

## IDENTYFIKACJA I OCENA ODDZIAŁYWAŃ ANTROPOGENICZNYCH O CHARAKTERZE OBSZAROWYM NA ZASOBY WODNE ZLEWNI JEZIORA MIEDWIE

Tadeusz Durkowski<sup>1</sup>, Grzegorz Jarnuszewski<sup>1</sup>, Jolanta Wiśniewska<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Katedra Gleboznawstwa, Łąkarstwa i Chemii Środowiska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin, e-mail: tadeusz.durkowski@zut.edu.pl; grzegorz.jarnuszewski@zut.edu.pl

### STRESZCZENIE

Jedną z metod służącą ocenie oddziaływań antropogenicznych na jednolite części wód jest Driver-Pressure-State-Impact-Response. W pracy przedstawiono ocenę presji wywieranej na wody zlewni jeziora Miedwie w oparciu o 24 wskaźniki podzielone wg kryteriów na gospodarkę komunalną oraz rolnictwo i leśnictwo. Spośród czternastu gmin położonych w obrębie analizowanego obszaru wybrano siedem, których udział w powierzchni zlewni był największy. Wartości poszczególnych wskaźników opracowano w oparciu o dane pozyskane z Głównego Urzędu Statystycznego (Bank Danych Regionalnych i Bank Danych Lokalnych). Analizie poddano wskaźniki charakteryzujące gospodarkę komunalną w latach 2003 i 2013 oraz rolnictwo i leśnictwo w latach 2002 i 2003 oraz 2010 i 2013. Celem pracy była identyfikacja i ocena wpływu oraz zmian w zakresie oddziaływań antropogenicznych o charakterze obszarowym na zasoby wodne w zlewni jeziora Miedwie. W analizowanym okresie zmniejszyła się presja wywołana gospodarką wodno-ściekową głównie w wyniku rozbudowania sieci kanalizacyjnej na obszarach wiejskich. Natomiast rolnictwo nadal wywiera silny niekorzystny wpływ, wysoki udział gruntów użytkowanych rolniczo w powierzchni gmin oraz utrzymujące się na bardzo wysokim lub odstającym poziomie nawożenie mineralne wywierają silną presję na wody zlewni. Objęcie analizowanego obszaru działaniami związanymi z ograniczeniem odpływu azotanów ze źródeł rolniczych nie przyniosło efektów, wybrane dopływy jeziora Miedwie oraz wody gruntowe objęte monitoringiem nadal wykazują zanieczyszczenie.

**Słowa kluczowe:** presja antropogeniczna, rolnictwo, gospodarka wodno-ściekowa, Ramowa Dyrektywa Wodna, zlewnia.

### ESTIMATION OF THE INFLUENCE OF FARM INFRASTRUCTURE ON THE POLLUTION OF GROUND WATER

#### ABSTRACT

In farm areas, evacuations of animal excrements (manure, liquid manure, slurry) and domestic sewage are most dangerous for pure groundwater. For betterment sanitary condition villages and pure waters in their area will be necessity of right infrastructure and good condition (canalization, water treatments and proper animal excrements management). Researches conducted in 2001–2011 years in six farms located in the area of a few villages in the basin of Miedwie lake. Researches points were put (piezometer and wells) in the area of these farms. High concentration of  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{PO}_4^{3-}$  were found in ground water which is exposed to contact inflow of pollutant from farms areas, and sources which are occurred in outlying from a source of pollutants. Also water from a farm wells, which are periodically used, showed the presence of large concentrations of chemical elements especially  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{PO}_4^{3-}$  what proves constant inflow of pollutants. For monitoring ground water we marked concentration of  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  i  $\text{PO}_4^{3-}$  and pH in the samples.

**Keywords:** anthropogenic pressure, agriculture, water supply and sewage disposal, Water Framework Directive, catchment area.

## WSTĘP

Postęp cywilizacyjny i zwiększająca się liczba ludności szczególnie w okresie minionego wieku spowodowały zwiększenie antropogenicznej presji na środowisko. Ostatnie lata to zintensyfikowanie działań zmierzających do ograniczenia negatywnego wpływu człowieka na otoczenie. Na terenie Unii Europejskiej podjęto działania zmierzające do ochrony zasobów wodnych. Przełomowym dokumentem zobowiązującym państwa członkowskie do działań polegających na zapobieganiu i zmniejszaniu zanieczyszczenia, zrównoważonym korzystaniu z zasobów wodnych oraz ochrony środowiska wodnego jest Ramowa Dyrektywa Wodna [Dyrektywa... 2000, Pirrone i in. 2005, Moss 2008]. Ramowa Dyrektywa Wodna obowiązuje od 23 października 2000 roku [Dyrektywa... 2000], chroni wszystkie wody – rzeki, jeziora, wody przybrzeżne i wody podziemne, ustanawia system zarządzania zlewniowego. Dokument ten wymaga współpracy sąsiadujących państw i aktywnego udziału wszystkich zainteresowanych stron w działaniach na rzecz gospodarowania wodą, zapewnia redukcję oraz kontrolę zanieczyszczeń pochodzących ze wszystkich źródeł oraz równoważy wymogi ochrony środowiska z interesami ludzi. Dyrektywa zakłada, że osiągnięcie dobrego stanu wód nastąpi do 2015 r. Aby możliwa była realizacja tych założeń niezbędne jest rozpoznanie czynników zagrażających i presji jaką wywiera człowiek na wody powierzchniowe na określonym obszarze. Jedną z metod służącą ocenie oddziaływań antropogenicznych na jednolite części wód jest Driver-Pressure-State-Impact-Response [Common Implementation Strategy...2003]. Zaproponowana procedura DPSIR polega na analizie czynników sprawczych, które mogą powodować nieosiągnięcie celów środowiskowych. Zgodnie z wymogami RDW podjęto w Polsce próbę zdefiniowania wskaźników, które będą stanowiły analizę czynników sprawczych w zlewniach. Celem pracy była identyfikacja i ocena wpływu oraz zmian w zakresie oddziaływań antropogenicznych na zasoby wodne w zlewni jeziora Miedwie, w latach 2002–2003 oraz 2010–2013.

## MATERIAŁ I METODY

Przeprowadzona identyfikacja i ocena oddziaływań antropogenicznych dotyczyła zasobów wodnych zlewni jeziora Miedwie o powierzchni

1017,1 km<sup>2</sup> położonego w zachodniej części Pojezierza Zachodniopomorskiego na Równinie Pyrzycko-Stargardzkiej. Zbiornik ten jest jednym z największych jezior województwa zachodniopomorskiego – powierzchnia 35 km<sup>2</sup> (piąte co do wielkości w Polsce, drugie, po jeziorze Dąbie, w województwie zachodniopomorskim). Miedwie jest zbiornikiem zaopatrującym w wodę pitną mieszkańców Szczecina; leży na wysokości 14 m n.p.m., jego maksymalna głębokość wynosi 43,8 m, a średnia głębokość 19,3 m. Linia brzegowa ma długość ok. 39 km, maksymalna szerokość wynosi 3,2 km, brzegi są bezleśne, w południowej części bagniste [Durkowski i in. 1999, Wierchowska 1997, Wira i Wira 2005, Stan środowiska...2014]. Przez Miedwie przepływa rzeka Płonia, uchodzą do niego rzeki Ostrowica, Miedwianka oraz Gowienica Miedwiańska [Wira i Wira 2005]. Obecny zbiornik, jest pozostałością dawnego wielkiego akwenu, tzw. Zastoiska Pyrzyckiego, w którym gromadziły się wody topniejącego lądolodu. Obszar zlewni jeziora Miedwie jest bardzo intensywnie użytkowany rolniczo ze względu na gleby o wysokiej bonitacji. Występują tu gleby płowe i brunatne oraz czarne ziemie mające największe znaczenie pod względem użytkowania rolniczego należące do II i III klasy bonitacyjnej oraz I kompleksu pszennego bardzo dobrego [Durkowski i in. 2006]. Skałami macierzystymi są zarówno piaski, utwory pyłowe nąłowe, jak i gliny średnie i ciężkie (na ogół pylaste) oraz iły [Borowiec 1961].

Charakterystykę demograficzną, gospodarki komunalnej, działalności rolniczej i przemysłowej na terenie gmin wykonano na podstawie danych statystycznych uzyskanych z Banku Danych Regionalnych, Banku Danych Lokalnych oraz danych udostępnionych przez GUS [GUS 2003, GUS 2004, GUS 2014]. W przypadku charakterystyki demograficznej i gospodarki komunalnej analizie poddano lata 2003 i 2013, Źródło danych statystycznych dotyczących działalności rolniczej stanowiły powszechne spisy rolne przeprowadzone w latach 2002 i 2010. Liczbę dużych jednostek przeliczeniowych (DJP) za 2002 rok obliczono na podstawie współczynników przeliczeniowych sztuk zwierząt wg załącznika do Rozporządzenia Rady Ministrów z 9 listopada 2004 r. [Dz. U. 2004, nr 257, poz. 2573].

Identyfikację czynników sprawczych wywierających wpływ na opisywaną zlewnię wykonano przy pomocy wskaźników jednostkowych i procentowych posługując się metodyką opracowaną

przez Nachlik i in. (2004). Analizowany obszar to zlewnia rolnicza, której 62% powierzchni stanowią grunty orne, a 24,5% użytki zielone [Durkowski i in. 2006], dlatego w opracowaniu pominięto charakterystykę przemysłową, a wskaźniki podzielone zostały według dwóch kryteriów: gospodarka komunalna (8 wskaźników), rolnictwo i leśnictwo (16 wskaźników). Dla każdego wskaźnika określone zostały wartości progowe umożliwiające klasyfikację gmin. Wyróżnionych zostało siedem klas intensywności zjawiska: br - brak, bn - bardzo niska, n - niska, ś - średnia, w - wysoka, bw - bardzo wysoka, od - ostająca, czyli taka, w której współczynnik jest wyższy niż w klasie bw [Nachlik 2004, Smoroń i Kowalczyk 2014]. Dzięki takiej klasyfikacji można było stworzyć czytelne wykresy, na których klasie „br” - odpowiada cyfra 0, „bn” odpowiada cyfra 1, klasie „n” cyfra 2, klasie „ś” cyfra 3, klasie „w” cyfra 4, a klasie „bw” cyfra 5, natomiast klasie „od” odpowiada cyfra 6 [Sojka i in. 2007]. Identyfikację czynników wykonano we wszystkich 14 gminach położonych na obszarze zlewni jeziora Miedwie. Natomiast szczegółowe wyniki dotyczące presji i jej zmian w analizowanym okresie przedstawiono dla 7 gmin o największym wpływie na jakość wód, których obszar położony był w ponad 50% na terenie analizowanej zlewni.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Na terenie zlewni położonych jest częściowo czternaście gmin w tym siedem gmin, których udział powierzchni na obszarze zlewni jest niewielki: 14,2% powierzchni gminy Banie, 37,6% gminy Barlinek, 18% gminy Dolice, 4,4% gminy Gryfino, 29,3% gminy Lipiany, 24,5% gminy Pełczyce, 26,7% gminy Stargard Szczeciński. W granicach zlewni znajduje się 140 miejscowości, w tym dwa miasta średniej wielkości: Barlinek i Pyrzyce, oraz część Stargardu Szczecińskiego. Pozostałe siedem gmin, to jednostki których udział powierzchni przekracza 50% w obszarze zlewni: 99,8% gminy Bielice (1), 50,1% gminy Kobylanka (2), 66,6% gminy Kozielice (3), 86,5% gminy Przelewice (4), 99,2% gminy Pyrzyce (5), 52,4% gminy Stare Czarnowo (6), 98,4% gminy Warnice (7). Analizowane gminy oznaczone numerami 1-7 (tab. 1, tab. 2) w 2003 roku zamieszkiwało 41284 osoby, natomiast w roku 2013-43160 osób. Średnia gęstość zaludnienia w analizowanym okresie wahała się od bardzo

niskiej do średniej i w badanym okresie wzrosła z 40 m-k km<sup>-2</sup> w 2003 do 43 m-k km<sup>-2</sup> w roku 2013. Najmniejszą wartością wskaźnika GK1 w okresie poddanym ocenie charakteryzowała się gmina Stare Czarnowo a największą gmina Pyrzyce. Najwyższy wzrost gęstości zaludnienia zanotowano w gminie Kobylanka, której obszar stanowią atrakcyjne tereny wykorzystywane pod budownictwo jednorodzinne. Badane gminy są zwodociągowane. W porównaniu z rokiem 2003 gdzie wartości wskaźnika GK2 mieściły się w klasach od średniej do wysokiej (0,029-0,129 l/s/km<sup>2</sup>) w większości badanych gmin ilość zużytej wody na potrzeby sieci wodociągowej w 2013 roku spadła (0,020-0,107 l/s/km<sup>2</sup>) osiągając wartości na poziomie od niskiego do wysokiego. Wyjątek stanowiła gmina Kobylanka gdzie zużycie wody wyraźnie wzrosło. Liczba ludności obsługiwanej przez oczyszczalnie ścieków na analizowanym obszarze zlewni jeziora Miedwie wzrosła (wyjątek stanowiła gmina Bielice). W 2003 roku wartość wskaźnika GK3 na analizowanym obszarze mieściła się w klasach od niskiej do wysokiej (5-69 m-k/km<sup>2</sup>), a w roku 2013 od średniej do wysokiej (11-72 m-k/km<sup>2</sup>). Największym wzrostem ludności obsługiwanej przez oczyszczalnie ścieków charakteryzowała się gmina Kobylanka gdzie wartość wskaźnika GK3 wzrosła blisko 5 krotnie w ciągu 10 lat. Ilość ścieków odprowadzanych kanalizacją w 2003 i 2013 roku osiągnęła wartości odpowiadające klasom wysokiej i bardzo wysokiej. Ilość odprowadzonych ścieków siecią kanalizacyjną w 2003 roku stanowiła od 25% (gmina Kobylanka) do 75% (gmina Pyrzyce) zużytej wody, natomiast w roku 2013 od 6,3% (gmina Kobylanka) do 100% (gmina Stare Czarnowo). Na terenie analizowanych gmin położonych w obrębie zlewni jeziora Miedwie zmniejszyła się ilość zebranych odpadów komunalnych w 2013 roku - (klasy od niskiej do wysokiej) w porównaniu z rokiem 2003 (klasy od średniej do wysokiej), wyjątek stanowiła gmina Kobylanka gdzie zanotowano wyraźny wzrost ilości zebranych odpadów komunalnych. Zwiększył się udział gruntów skomunalizowanych (GK8) w powierzchni badanych gmin (tab. 1, tab. 2), średnio z 3,5% w 2003 do 4,4% w roku 2013.

Na obszarze siedmiu analizowanych gmin wzrósł procentowy udział mieszkańców obsługiwanych przez oczyszczalnie ścieków, w roku 2003 osiągnął wartości od 18 do 86% (średnio 62%), natomiast w roku 2013 od 41 do 84% (średnio 68%). Korzystnym zmianom uległ także stosunek

**Tabela 1.** Charakterystyka stanu zagospodarowania oraz gospodarki wodno-ściekowej w 2003 roku na terenie wybranych gmin położonych na obszarze zlewni jeziora Miedwie

**Table 1.** Characterisation of land use, water supply and sewage disposal management in selected communes within catchment basin of lake Miedwie, in 2003

Lp.	Nazwa wskaźnika	Jednostka	Gmina						
			1	2	3	4	5	6	7
	Udział powierzchni gminy w powierzchni zlewni	%	99,8	50,1	66,6	86,5	99,2	52,4	98,4
GK1	Gęstość zaludnienia	m-k·km <sup>-2</sup>	34	28	27	29	93	25	41
GK2	Zużycie wody na potrzeby sieci wodociągowej	l·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup>	0,036	0,043	0,029	0,031	0,129	0,059	0,047
GK3	Ludność obsługiwana przez oczyszczalnie ścieków	m-k·km <sup>-2</sup>	29	5	11,06	22	69	17	29
GK4	Ścieki odprowadzane siecią kanalizacyjną	l·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup>	0,010	0,011	0,01	0,018	0,097	0,02	0,024
GK5	Odpady komunalne zebrane	tyś. ton·km <sup>-2</sup>	0,008	0,005	0,007	0,007	0,027	0,007	0,008
GK6	Udział gruntów skomunalizowanych w powierzchni gminy	%	2,4	1,2	1,9	11,8	3,8	1,0	2,6
GK7	Udział ludności obsługiwanej przez oczyszczalnie ścieków	%	86	18	40	77	74	67	71
GK8	Stosunek długości sieci kanalizacyjnej do długości sieci wodociągowej	km/km	0,28	0,48	0,37	0,42	0,40	0,58	0,50

długości sieci kanalizacyjnej do długości sieci wodociągowej, który na początku analizowanego okresu we wszystkich gminach mieścił się w klasie średniej natomiast w 2013 roku w klasach średniej i wysokiej. Średnia wartość wskaźnika GK8 na analizowanym obszarze wzrosła z 0,43 do 0,66 km/km. Analizując zmiany wskaźników dotyczących gospodarki komunalnej w gminach położonych na obszarze zlewni jeziora Miedwie w latach 2003 i 2013 można stwierdzić, że wyraźnie zwiększyła się ilość ludności zamieszkująca badany obszar oraz wzrosła gęstość zaludnienia. Pomimo to presja na wody Miedwia uległa zmniejszeniu. Na początku obserwowanego okresu stan sanitarny wsi położonych w zlewni był zły, często występował brak sieci kanalizacyjnej

i burzowej co w okresach wysokich stanów było bezpośrednią przyczyną odpływu zanieczyszczeń do Miedwia [Durkowski i in. 2004].

W 2013 roku zaobserwowano obniżenie zużycia wody na potrzeby sieci wodociągowej oraz ilości odpadów komunalnych zbieranych na analizowanym obszarze, wyjątek stanowiły tereny atrakcyjne pod względem osadnictwa w gminie Kobylanka. Zwiększyła się ilość gruntów skomunalizowanych i poprawiła sytuacja pod względem liczby i udziału ludności obsługiwanej przez oczyszczalnie ścieków oraz stosunku długości sieci kanalizacyjnej do długości sieci wodociągowej. Największe zmiany wskaźników opisujących gospodarkę komunalną można zaobserwować w gminie Kobylanka (rys. 1) gdzie nastąpił

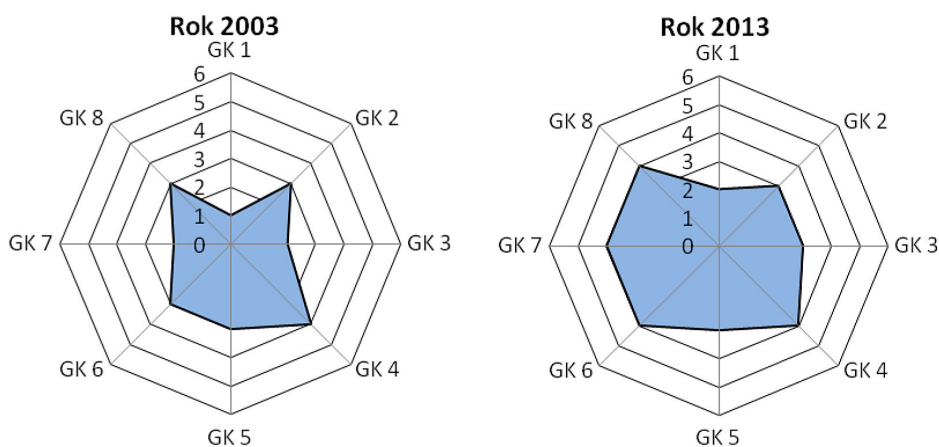
**Tabela 2.** Charakterystyka stanu zagospodarowania oraz gospodarki wodno-ściekowej w 2013 roku na terenie wybranych gmin położonych na obszarze zlewni jeziora Miedwie

**Table 2.** Characterisation of land use, water supply and sewage disposal management in selected communes within catchment basin of lake Miedwie, in 2013

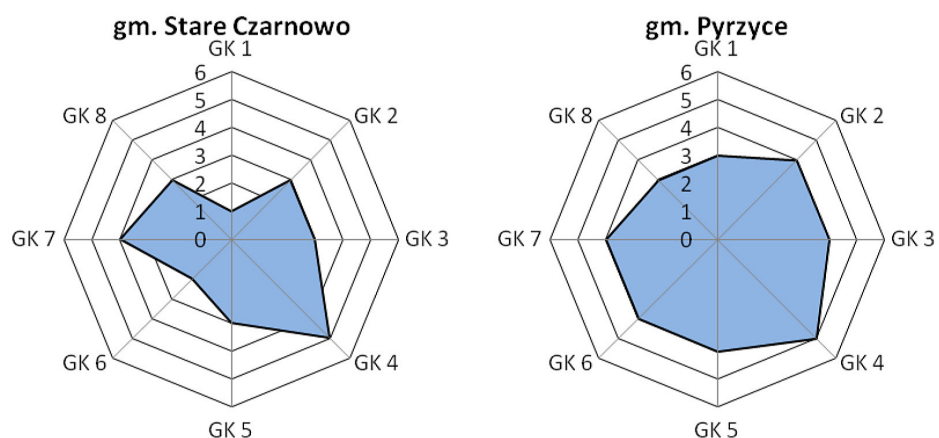
Lp.	Nazwa wskaźnika	Jednostka	Gmina						
			1	2	3	4	5	6	7
	Udział powierzchni gminy w powierzchni zlewni	%	99,8	50,1	66,6	86,5	99,2	52,4	98,4
GK1	Gęstość zaludnienia	m-k·km <sup>-2</sup>	37	40	28	33	97	25	41
GK2	Zużycie wody na potrzeby sieci wodociągowej	l·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup>	0,036	0,095	0,027	0,026	0,107	0,020	0,051
GK3	Ludność obsługiwana przez oczyszczalnie ścieków	m-k·km <sup>-2</sup>	22	24	11	28	72	20	33
GK4	Ścieki odprowadzane siecią kanalizacyjną	l·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup>	0,009	0,006	0,010	0,015	0,083	0,020	0,021
GK5	Odpady komunalne zebrane	tyś. ton·km <sup>-2</sup>	0,005	0,012	0,005	0,005	0,024	0,007	0,006
GK6	Udział gruntów skomunalizowanych w powierzchni gminy	%	4,1	5,8	4,8	3,3	5,8	2,9	3,8
GK7	Udział ludności obsługiwanej przez oczyszczalnie ścieków	%	59	59	41	84	74	78	79
GK8	Stosunek długości sieci kanalizacyjnej do długości sieci wodociągowej	km/km	0,21	1,61	0,56	0,82	0,38	0,36	0,69

ponad 50% przyrost liczby ludności w ostatnich 10 latach. Analiza stanu zagospodarowania oraz gospodarki wodno-ściekowej w latach 2003 i 2013 w badanych gminach wskazuje, że największą

presję na wody zlewni wywiera gmina Pyrzyce, a najmniejszą gmina Stare Czarnowo (rys. 2, rys. 3). Analiza presji wywołanej rolnictwem na obszarze analizowanej zlewni jest bardzo istotna ze



**Rys. 1.** Zmiany stanu zagospodarowania oraz gospodarki wodno-ściekowej w gminie Kobylanka w latach 2003 i 2013  
**Fig. 1.** Changes in land use and water supply and sewage disposal management in the commune Kobylanka, in 2003 and 2013



**Rys. 2.** Stan zagospodarowania oraz gospodarka wodno-ściekowa w gminie Stare Czarnowo i Pyrzyce w roku 2003  
**Fig. 2.** Changes in land use and water supply and sewage disposal management in the communes Stare Czarnowo and Pyrzyce, in 2003



**Rys. 3.** Stan zagospodarowania oraz gospodarka wodno-ściekowa w gminie Stare Czarnowo i Pyrzyce w roku 2013  
**Fig. 3.** Changes in land use and water supply and sewage disposal management in the communes Stare Czarnowo and Pyrzyce, in 2013

względu na fakt, że ponad 86% powierzchni zlewni stanowią użytki rolne, a wysoka bonitacja gleb sprzyja prowadzeniu intensywnej uprawy. Udział użytków rolnych w powierzchni badanych gmin w 2003 roku wahał się od 26,7 do 81,5% (tab. 3) natomiast w roku 2013 34,2 do 85,6% (tab. 4). Na przestrzeni 10 lat udział użytkowanych gruntów rolnych w powierzchni analizowanych gmin (wskaźnik RL1) zwiększył się z 65,5 do 69,9%. Najmniejszym udziałem użytków rolnych w powierzchni charakteryzowała się gmina Kobylanka (poziom bardzo niski w 2003 roku i niski w roku 2013), natomiast gminy Bielice, Pyrzyce i Warnice położone w ponad 98% powierzchni na terenie zlewni wyróżniały się w 2003 roku wysokim, a w roku 2013 bardzo wysokim udziałem użytków rolnych w powierzchni. Podobną sytuację zaobserwowano w przypadku procentowego udziału gruntów ornych w powierzchni badanych gmin (RL2). W 2003 roku grunty orne stanowiły średnio 53,5% powierzchni gmin (zakres 17,5–71,4%) natomiast w roku 2013 średnio 56,1% (zakres 22,1–73,8%). Niski udział gruntów ornych stwierdzono w gminach Kobylanka i Stare Czarnowo, natomiast w przypadku gmin Bielice, Przelewice, Pyrzyce i Warnice udział tych gruntów w powierzchni gminy był wysoki lub bardzo wysoki. Udział sadów (RL3) na analizowanym obszarze zmienił się nieznacznie, w 2003 roku w poszczególnych jednostkach terytorialnych był na poziomie od bardzo niskiego do wysokiego, a w 2013 od niskiego do wysokiego. W analizowanym okresie w powierzchni gmin oznaczonych numerami 1–7 (tab. 3, tab. 4) zanotowano nieznaczny wzrost średniego udziału użytków zielonych (z 11,6 do 11,9%), lasów i gruntów leśnych (z 18,5 do 18,9%) oraz obszarów chronionych (z 8,0 do 8,7%). Bardzo wysokim i wysokim udziałem lasów wyróżniały się gmina Kobylanka i gmina Stare Czarnowo, w której występuje także bardzo wysoki udział obszarów chronionych. W 2003 w żadnej z badanych gmin nie zanotowano zużycia wody na potrzeby rolnictwa i leśnictwa (tab. 3) natomiast w roku 2013 wartość wskaźnika RL7 osiągnęła poziom wysoki (tab. 4). Wartość wskaźnika RL8 w analizowanym okresie wzrosła, wysoki udział gruntów rolnych, które są intensywnie użytkowane wiąże się z wysokim obciążeniem związkami azotu, wyraźnie niższe obciążenie tym pierwiastkiem zanotowano w gminach o niskim udziale gruntów rolnych (Kobylanka i Stare Czarnowo). Nieznacznemu wzrostowi uległo średnie zużycie nawozów

sztucznych ogółem na analizowanym obszarze. W poszczególnych gminach w 2002 roku wartość wskaźnika RL9 wahała się od 60,7 do 185,4 kg · ha użyt. rol. natomiast w roku 2010 od 77,3 do 210,9 kg · ha użyt. rol. W 2002 roku zużycie nawozów mineralnych ogółem w 5 gminach było na poziomie odstającym, w roku 2010 odstające wartości wskaźnika RL9 stwierdzono w gminach Przelewice, Pyrzyce, Stare Czarnowo oraz Warnice. W wymienionych jednostkach zauważalny był także wzrost ilości zastosowanych nawozów azotowych, fosforowych i potasowych na przestrzeni analizowanego okresu, wartości utrzymywały się na poziomie bardzo wysokim lub odstającym. Średnie zużycie nawozów azotowych w 2010 roku w analizowanych gminach wyniosło 92,2 kg · ha użyt. rol. przy czym najmniejszym zużyciem charakteryzowała się gmina Kozielice – 47,2 kg · ha użyt. rol., a największy gmina Warnice – 126,2 kg · ha użyt. rol. Podobną sytuację zaobserwowano w przypadku nawozów fosforowych, których zużycie w 2002 roku wahało się od 9,5 do 29,1 kg · ha użyt. rol. a w 2010 roku od 12,3 do 36,2 kg · ha użyt. rol. Średnie zużycie nawozów potasowych wyraźnie spadło w gminach Bielice, Kozielice i Pyrzyce co wpłynęło także na obniżenie średniej wartości współczynnika RL12. W gminach Bielice, Kozielice i Pyrzyce zanotowano spadek zużycia nawozów sztucznych w analizowanym okresie.

Pod względem hodowli wyrażonej w DJP · (100 ha)<sup>-1</sup> użytków rolnych na przestrzeni 8 lat zauważalny był wyraźny spadek wartości we wszystkich gminach. W roku 2002 obsada zwierząt gospodarskich w 5 gminach osiągnęła poziom średni 31–49 DJP · (100 ha)<sup>-1</sup> użytków rolnych, jedynie w gminie Przelewice wartość wskaźnika RL13 była niska – 28 DJP · (100 ha)<sup>-1</sup> użytków rolnych, a w gminie Stare Czarnowo bardzo wysoka – 107 DJP · (100 ha)<sup>-1</sup> użytków rolnych. Po ośmiu latach wartość wskaźnika RL13 w większości gmin była bardzo niska, a najwyższą obsadą – 43 DJP · (100 ha)<sup>-1</sup> użytków rolnych (poziom średni) wyróżniała się nadal gmina Stare Czarnowo. W gminie tej stwierdzono wzrost hodowli bydła w 2010 roku do 55 szt. · (100 ha)<sup>-1</sup> użytków rolnych (poziom bardzo wysoki). We wszystkich siedmiu gminach wyraźnie zmniejszyła się obsada trzody chlewnej, która w 2002 roku utrzymywała się na poziomie od średniego do bardzo wysokiego 59–404 szt. · (100 ha)<sup>-1</sup> natomiast w roku 2010 od bardzo niskiego do niskiego 4–35 szt. · (100 ha)<sup>-1</sup>. Odmienną sytuację możemy

**Tabela 3.** Charakterystyka stanu rolnictwa i leśnictwa w 2002 i 2003 roku na terenie wybranych gmin położonych na obszarze zlewni jeziora Miedwie**Table 3.** Characterisation of agriculture and forestry in 2002 and 2003 in selected communes within lake Miedwie catchment area

Lp.	Nazwa wskaźnika	Jednostka	Gmina						
			1	2	3	4	5	6	7
	Udział powierzchni gminy w powierzchni zlewni	%	99,8	50,1	66,6	86,5	99,2	52,4	98,4
RL1	Udział użytków rolnych w powierzchni gminy	%	81,5	26,7	75,8	71,3	80,9	42,6	79,7
RL2	Udział gruntów ornych w powierzchni gminy	%	61,3	17,5	65,7	64,0	65,0	29,8	71,4
RL3	Udział sadów w powierzchni gminy	%	0,08	0,06	0,09	0,16	1,15	0,60	0,34
RL4	Udział użytków zielonych w powierzchni gminy	%	20,1	9,2	10,1	7,1	14,8	12,2	7,9
RL5	Udział lasów i gruntów leśnych w powierzchni gminy	%	7,3	56,6	11,7	6,7	1,3	45,2	0,9
RL6	Udział obszarów chronionych w powierzchni gminy	%	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	55,7	0,1
RL7	Zużycie wody na potrzeby rolnictwa i leśnictwa	$l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RL8	Obciążenie związkami azotu	$kg \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$	114	43	104	102	110	58	113
RL9	Zużycie nawozów sztucznych ogółem (NPK)	$kg \cdot ha^{-1}$ użyt. rol.	185,4	60,7	172,4	162,2	184,0	96,9	182,3
RL10	Zużycie nawozów sztucznych (N)	$kg \cdot ha^{-1}$ użyt. rol.	107,2	35,1	99,8	93,8	106,5	5,1	104,9
RL11	Zużycie nawozów sztucznych ( $P_2O_5$ )	$kg \cdot ha^{-1}$ użyt. rol.	29,1	9,5	27,1	25,5	28,9	15,2	28,5
RL12	Zużycie nawozów sztucznych ( $K_2O$ )	$kg \cdot ha^{-1}$ użyt. rol.	49,0	16,1	45,6	42,9	48,6	25,6	47,9
RL13	Hodowla DJP	$DJP \cdot (100 ha)^{-1}$ użyt. rol.	31	49	28	48	42	107	31
RL14	Hodowla bydła	szt. $\cdot (100 ha)^{-1}$ użyt. rol.	22,6	32,3	15,2	21,3	19,9	32,5	18,0
RL15	Hodowla trzody chlewnej	szt. $\cdot (100 ha)^{-1}$ użyt. rol.	59,8	141,0	58,8	149,5	95,9	403,9	52,4
RL16	Hodowla drobiu	szt. $\cdot (100 ha)^{-1}$ użyt. rol.	7,9	421,7	0,4	24,8	10,5	4,3	22,2

**Tabela 4.** Charakterystyka stanu rolnictwa i leśnictwa w 2010 i 2013 roku na terenie wybranych gmin położonych na obszarze zlewni jeziora Miedwie**Table 4.** Characterisation of agriculture and forestry in 2010 and 2013 in selected communes within lake Miedwie catchment area

Lp.	Nazwa wskaźnika	Jednostka	Gmina						
			1	2	3	4	5	6	7
	Udział powierzchni gminy w powierzchni zlewni	%	99,8	50,1	66,6	86,5	99,2	52,4	98,4
RL1	Udział użytków rolnych w powierzchni gminy	%	85,6	34,2	74,7	80,6	86,3	44,9	83,1
RL2	Udział gruntów ornych w powierzchni gminy	%	63,1	22,1	63,1	72,2	67,7	30,7	73,8
RL3	Udział sadów w powierzchni gminy	%	0,3	0,1	0,1	0,3	1,3	0,3	0,2
RL4	Udział użytków zielonych w powierzchni gminy	%	19,8	10,6	10,3	6,5	15,8	12,6	7,4
RL5	Udział lasów i gruntów leśnych w powierzchni gminy	%	7,3	57,7	12,3	7,3	1,2	45,8	0,8
RL6	Udział obszarów chronionych w powierzchni gminy	%	0,0	4,0	0,4	0,0	0,0	56,4	0,1
RL7	Zużycie wody na potrzeby rolnictwa i leśnictwa	$l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$	0,577	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RL8	Obciążenie związkami azotu	$kg \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$	137	52	125	123	132	70	136
RL9	Zużycie nawozów sztucznych ogółem (NPK)	$kg \cdot ha^{-1}$ użyt. rol.	130,1	107,4	77,3	200,0	133,6	210,6	210,9
RL10	Zużycie nawozów sztucznych (N)	$kg \cdot ha^{-1}$ użyt. rol.	72,4	75,6	47,2	116,4	83,8	123,6	126,2
RL11	Zużycie nawozów sztucznych ( $P_2O_5$ )	$kg \cdot ha^{-1}$ użyt. rol.	27,0	15,6	12,3	30,7	23,3	27,1	36,2
RL12	Zużycie nawozów sztucznych ( $K_2O$ )	$kg \cdot ha^{-1}$ użyt. rol.	30,7	16,2	17,9	52,9	26,5	59,9	48,6
RL13	Hodowla DJP	$DJP \cdot (100 ha)^{-1}$ użyt. rol.	14	19	1	11	7	43	9
RL14	Hodowla bydła	szt. $\cdot (100 ha)^{-1}$ użyt. rol.	13	10	3	5	4	55	5
RL15	Hodowla trzody chlewnej	szt. $\cdot (100 ha)^{-1}$ użyt. rol.	8	15	4	35	11	8	16
RL16	Hodowla drobiu	szt. $\cdot (100 ha)^{-1}$ użyt. rol.	26	92399	2	49	77	36	56

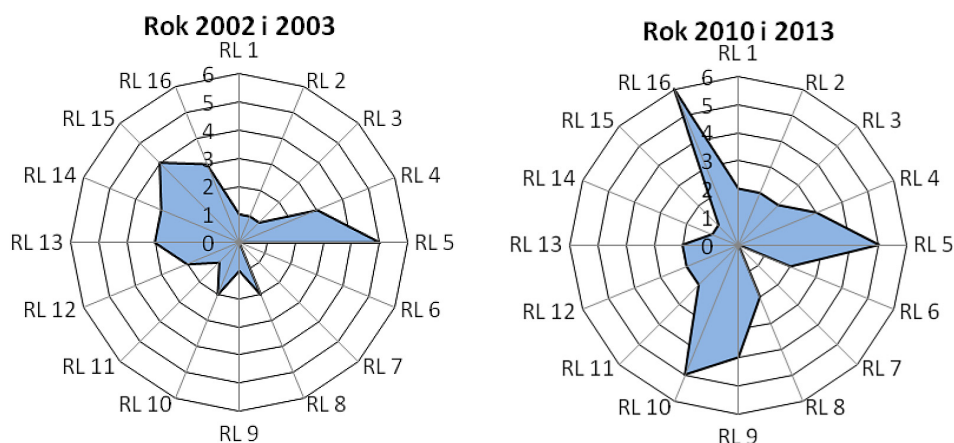
zauważyć w przypadku obsady drobiu, gdzie w ciągu ośmiu lat we wszystkich gminach zanotowano wzrost. Bardzo wyraźne zwiększenie obsady drobiu zaobserwowano w gminie Kobyłanka (rys. 4) gdzie przy relatywnie małej powierzchni użytków rolnych znacznie wzrosła ilość sztuk, z poziomu średniego w roku 2002 do odstającego w roku 2010.

Analiza wskaźników opisujących presję wywołaną rolnictwem w rozpatrywanym okresie wskazuje, że największe zmiany wystąpiły w gminie Kobyłanka (rys. 4) oraz Kozielice (rys. 5). Przy czym wpływ gminy Kozielice wyraźnie się zmniejszył na skutek ograniczenia ilości stosowanych nawozów oraz hodowli, natomiast presja gminy Kobyłanka na zlewnię jeziora Miedwie wzrosła w wyniku zwiększenia zużycia nawozów mineralnych oraz hodowli drobiu. Wzrost presji zaobserwowano także w przypadku gminy Stare Czarnowo.

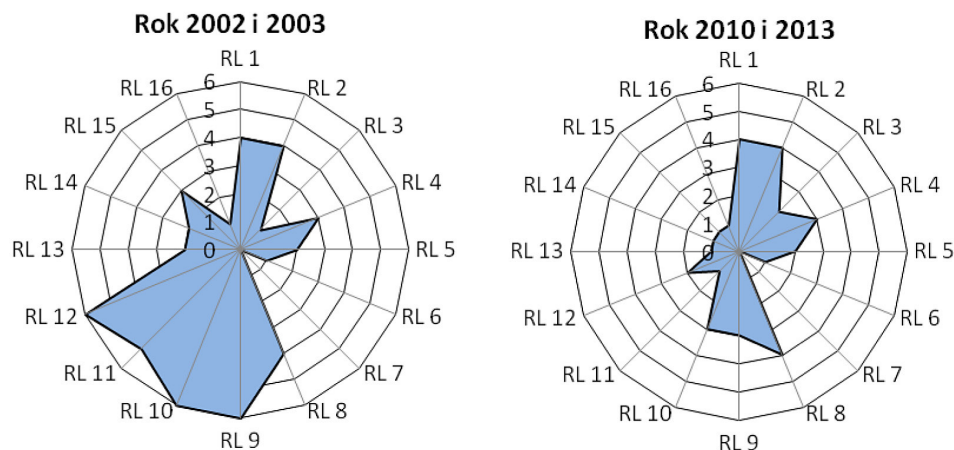
W pozostałych gminach w wyniku zmian w obsadzie zwierząt gospodarskich presja na wody zlewni uległa zmniejszeniu. Część gmin charakteryzuje się bardzo małym udziałem użytków zielonych i lasów w ogólnej powierzchni gminy przy bardzo wysokim udziale gruntów ornych (tab. 3, tab. 4), a wyjątkowo niekorzystnym układem wyróżnia się gmina Warnice.

Brak lasów oraz użytków zielonych w bezpośredniej zlewni jeziora Miedwie może przyczynić się do bezpośredniego odpływu zanieczyszczonych wód powierzchniowych oraz gruntowych do zbiornika [Durkowski in. 2004]. Nadal największy niekorzystny wpływ na wody zlewni Miedwia wywierają gminy o dużym udziale gruntów ornych w powierzchni gminy, a największym niekorzystnym oddziaływaniem wyróżnia się gmina Bielice (rys. 6).

Odzwierciedleniem tego stanu jest jakość wód powierzchniowych i podziemnych w ana-

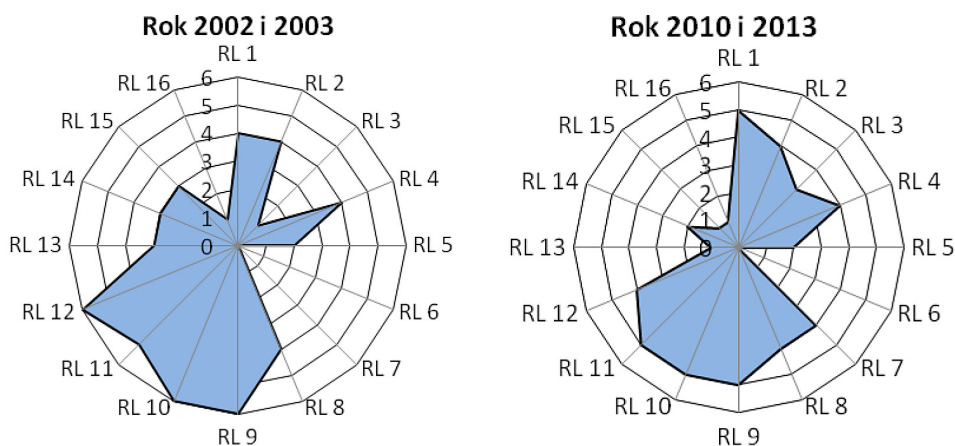


**Rys. 4.** Zmiany presji rolnictwa w gminie Kobyłanka na zlewnię jeziora Miedwie w latach 2002, 2003 i 2010, 2013  
**Fig. 4.** Changes in the pressure of agriculture on Miedwie lake catchment area in Kobyłanka commune, in 2002, 2003 and 2010, 2013



**Rys. 5.** Zmiany presji rolnictwa w gminie Kozielice na zlewnię jeziora Miedwie w latach 2002, 2003 i 2010, 2013  
**Fig. 5.** Changes in the pressure of agriculture on Miedwie lake catchment area in Kozielice commune, in 2002, 2003 and 2010, 2013





**Rys. 6.** Ocena presji rolnictwa gminy Bielice w latach 2002, 2003 oraz 2010, 2013 na zlewnię jeziora Miedwie  
**Fig. 6.** Assessment of agricultural pressure on lake Miedwie catchment area in Bielice commune in 2002, 2003, 2010 and 2013

lizowanej zlewni, która w 2003 roku została zakwalifikowana jako obszar szczególnie narażony (OSN) na zanieczyszczenia azotanami pochodzenia rolniczego (rozporządzenie Nr 9/2003 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Szczecinie z dnia 28 listopada 2003 r.). W kolejnych latach tj. 2008 i 2012 zlewnię w dalszym ciągu zaliczano do OSN. Badania wód powierzchniowych zlewni jeziora Miedwie prowadzone w latach 2001–2004 [Durkowski i in. 2004, Durkowski i in. 2006, WIOŚ 2005] wskazują na wysokie średnie stężenia składników nawozowych w wodach głównych dopływów jeziora Miedwie, szczególnie azotanów w Rowie Kunowskim, Kanale Młyńskim i Gowienicy.

Durkowski i in. (2004) jako przyczyny zanieczyszczeń wód odpływających do Miedwia podają zły stan sanitacyjny wsi, szczególnie wyposażenie w urządzenia służące do odprowadzania ścieków i wód opadowych oraz nieuporządkowany system gromadzenia nieczystości pochodzących z hodowli zwierząt gospodarskich. Monitoring prowadzony przez WIOŚ w latach 2010–2013 [WIOŚ 2014] w dalszym ciągu wskazuje na wysokie stężenia azotanów w dopływach Miedwia, a stan wód kwalifikuje jako zły. Badania wód podziemnych prowadzone w ramach monitoringu diagnostycznego i operacyjnego przez WIOŚ i PIG [WIOŚ 2014, Monitoring... PIG 2014] na terenie zlewni Miedwia wskazują na utrzymywanie się wysokich stężeń azotanów w wybranych punktach położonych w gminie Stargard Szczeciński oraz wzrost tego składnika nawozowego na przestrzeni lat 2006–2013 w gminach Stargard Szczeciński, Bielice i Warnice do poziomu przekraczającego

50 mg/l. Przeprowadzona identyfikacja czynników sprawczych w zlewni Miedwia wskazuje na korzystne zmiany w gospodarce wodno-ściekowej oraz wyraźne zmniejszenie obsady zwierząt gospodarskich na terenie analizowanych gmin, co skłania do wniosku, że uprawa i nawożenie gruntów ornych pozostają główną przyczyną braku poprawy czystości wód.

## WNIOSKI

1. Pod względem analizowanych wskaźników największą presję na zlewnię jeziora Miedwie wywiera gmina Pyrzyce, a najmniejszą gmina Kobylanka, przy czym stan zagospodarowania i gospodarki wodno-ściekowej największy niekorzystny wpływ wywierał w gminie Pyrzyce, a najmniejszy w gminie Stare Czarnowo.
2. Analiza presji wywołanej rolnictwem wskazuje, że najbardziej niekorzystne oddziaływanie na wody zlewni wywiera gmina Bielice oraz pozostałe gminy o bardzo wysokim udziale gruntów ornych w powierzchni gminy. Główną przyczyną zanieczyszczenia wód zlewni jeziora Miedwie jest uprawa i nawożenie gruntów ornych.
3. Największe zmiany w analizowanym okresie pod względem gospodarki wodno-ściekowej i stanu zagospodarowania zaszły w gminie Kobylanka i polegały na wzroście presji, natomiast w przypadku rolnictwa i leśnictwa w gminie Kozielice, której niekorzystne oddziaływanie na zlewnię jeziora Miedwie uległo wyraźnemu zmniejszeniu.

4. Badania wód powierzchniowych i podziemnych prowadzone w analizowanej zlewni wskazują, że objęcie obszaru programem mającym na celu zmniejszenie odpływu azotu ze źródeł rolniczych nie przyniosło efektów.

## LITERATURA

1. Analiza oddziaływania rolnictwa na środowisko wodne w województwie zachodniopomorskim potencjalne ograniczenia w rozwoju produkcji zwierzęcej. WIOŚ 2005.
2. Borowiec S. 1961. Zróżnicowanie warunków glebowo-rolniczych obszaru plejstoceniowego zasłoiska wodnego na tle powiatu pyrzyckiego. *Rocz. Nauk Rol.* t. 84-A-4, 613–630.
3. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). <http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/objectives/pdf/strategy2.pdf>
4. Durkowski T., Burczyk P., Królak B. 2006. Ocena odpływu składników nawozowych ze zlewni rolniczych Jeziora Miedwie w okresie restrukturyzacji rolnictwa. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* t. 6 z. 2 (18), 51–63.
5. Durkowski T., Łempicka A., Pawlik-Dobrowolski J., Woroniecki T. 1999. Mokry opad zanieczyszczeń atmosferycznych jako podstawowe źródło zanieczyszczeń zbiorników wodnych (na przykładzie jeziora Miedwie). *Rocz. AR Pozn. CCCX, Melior. Inż. Środ.* 20, cz. I, 391–402.
6. Durkowski T., Wesołowski P., Woroniecki T., Pawlik-Dobrowolski J., Pieczyński L. 2004. Dopyływ zanieczyszczeń do jeziora Miedwie z jego bezpośredniej zlewni oraz możliwości ich ograniczenia. Opracowanie monograficzne. IMUZ Falenty, ss. 106.
7. Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej. *Dz. U. UE L* z dnia 22 grudnia 2000 r.
8. DYREKTYWA RADY z dnia 12 grudnia 1991 r. dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego (91/676/EWG). *Dz. U. UE L* z dnia 31 grudnia 1991 r.
9. GUS 2003. Raport z wyników. Powszechny spis rolny 2002. Warszawa.
10. GUS 2005. Dane dla jednostki podziału terytorialnego. Bank Danych Regionalnych GUS [online] Warszawa.
11. GUS 2014. Dane dla jednostki podziału terytorialnego. Bank Danych Lokalnych GUS, baza online [http://stat.gov.pl/bdl/app/dane\\_ceilter.dims?p\\_id=724411&p\\_token=-1994964036](http://stat.gov.pl/bdl/app/dane_ceilter.dims?p_id=724411&p_token=-1994964036).
12. Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w latach 2012-2014. Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy.
13. Moss B. 2008. The Water Framework Directive: total environment or political compromise? *Sci Total Environ.*, 400(1-3), 32–41. DOI 10.1016/j.scitotenv.2008.04.029. Epub 2008 May 27.
14. Ocena jakości wód powierzchniowych w województwie zachodniopomorskim w roku 2009. WIOŚ 2010.
15. Pirrone N., Trombino G., Cinnirella S., Algieri A., Bendoricchio G., Palmeri L. 2005. The Driver-Pressure-State-Impact-Response (DPSIR) approach for integrated catchment-coastal zone management: preliminary application to the Po catchment-Adriatic Sea coastal zone system. *Reg Environ Change*, 5, 111–137. DOI 10.1007/s10113-004-0092-9.
16. Raport o stanie środowiska w województwie zachodniopomorskim w latach 2002–2003. WIOŚ 2004. [www.wios.szczecin.pl/bip/chapter\\_16003.asp?soid=D2CF57F3BC9A40CCB18A813367498BBE](http://www.wios.szczecin.pl/bip/chapter_16003.asp?soid=D2CF57F3BC9A40CCB18A813367498BBE).
17. Rozporządzenie Rady Ministrów z 9 listopada 2004 r. (*Dz. U.* 2014, nr 257, poz. 2573).
18. Smoroń S., Kowalczyk A. 2014. Identyfikacja i ocena czynników antropogenicznych stanowiących potencjalne zagrożenie dla wód zlewni Szreniawy. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, t. 14. z. 3(47), 125–141.
19. Sojka M., Murat-Błażejewska S., Kanclerz J. 2007. Identyfikacja i ocena oddziaływań antropogenicznych o charakterze obszarowym na zasoby wodne zlewni rzeki Małej Wełny. VIII Ogólnopolska Konferencja Naukowa, 657–669.
20. Stan środowiska w województwie zachodniopomorskim. Raport 2014. WIOŚ 2014. [http://www.wios.szczecin.pl/bip/chapter\\_16003.asp?soid=52ABA67B8F8D4D3699F033E0E4BBE94F](http://www.wios.szczecin.pl/bip/chapter_16003.asp?soid=52ABA67B8F8D4D3699F033E0E4BBE94F).
21. Wierzchowska E. 1997. Water Quality in Lake Miedwie, 1992 to 1994 An Analysis of Basic Monitoring Data. Baltic Basin Agriculture and Environment Series Report 97-BB8.
22. Wira J., Wira D. 2005. Analysis and assessment of technological processes of the Miedwie lake surface water treatment plant for the city of Szczecin. *Baltic Coastal Zone*, No. 9, 73–98.