roku widoczny jest wyraźny przyrost ludności miast korzystających z oczyszczalni ścieków. Występują niestety dysproporcje w zakresie liczby mieszkańców miast i wsi korzystających z kanalizacji i oczyszczalni ścieków. Na koniec 2006 r. około 85% ludności miast korzystała z kanalizacji i oczyszczalni ścieków, natomiast na wsi wartość ta nie przekroczyła 25%. W obszarach wiejskich obserwuje się dużą dynamikę rozwoju systemów sanitarnych, bowiem przeciętnie każdego roku przyrasta około 1,3% ludności korzystającej z sieci kanalizacyjnej i 1,8% z oczyszczalni ścieków.

**Słowa kluczowe:** gospodarka wodno-ściekowa, Ramowa Dyrektywa Wodna, Krajowy Program Oczyszczania Ścieków Komunalnych

### Summary

*The aim of the article is to present the changes in water and wastewater management in Poland before and during the WFD implementation. The basis for the analysis was data from Statistical Yearbook from Central Statistical Office – Environment Protection and from National Programme for Municipal Waste Water Treatment implementation reports.*

*The total amount of the treated sewage in Poland increased by about 37,9% in multi-years period of 1980-2007, whereas the amount of untreated sewage delivered to the environment decreased by as much as 83,4%. Moreover, the tendency for increasing amount of sewage treated in high performance technologies is observed. The direct symptom of improvement in the situation is the tendency of decreasing BOD<sub>5</sub>, suspended solids, general nitrogen and general phosphorus in the sewage drained into water or ground. Such tendency is visible especially regarding the two first indexes. As a result of National Programme for Municipal Waste Water Treatment implementation since 1990 the increase of amount of people who use the sewage treatment plant is clearly seen. Unfortunately, disproportions occur in the amount of tenants of cities and villages who use the sanitation and sewage treatment plants. At the end of 2006 about 85% people in cities exploited the sanitation and sewage treatment plants, whereas in the villages this amount didn't transgress 25%. In the village areas high dynamism is observed in the sanitation systems development, due to yearly 1,3% increase of sanitation system users and 1,8% increase of sewage treatment plants users.*

**Key words:** *water and wastewater management, Water Framework Directive, National Programme for Municipal Waste Water Treatment*

### WPROWADZENIE

W wyniku przystąpienia Polski do struktur UE koniecznością stała się budowa rozwiązań, których naczelną zasadą jest: myśl globalnie – działaj lokalnie. Zasada ta wymaga stałego porządkowania istniejących i budowy nowych rozwiązań w zarządzaniu zasobami wodnymi we współpracy z wszystkimi zainteresowanymi podmiotami. Kraje UE od wielu lat realizowały politykę, której częścią było systematyczne zmierzanie do ustalenia ram polityki wodnej. Uwieńczeniem tej działalności było uchwalenie w dniu 23 października 2000 roku Ramowej Dyrektywy Wodnej numer 2000/60/WE. W najbardziej ogólnym ujęciu RDW ma na celu osiągnięcie dobrego stanu ekologicznego wszystkich rodzajów wód do 2015 roku.

Integracja Polski z Unią Europejską spowodowała, że wystąpiła konieczność nowelizacji zapisów prawa krajowego do wymogów stawianych przez przepisy unijne, w tym RDW. Znalazło to swoje odniesienie w nowelizacji Ustawy Prawo Wodne z 18 lipca 2001 r. (Dz.U. nr 115, poz. 1229, z późn. zm.) oraz Ustawy Prawo Ochrony Środowiska z 27 kwietnia 2001 r. (Dz.U. nr 62, poz. 627 z późn. zm.).

W rezultacie, by sprostać nowym wymogom prawnym w Polsce realizowane są od wielu lat działania związane z poprawą jakości wód powierzchniowych i podziemnych. Działania te to m. in. budowa i modernizacja systemu kanalizacyjnego i oczyszczalni ścieków czy też zmiany w gospodarowaniu odpadami, w tym osadami ściekowymi. Dla systemów odprowadzania i oczyszczania ścieków działania te skupione są przede wszystkim na obszarach wiejskich.

Celem pracy jest przedstawienie stanu gospodarki wodno-ściekowej w Polsce w okresie przed i w trakcie wdrażania Ramowej Dyrektywy Wodnej. Ponadto, w oparciu o dane z raportu nad realizacją Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych, dokonano analizy wielkości ładunku zanieczyszczeń biogennych odprowadzanych w oczyszczonych ściekach z obszarów województw.

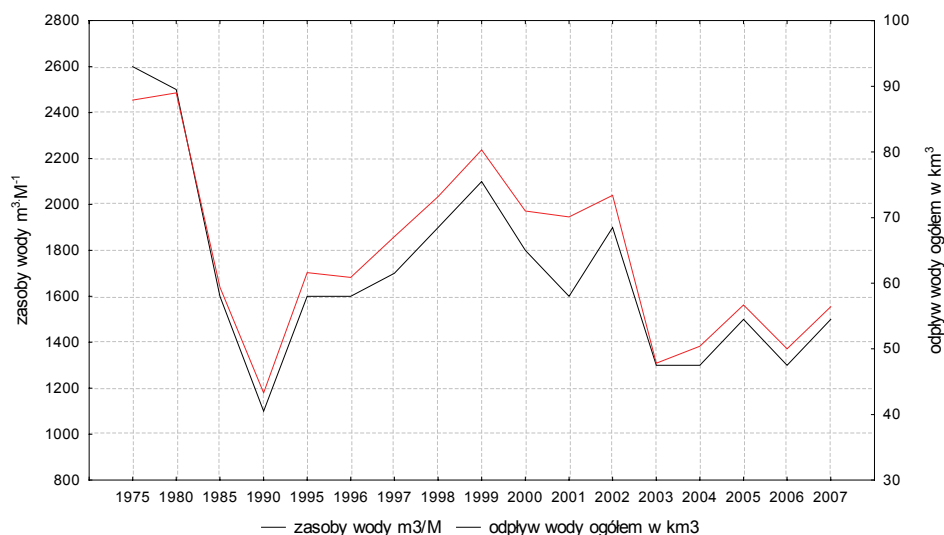
## **MATERIAŁ I METODY**

Dane wykorzystane na potrzeby niniejszego opracowania zostały zaczerpnięte z Rocznika Statystycznego GUS 2007 i 2008 Ochrona Środowiska oraz z Raportu nad realizacją Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych (KPOŚK) za rok 2007 r. Wykorzystując metodę analizy skupień wydzielono jednorodne obszary kraju w aspekcie wielkości ładunku azotu i fosforu odprowadzanego w ściekach oczyszczonych do wód lub do ziemi. W analizie wykorzystano informacje pochodzące w wcześniej wspomnianego Raportu nad realizacją KPOŚK, które obejmowały: średni roczny ładunek azotu i fosforu w ściekach oczyszczonych, liczbę oczyszczalni ścieków, liczbę oczyszczalni spełniających wymogi Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. nr 137, poz. 984), liczbę oczyszczalni z podwyższonym usuwaniem związków biogennych, równoważną liczbę mieszkańców, długość sieci kanalizacyjnej, procent ścieków komunalnych odprowadzanych siecią kanalizacyjną, przepustowość oczyszczalni. Wszystkie wspomniane charakterystyki odniesiono do poszczególnych województw.

## **WYNIKI I ANALIZA**

Naturalne zasoby wód powierzchniowych w Polsce [Hotłoś 2004], określone jako średni roczny odpływ wód powierzchniowych z wielolecia 1951–2000 wynosiły  $62,4 \text{ km}^3$ , natomiast w latach 1975–2007 –  $64,6 \text{ km}^3$  (wraz z dopływami z zagranicy). W odniesieniu do jednego mieszkańca w wieloleciu 1975–2007 średnie zasoby wynosiły  $1700,0 \text{ m}^3 \cdot \text{M}^{-1}$ . W Europie wskaźnik ten jest około trzykrotnie, a na świecie czterokrotnie wyższy niż w Polsce.

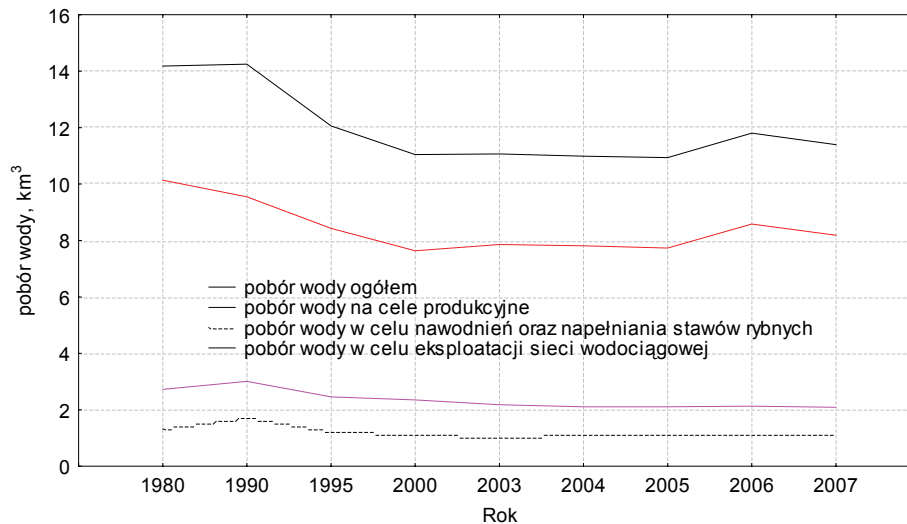
W ostatnim dziesięcioleciu zauważyć można tendencję do obniżania się zasobów wodnych w przeliczeniu na jednego mieszkańca – rysunek 1, na co wpływa przede wszystkim zmniejszanie się odpływu z obszaru kraju. Przyczyna tego tkwi m.in. w rosnącej zmienności opadów atmosferycznych i wzrostu częstości występowania zachmurzenia typu konwekcyjnego [Ziernicka-Wojtaszek 2006], co skutkuje występowaniem zarówno powodzi jak i susz. Obszary, w których występują największe deficyty opadów atmosferycznych to pas Nizin Środkowopolskich i Pojezierze Mazurskie. Natomiast najbardziej narażone na występowanie niżówek o dużych deficytach są zlewnie małe, nizinne o dużej przepuszczalności podłoża, gdzie dominują niżówki letnie [Fal 2007].



**Rysunek 1.** Zmienność zasobów wód powierzchniowych w wieloleciu 1975–2007  
**Figure 1.** Variability of surface water resources in the multi-years period of 1975–2007

Podstawowe znaczenie w zaopatrzeniu w wodę gospodarki narodowej i ludności mają zasoby wód powierzchniowych, z których pokrywa się około 84% całkowitych potrzeb. Z zasobów wód podziemnych pokrywa się około 15% potrzeb, a z odwadniania zakładów górniczych – 1%. W latach 1980–2007 zaobserwowano wyraźny spadek całkowitych poborów wody (rys. 2). W latach 2000–2005 pobór wody uległ stabilizacji i utrzymywał się na poziomie około 11,00 km<sup>3</sup>. W 2006 roku ponownie wzrosła ilość pobieranej wody do poziomu 11,81 km<sup>3</sup>, po czym uległ ponownemu obniżeniu do 11,4 km<sup>3</sup> w 2007 r. Średni pobór wody ogółem w analizowanym wieloleciu wyniósł 11,97 km<sup>3</sup>. Na przebieg poborów wody oddziaływał przede wszystkim przemysł. Średni pobór wody na cele produkcyjne wyniósł 8,44 km<sup>3</sup>, co stanowiło ponad 70% ogólnej

ilości pobranej wody. Wzrost całkowitej ilości poborów wody w latach 2005–2007 spowodowany jest zwiększeniem poborów wody na cele przemysłowe. W okresie 1980–2007 widoczna jest niewielka tendencja do obniżania ilości pobieranej wody przez wodociągi. Związane jest to m.in. ze zmniejszeniem zużycia wody przez ludność w gospodarstwach domowych. Istotną rolę odgrywa tu opomiarowanie zużycia wody ograniczającego marnotrawstwo i nieracjonalne jej wykorzystanie, a także stosowanie wodoszczędnych urządzeń sanitarnych i wzrostem świadomości ekonomicznej i ekologicznej społeczeństwa [Bergel, Satora 2003; Bergel, Bugajski 2008]. Średnia ilość wody pobieranej na nawodnianie użytków rolnych i napełnianie stawów rybnych wyniosła  $1,18 \text{ km}^3$ , co stanowiło niespełna 10% ogólnego poboru wody w analizowanym okresie i utrzymywał się na stałym poziomie.

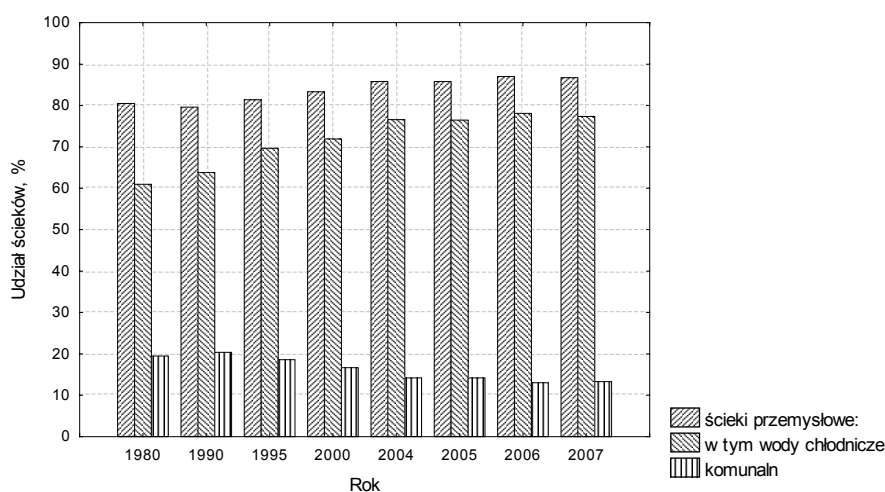


**Rysunek 2.** Wielkość i struktura poborów wody w wieloleciu 1980–2007

**Figure 2.** Size and structure of water withdrawal in the multi-years period of 1980–2007

Pobór wody na cele przemysłowe czy zaopatrzenia ludności związany jest z odprowadzaniem zużytej wody w postaci ścieków. W wieloleciu 1980–2007 odprowadzono ogółem  $79,9 \text{ km}^3$  ścieków, w tym  $66,8 \text{ km}^3$  ścieków przemysłowych i  $13,1 \text{ km}^3$  ścieków komunalnych. W ogólnej ilości odprowadzanych ścieków udział ścieków przemysłowych wynosił 83,6%, a komunalnych – 16,4%. W badanym okresie ilość ścieków przemysłowych zmniejszyła się o 14,7%, a komunalnych o 46,2%. Widoczna jest tendencja wzrostowa udziału ilości odprowadzanych ścieków przemysłowych w stosunku do odprowadzanych ogółem

(o 7,1%), natomiast zmniejsza się udział ścieków komunalnych (o 31,8%) – rysunek 3. Zmniejszenie się ilości ścieków odprowadzanych w badanym okresie związane jest w przypadku ścieków przemysłowych z przemianami społeczno-gospodarczymi czy wprowadzaniu wodoszczędnych technologii produkcji, natomiast w przypadku ścieków komunalnych – z oszczędnym gospodarowaniem wodą w gospodarstwach domowych [Pawełek, Bergel 2003].



**Rysunek 3.** Zmienność udziału odprowadzanych ścieków przemysłowych i komunalnych w stosunku do ogólnej ich ilości w latach 1980–2007

**Figure 3.** Variability of delivered industrial and communal sewage share compared to the total amount of sewage in the period 1980–2007

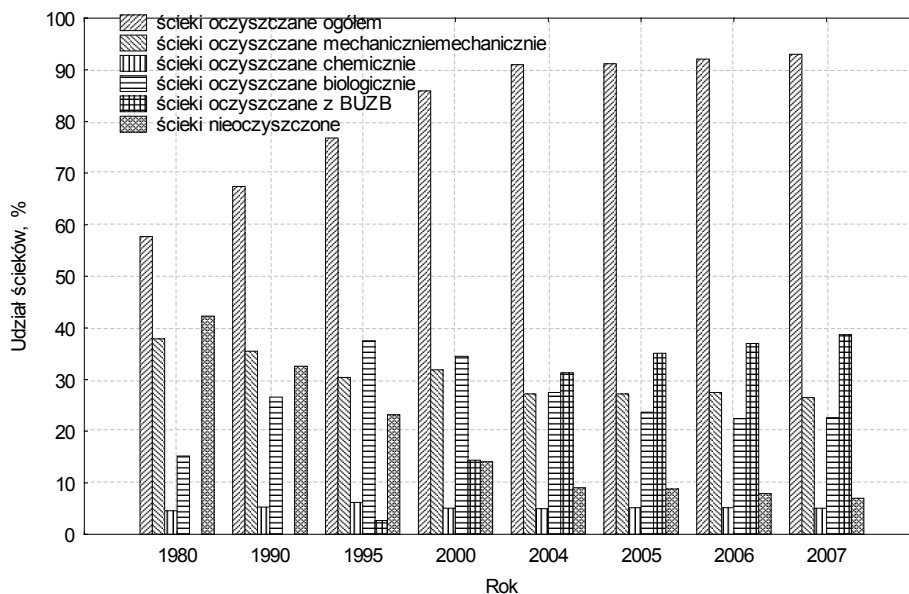
W odprowadzanych ściekach przemysłowych decydującą rolę odgrywają wody chłodnicze, których udział w ogólnej ilości tych ścieków waha się od 61,0 do 78,1%.

Zasadniczym celem RDW jest zapobieganie pogarszaniu się stanu wszystkich części wód powierzchniowych i podziemnych poprzez m.in. ograniczenie ładunku wprowadzanych substancji do środowiska. W zakresie usuwania zanieczyszczeń ulegających biodegradacji, zawartych w ściekach komunalnych, opracowany został Krajowy Program Oczyszczania Ścieków Komunalnych, który ma określić wykazy:

– aglomeracji, które powinny być wyposażone – w ustalonych terminach – w systemy kanalizacji zbiorczej i oczyszczalnie ścieków oraz wielkość ładunków zanieczyszczeń biodegradowalnych z tych aglomeracji koniecznych do usunięcia,

– przedsięwzięć w zakresie budowy i modernizacji zbiorczych sieci kanalizacyjnych oraz oczyszczalni ścieków komunalnych oraz terminy ich realizacji [KPOŚK 2003].

Efektom wdrożenia KPOŚK powinno być ograniczenie ilości ścieków nieoczyszczonych i wielkości ładunku zanieczyszczeń, zwłaszcza biogenych odprowadzanych z oczyszczonymi ściekami do środowiska przyrodniczego. W latach 1980–2004 obserwowano wzrost procentowego udziału ścieków oczyszczanych od 57,7 do 91,0% ogółu odprowadzanych ścieków (rys. 4). Po roku 2004 widoczna jest stabilizacja w ilości oczyszczanych ścieków. W związku z zapisem dotyczącym ograniczenia ładunku związków biogenych w ściekach, wzrasta udział ścieków oczyszczanych w oczyszczalniach z podwyższonym biologicznym usuwaniem związków biogenych (z 2,7% w roku 1994 do 38,7% w 2007). Można także zauważyć zmniejszenie się ilości ścieków oczyszczanych mechanicznie i brak wyraźnego trendu co do ilości ścieków oczyszczanych chemicznie i biologicznie.

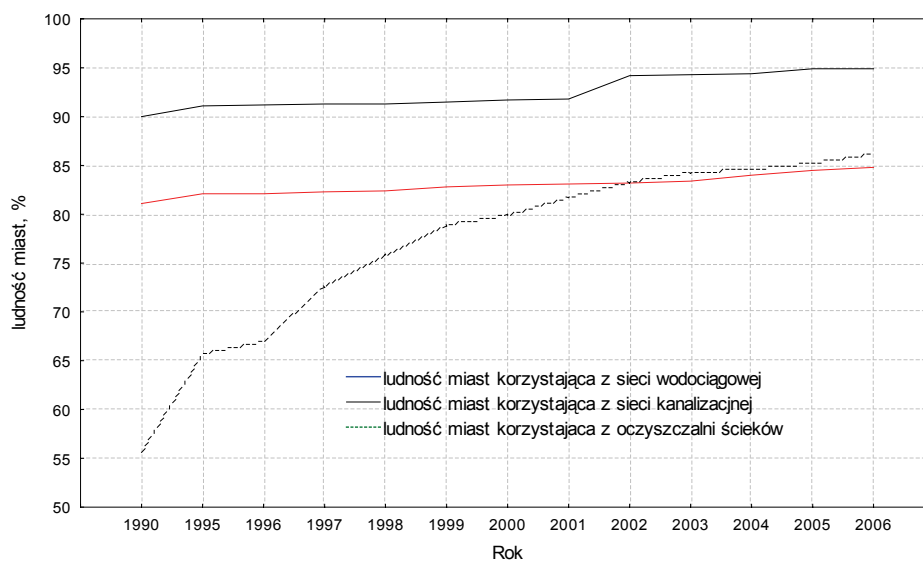


**Rysunek 4.** Procentowy udział ścieków oczyszczanych i nieoczyszczanych w stosunku do ilości ścieków powstających w okresie 1980–2007

**Figure 4.** Proportional share of treated and untreated sewage compared to the amount of sewage in the period 1980–2007

Wypełnienie zobowiązań przyjętych w Traktacie Akcesyjnym Polski do Unii Europejskiej w części dotyczącej wyposażenia aglomeracji w systemy kanalizacji zbiorczej i oczyszczalni ścieków wymagać będzie do 2015 r. budowy, rozbudowy i/lub modernizacji oczyszczalni ścieków komunalnych i systemów kanalizacji zbiorczej w aglomeracjach. Pod pojęciem aglomeracji rozumie się obszary, na których zaludnienie bądź działalność gospodarcza są na tyle skoncentrowane, aby konieczne było odprowadzanie ścieków systemami kanalizacji zbiorczej do oczyszczalni ścieków komunalnych [KPOŚK 2003].

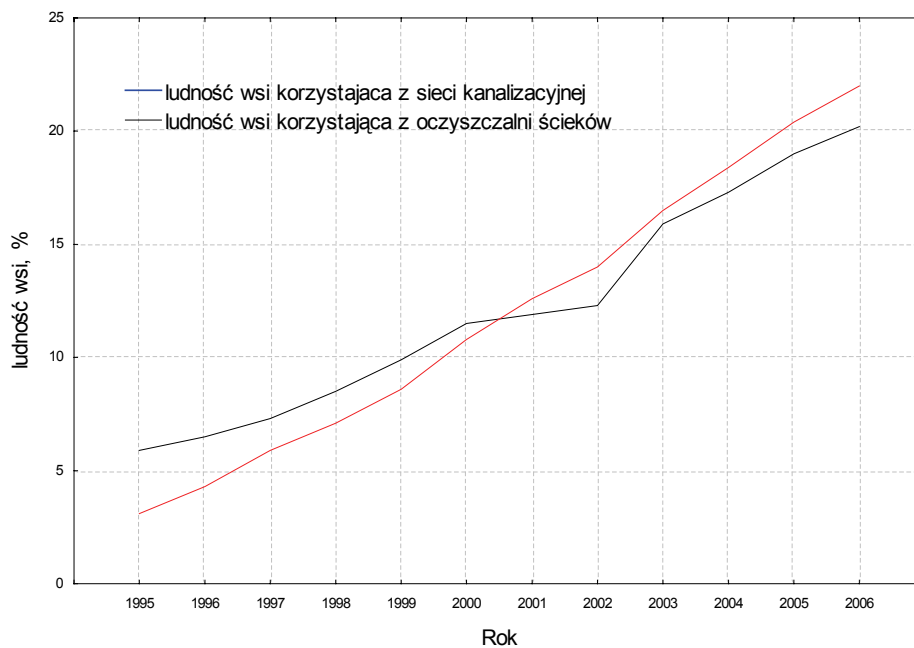
Na koniec 2006 roku 95,0% ludności miejskiej korzystało z sieci wodociągowej (rys. 5). W przypadku sieci kanalizacyjnej w roku 1990 – 81,1% ludności miejskiej korzystało z kanalizacji, by w 2006 r. wartość ta wzrosła do 86,2%. Największy przyrost ludności miast obsługiwanych przez oczyszczalnie ścieków miał miejsce na początku lat 90. XX wieku, by w późniejszym okresie odsetek ten wzrastał bardziej równomiernie. Na koniec roku 2006 – 86,2% ludności miast było obsługiwanych przez zbiorcze oczyszczalnie ścieków.



**Rysunek 5.** Procentowy udział liczby ludności miast korzystającej ze zbiorowego zaopatrzenia w wodę i odprowadzania ścieków oraz obsługiwanych przez oczyszczalnie ścieków w wieloletnim okresie 1990–2006  
**Figure 5.** Proportional share of people in cities who used the central water supply, wastewater collection and treatment, and sewage treatment plants in the multi-years period of 1990–2006



W wieloleciu 1995–2006 udział ludności wiejskiej korzystającej z sieci kanalizacyjnej wzrósł o prawie 71%, a obsługiwanych przez oczyszczalnie ścieków o 86% – rysunek 6. Dynamiczny rozwój infrastruktury kanalizacyjnej i oczyszczalni ścieków w obszarach wiejskich w znacznej mierze spowodowany jest wymogami stawianymi przez dyrektywy oraz pomoc finansową UE.



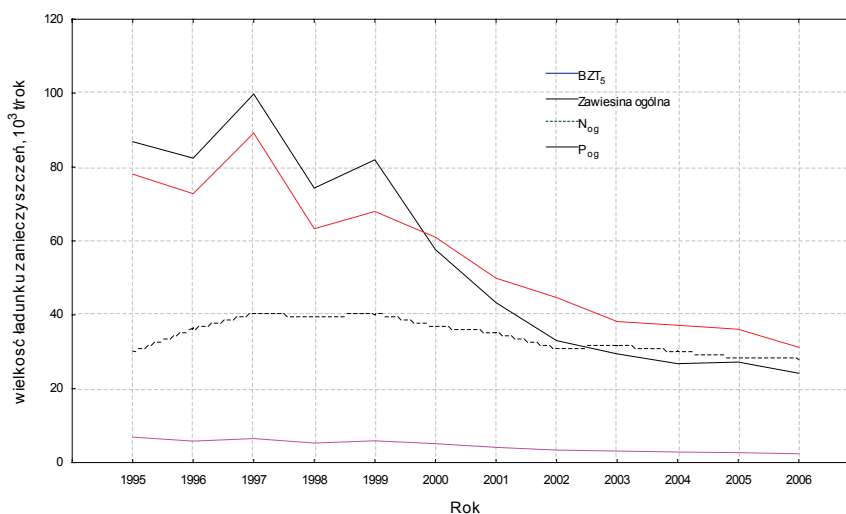
**Rysunek 6.** Procentowy udział ludności wiejskiej korzystającej z sieci kanalizacyjnej i oczyszczalni ścieków

**Figure 6.** Proportional share of people in villages who used the sanitation systems and sewage treatment plants

Pomimo znacznego wzrostu długości sieci kanalizacyjnej na wsi potrzeby w tym zakresie są zaspakajane w niewielkim stopniu. Zdecydowanie większą rolę odgrywa kanalizacja lokalna, za pomocą której odprowadza się ścieki do zbiorników bezodpływowych. Ten sposób radzenia sobie z nieczystościami jest szczególnie powszechny w gminach południowo-zachodniej i zachodniej Polski [Wesołowska, Dobrowolski 2007]. Sprawnemu działaniu kanalizacji winna towarzyszyć odpowiednio gęsta sieć oczyszczalni ścieków. Znaczne dysproporcje pomiędzy ludnością wiejską obsługiwaną przez oczyszczalnie ścieków w stosunku do mieszkańców miast wynikają z faktu, że w niewystarczającym stopniu jest realizowana zbiorcza kanalizacja terenów zwodociągowanych. Mimo dyna-

micznego rozwoju sieci kanalizacyjnej na wsi, jej długość stanowi 19% długości sieci wodociągowej. Obliczenia wykonane przez Pięcek [2005] wykazały, że przy założeniu, iż tempo budowy sieci będzie podobne jak w ostatnich latach, zrównanie liczby przyłączy kanalizacyjnych z wodociągowymi nastąpi dopiero w 2029 r. W celu poprawy infrastruktury sanitarnej w obszarach wiejskich opracowano „Program wyposażenia aglomeracji poniżej 2000 RLM w oczyszczalnie ścieków i systemy kanalizacji sanitarnej” [Program ... 2007]. Program ten obejmuje 379 aglomeracji, z których w 29 konieczna jest budowa nowych oczyszczalni ścieków, a dla osiągnięcia co najmniej 85% poziomu obsługi mieszkańców zbiorczymi systemami kanalizacyjnymi konieczna jest budowa 1241 km sieci kanalizacyjnej zapewniających przyrost 151 700 obsługiwanych mieszkańców. Według autorów Programu, wielkość nakładów finansowych na realizację zapisanych celów stanowi 2% nakładów poniesionych na realizację KPOŚK.

Poprawa wyposażenia obszarów miast i wsi w sieć kanalizacyjną i oczyszczalnie ścieków prowadzi do zmniejszenia ładunku zanieczyszczeń wprowadzanych ze ściekami do odbiorników- rysunek 7. Tendencja do zmniejszania ładunku zanieczyszczeń w ściekach widoczna jest głównie w przypadku takich wskaźników jak BZT<sub>5</sub> i zawiesina ogólna. W przypadku BZT<sub>5</sub> redukcja ładunku w ciągu 11 analizowanych lat wyniosła 72,1%, natomiast zawiesiny ogólnej – 60%.



**Rysunek 7.** Zmienność ładunków podstawowych wskaźników zanieczyszczeń odprowadzanych z oczyszczonymi ściekami do odbiorników z obszaru kraju w wieloletnim okresie 1995–2006

**Figure 7.** Variability of the basic pollution indexes' load delivered with the treated sewage to the collectors from the whole country in the multi-years period of 1995–2006

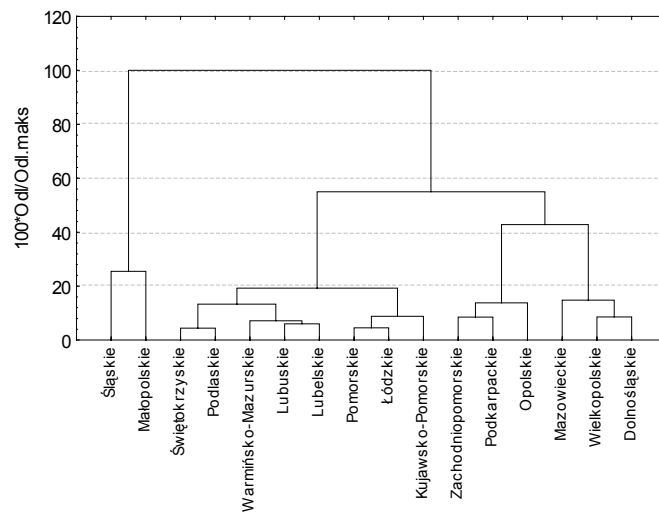
Interesujący jest bardzo podobny przebieg zmienności obu rozpatrywanych wskaźników zanieczyszczeń w omawianym wieloleciu. Do 2000 r. ładunki BZT<sub>5</sub> w ściekach oczyszczonych były wyższe niż w przypadku zawiesiny ogólnej, co ma związek z faktem, iż w tym okresie ścieki były oczyszczane głównie mechanicznie i mechaniczno-biologicznie. W okresie po 2000 r. w którym wzrosły wymogi odnośnie usuwania ze ścieków związków biogenych, ładunek BZT<sub>5</sub> jest mniejszy niż zawiesiny ogólnej. W oczyszczalniach, w których proces oczyszczania prowadzony jest równocześnie w warunkach beztlenowych, niedotlenionych i tlenowych następuje pogłębione usuwanie substancji organicznej, co przejawia się ograniczeniem ładunku BZT<sub>5</sub> w ściekach oczyszczonych.

Wprowadzenie po 2000 r. w oczyszczalniach procesów zwiększających usuwanie związków biogenych (defosfatacji, nitrifikacji i denitrifikacji) przejawia się w wyraźnej redukcji ładunku azotu ogólnego i fosforu ogólnego w ściekach oczyszczonych. W latach 1999-2006 redukcja ładunku azotu ogólnego ze ścieków wyniosła 30,2%, a fosforu ogólnego – 59,3%. W przypadku ładunku azotu ogólnego do roku 1999 widoczny jest jego rosnący trend, co wynika z braku w tym okresie oczyszczalni z możliwością biologicznej redukcji związków azotu – rysunek 4. Taka tendencja nie występuje w przypadku fosforu ogólnego, który może być usuwany także w konwencjonalnych oczyszczalniach na drodze chemicznej.

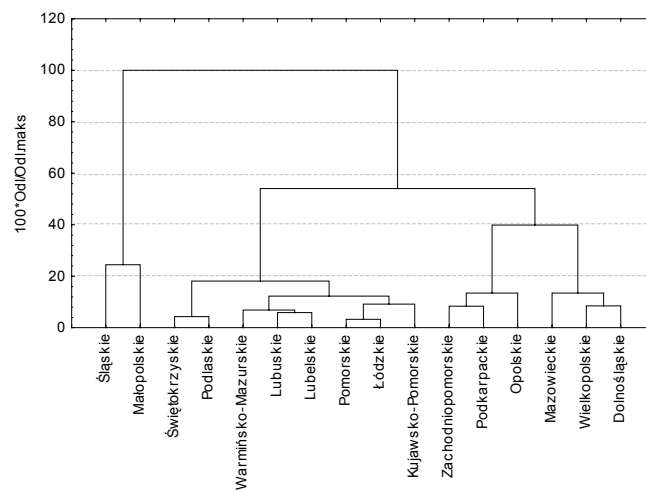
W oparciu o raport z realizacji KPOŚK dla aglomeracji powyżej 2000 RLM na koniec 2007 r. dokonano analizy wielkości średniego rocznego ładunku azotu ogólnego i fosforu ogólnego odprowadzanego w ściekach oczyszczonych z poszczególnych województw z uwzględnieniem stanu wyposażenia w infrastrukturę kanalizacyjną i oczyszczalnie ścieków. Analizę przeprowadzono w oparciu o grupowanie obiektów metodą Warda. Rezultaty przeprowadzonych obliczeń przedstawiono na rysunku 8.

Analizując przebieg grupowania dla ładunków azotu ogólnego i fosforu ogólnego, można wydzielić na poziomie 40% odległości wiązania cztery skupienia województw: pierwsze tworzone przez 2 województwa, drugie skupiające 8 województw, trzecie i czwarte z 3 województwami każde. Pierwsze skupienie tworzą województwa śląskie i małopolskie, które na tle pozostałych wyróżniają się największymi średnimi rocznymi ładunkami azotu i fosforu odprowadzanymi w ściekach oczyszczonych, wynoszącymi odpowiednio 25 276 – 30 783 kgN·d<sup>-1</sup> i 4929 – 5053 kgP·d<sup>-1</sup>. Wyrażając to w wartościach względnych z obu analizowanych województw, odprowadzono w ciągu roku 40,4% całkowitego ładunku azotu ogólnego i 49,1% fosforu ogólnego.

a)



b)



**Rysunek 8.** Wyniki grupowania województw pod względem średniego rocznego ładunku: a) azotu ogólnego i b) fosforu ogólnego w ściekach oczyszczonych i wyposażenia w systemy kanalizacji i oczyszczalnie ścieków

**Figure 8.** Results of the voivodeships' grouping, taking into account the average yearly load of: a) general nitrogen and b) general phosphorus in the treated sewage, sanitation systems and sewage treatment plants infrastructure

O sytuacji tej decyduje największa w tych województwach liczba równoważnych mieszkańców i wynikająca stąd największa ilość odprowadzanych ścieków. Ponadto istotnym czynnikiem decydującym o jakości ścieków oczyszczonych jest liczba poprawnie funkcjonujących oczyszczalni ścieków. W analizowanych województwach największa jest liczba oczyszczalni (246 w woj. Małopolskim i 153 w Śląskim), przy czym w woj. Małopolskim jest najmniejszy udział oczyszczalni z podwyższoną redukcją biogenów (niepełna 20% w stosunku do wszystkich oczyszczalni w województwie). W obu województwach, w porównaniu do pozostałych, jest stosunkowo niewiele oczyszczalni działających poprawnie (80% w woj. małopolskim i 89% w śląskim w stosunku do ogólnej liczby oczyszczalni w tych województwach). W rezultacie tego z obu województw odprowadzany jest największy ładunek azotu i fosforu w oczyszczonych ściekach. Drugie ugrupowanie tworzą następujące województwa: świętokrzyskie, podlaskie, warmińsko-mazurskie, lubuskie, lubelskie, pomorskie, łódzkie i kujawsko-pomorskie. W porównaniu do poprzedniego ugrupowania odprowadzany jest mniejszy ładunek azotu i fosforu w ściekach oczyszczonych. Wielkość średniego rocznego ładunku azotu ogólnego dla tego ugrupowania w poszczególnych województwach waha się w granicach 2567,2 – 10 056,85 kgN·d<sup>-1</sup>, a fosforu ogólnego – 362,8 – 1277,9 kgP·d<sup>-1</sup>. Stanowi to 28,5% całkowitego ładunku azotu ogólnego i 25,2% ładunku fosforu ogólnego odprowadzanego z wszystkich województw. W drugim ugrupowaniu, podobnie jak w pierwszym, widoczny jest wysoki procent ścieków odprowadzanych zbiorczą kanalizacją w stosunku do ogółu powstających ścieków komunalnych wynoszący ponad 90%. O mniejszym ładunku związków biogenych odprowadzanych z województw tworzących drugie ugrupowanie świadczy fakt, iż ponad 90% rozpatrywanych oczyszczalni, za wyjątkiem woj. świętokrzyskiego, funkcjonuje poprawnie pod względem spełnienia wymogów prawnych. Trzecie ugrupowanie tworzą województwa: Zachodniopomorskie, Podkarpackie i Opolskie. Średni roczny ładunek azotu ogólnego w ściekach oczyszczonych odprowadzanych z województw tworzących trzecie ugrupowanie waha się w granicach 2223,7 – 3397,8 kgN·d<sup>-1</sup> i fosforu ogólnego – 253,2 – 536,0 9 kgP·d<sup>-1</sup>. Stanowi to w przypadku azotu ogólnego 6,2%, a fosforu ogólnego 5,8% całkowitego ładunku tych związków w ściekach oczyszczonych z obszaru Polski. Niski ładunek związków biogenych odprowadzanych w oczyszczonych ściekach z województw tworzących to ugrupowanie wynika ze stosunkowo znacznego udziału oczyszczalni z podwyższonym usuwaniem biogenów, w granicach 21–39%, w stosunku do całkowitej liczby oczyszczalni. Oczyszczalnie występujące w tych województwach pracują z dużą efektywnością, bowiem udział poprawnie funkcjonujących oczyszczalni waha się w granicach 89-94%. Ugrupowanie to tworzą województwa, w których najmniej ścieków odprowadzana jest zbiorczymi systemami kanalizacji. Ich udział waha się w granicach 82–85% całkowitej ilości powstających ścieków.

Ostatnie ugrupowanie tworzą województwa: mazowieckie, wielkopolskie i dolnośląskie. Średni roczny ładunek azotu ogólnego w ściekach oczyszczonych odprowadzany z wymienionych województw waha się w granicach 8761,5 – 15 207,3 kgN·d<sup>-1</sup> i fosforu ogólnego – 1031,1 – 1514,3 kgP·d<sup>-1</sup>. Stanowi to w przypadku azotu ogólnego 24,9%, a fosforu ogólnego 19,9% całkowitego ładunku tych związków w ściekach oczyszczonych z obszaru kraju. Z wymienionych w analizowanym skupieniu województw odprowadzany jest trzeci co do wielkości ładunek analizowanych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych, biorąc pod uwagę wszystkie ugrupowania. Odprowadzany znaczny ładunek zanieczyszczeń biogenych jest wynikiem słabej efektywności oczyszczalni ścieków występujących w tych województwach, bowiem zaledwie 74,5 do 87,8% rozpatrywanych oczyszczalni spełnia wymogi zawarte w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. (Dz.U. nr 137, poz. 984) Najgorsza sytuacja występuje w woj. Mazowieckim, w którym zaledwie 74,5% uwzględnionych w raporcie oczyszczalni spełnia wymogi Rozporządzenia. W omawianych województwach kanalizacją zbiorną odprowadzane jest od 85,7 do 92,8% ścieków w stosunku do ilości produkowanych. W województwach tych obserwuje się dużą liczbę oczyszczalni, wahającą się od 114 w woj. mazowieckim do 153 w wielkopolskim.

#### WNIOSKI KOŃCOWE

Na podstawie przeprowadzonej analizy można przedstawić następujące wnioski:

1. W dziesięcioleciu 1996–2007 stwierdzono tendencję do obniżania się zasobów wodnych w przeliczeniu na jednego mieszkańca, na co wpływa przede wszystkim zmniejszenie się odpływu z obszaru kraju.

2. W latach 90-tych XX wieku obserwowano wyraźny spadek, o 22,5%, poboru wody powierzchniowej i podziemnej. W latach 2000-2005 pobór wody uległ stabilizacji i utrzymywał się na poziomie około 11 km<sup>3</sup>. Na wielkość poborów wody miał wpływ przede wszystkim przemysł. Średni pobór wody na cele produkcyjne stanowił ponad 70% ogólnej ilości pobranej wody.

3. Począwszy od lat 90. XX wieku spadła ilość wody pobieranej na cele wodociągowe. Związane jest to m.in. ze zmniejszeniem zużycia wody przez ludność w gospodarstwach domowych. Wpływ na to ma opomiarowanie zużycia wody ograniczające marnotrawstwo i nieracjonalne jej wykorzystanie, a także stosowanie wodooszczędnych urządzeń sanitarnych i wzrost świadomości ekonomicznej i ekologicznej społeczeństwa.

4. W badanym okresie ilość ścieków przemysłowych zmniejszyła się o 14,7%, a komunalnych o niespełna 46,2%. Zmniejszenie ilości odprowadzanych ścieków związane jest w przypadku ścieków przemysłowych z przemianami społeczno-gospodarczymi lub wprowadzaniem wodooszczędnych technologii produkcji, natomiast w przypadku ścieków komunalnych – z oszczędnym gospodarowaniem wodą w gospodarstwach domowych.

5. W latach 1980–2004 obserwowany był wzrost od 57,7 do 91% ogółu procentowego udziału odprowadzanych ścieków oczyszczanych. Wzrasta także udział ścieków oczyszczanych w oczyszczalniach z podwyższoną redukcją związków biogenych (z 2,7% w roku 1994 do 38,7% w 2007).

6. Znaczne dysproporcje pomiędzy ludnością wiejską obsługiwaną przez oczyszczalnie ścieków w stosunku do mieszkańców miast wynikają z faktu, że w niewystarczającym stopniu jest realizowana zbiorcza kanalizacja terenów zwodociągowanych. Mimo dynamicznego rozwoju sieci kanalizacyjnej na wsi, jej długość stanowi 19% długości sieci wodociągowej.

7. Poprawa wyposażenia obszarów miast i wsi w sieci kanalizacyjne i oczyszczalnie ścieków prowadzi do zmieszenia ładunku zanieczyszczeń wprowadzanego ze ściekami do odbiorników. W wieloleciu 1995-2006 redukcja ładunku BZT<sub>5</sub> wyniosła 72,1%, a zawiesiny ogólnej – 60,0%. W latach 1999-2006 redukcja ładunku azotu ogólnego ze ścieków wyniosła 30,2%, a fosforu ogólnego – 59,3%.

8. Spośród wszystkich województw największy średni roczny ładunek azotu ogólnego i fosforu ogólnego w ściekach oczyszczonych odprowadzany jest z woj. śląskiego i małopolskiego. Stanowi on 40,4% całkowitego ładunku azotu ogólnego i 49,1% fosforu ogólnego odprowadzanego z obszaru Polski. Istotnym czynnikiem wpływającym na ten stan rzeczy jest liczba poprawnie funkcjonujących oczyszczalni ścieków, która w stosunku do ogólnej liczby oczyszczalni w tych województwach wynosi 80% w woj. Małopolskim i 89% w Śląskim.

9. Najmniejsze ładunki zanieczyszczeń odprowadzane są z województw: zachodniopomorskiego, podkarpackiego i opolskiego.

10. Integracja Polski z krajami UE oraz wdrażanie Ramowej Dyrektywy Wodnej i ustaw jej towarzyszących przyczyniło się do poprawy jakości środowiska wodnego w Polsce. Przejawia się to głównie w racjonalizacji zużycia wody na cele bytowe i przemysłowe, rozbudową infrastruktury sanitarnej, głównie na wsi, zwiększeniu ilości ścieków oczyszczanych. Działania te przyczyniają się do zmniejszenia ładunków zanieczyszczeń zawartych w ściekach, głównie biogenych, poprzez budowę oczyszczalni z podwyższoną redukcją związków azotu i fosforu.

## BIBLIOGRAFIA

- Bergel T., Satora S. *Wpływ podłączenia budynków do kanalizacji zbiorowej na objętość wody zużywanej w gospodarstwach wiejskich w Mszanie Górnej*. Inżynieria Rolnicza 2003, 3 (45), t. II, s. 15–22.
- Bergel T., Bugajski P. *Stosowanie nowoczesnej aparatury pomiarowej w wodociągach – moda czy konieczność?* Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 2008, 2, s. 247–258.
- Dyrektywa z dnia 21 maja 1991 r. dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych (91/271/EWG.)*

- Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.*
- Fal B. *Niżówki na górnej i środkowej Wiśle.* *Gospodarka Wodna* 2007, 2, 72–81.
- Hotłoś H. *Gospodarowanie zasobami wodnymi w Polsce w latach 1990–2002.* *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* 2004, 7–8, s. 262–265.
- Krajowy Program Oczyszczania Ścieków Komunalnych.* Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2003.
- Pawełek J., Bergel T. *Objętość ścieków bytowych a zużycie wody w gospodarstwach wiejskich.* *Inżynieria Rolnicza* 2003, 3 (45), t. II, s. 81–90.
- Pięćek B. *Problemy rozwoju infrastruktury wiejskiej (sieć wodociągowa i kanalizacyjna).* *Więś i Rolnictwo* 2005, 4 (129), Warszawa, s. 186–198.
- Program wyposażenia aglomeracji poniżej 2000 RLM w oczyszczalnię ścieków i systemy kanalizacji sanitarnej.* 2007, Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, Warszawa.
- Rocznik Statystyczny GUS. Ochrona Środowiska 2007 i 200.8*
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. nr nr 137, poz. 984).*
- Ustawa Prawo Wodne z 18 lipca 2001 r. (Dz.U. nr 115, poz. 1229, z późn. zm.).*
- Wesołowska M., Dobrowolski J. *Gospodarka wodno-ściekowa na obszarach wiejskich Polski.* [w:] *Obieg wody w środowisku naturalnym i przekształconym. Badania hydrograficzne w poznaniu środowiska.* Praca zbiorowa pod redakcją Zdzisława Michalczyka, Lublin 2007, s. 574–583.
- Ziernicka-Wojtaszek A. *Zmienność opadów atmosferycznych na obszarze Polski w latach 1971–2000.* [w:] *Klimatyczne aspekty środowiska geograficznego.* IGI GP UJ, 2006, s. 139–148.

Dr inż. Andrzej Wałęga  
Dr inż. Krzysztof Chmielowski  
Dr hab. inż. Stefan Satora  
Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie  
tel. (012) 662 4102  
e-mail: awalega@ar.krakow.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Stanisław Czaban*