

OCENA ODDZIAŁYWAŃ ANTROPOGENICZNYCH O CHARAKTERZE OBSZAROWYM NA JAKOŚĆ WÓD STRUGI DORMOWSKIEJ

Mariusz Sojka, Sadżide Murat-Błażejewska, Jolanta Kanclerz
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki identyfikacji i oceny wpływu oddziaływań antropogenicznych o charakterze obszarowym na jakość wód w zlewni Strugi Dormowskiej. Uwzględniono wskaźniki charakteryzujące gospodarkę komunalną, rolnictwo i leśnictwo oraz przemysł. Jakość wód w zlewni oceniono na podstawie wyników badań i obserwacji terenowych prowadzonych od maja do listopada 2007 r. Stwierdzono, że najsilniejszą presję na zasoby wodne w zlewni Strugi Dormowskiej wywiera działalność rolnicza, natomiast gospodarka komunalna i przemysł wywierają średnią presję. Mimo dużego zużycia nawozów sztucznych i intensywnej hodowli zwierząt, wody w zlewni odpowiadają najczęściej I, II i III klasie jakości. Ochronę wód przed zanieczyszczeniem substancjami biogennymi przypuszczalnie zapewnia wysoki udział lasów i terenów chronionych w zlewni. Podwyższone wartości ChZT są spowodowane niedostatecznie uporządkowaną gospodarką ściekową w zlewni.

Słowa kluczowe: mała zlewnia nizinna, oddziaływania antropogeniczne, jakość wody

WSTĘP

Ramowa Dyrektywa Wodna (RDW) wprowadziła nowe podejście do ochrony wód. Głównym celem środowiskowym RDW jest zapobieżenie pogarszaniu się stanu wydzielonych części wód oraz osiągnięcie dobrego stanu wszystkich części wód z wyjątkiem sztucznych i silnie zmienionych. Aby zrealizować ten cel, należy zidentyfikować wody, w przypadku których osiągnięcie dobrego stanu jest zagrożone lub niemożliwe.

Identyfikacja i ocena oddziaływań antropogenicznych na wyznaczone jednolite części wód jest dokonywana według procedury Driver-Pressure-State-Impact-Response (DPSIR) [Guidance... 2002], która rozpoczyna się od analizy czynników sprawczych, mogących powodować zagrożenie dla stanu wód pod względem ich ilości i jakości

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr inż. Mariusz Sojka, Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Piątkowska 94, 60-649 Poznań, e-mail: masojka@up.poznan.pl

[Borja i in. 2006]. W Polsce, zgodnie z wymaganiami RDW, zdefiniowano wskaźniki jednostkowe i procentowe odniesione do powierzchni gminy lub liczby mieszkańców. Stanowią one podstawę analizy czynników sprawczych w zlewniach jednolitych części wód [Identyfikacja... 2004].

Niniejsza praca miała na celu identyfikację i ocenę wpływu oddziaływań antropogenicznych o charakterze obszarowym na jakość wód w zlewni Strugi Dormowskiej.

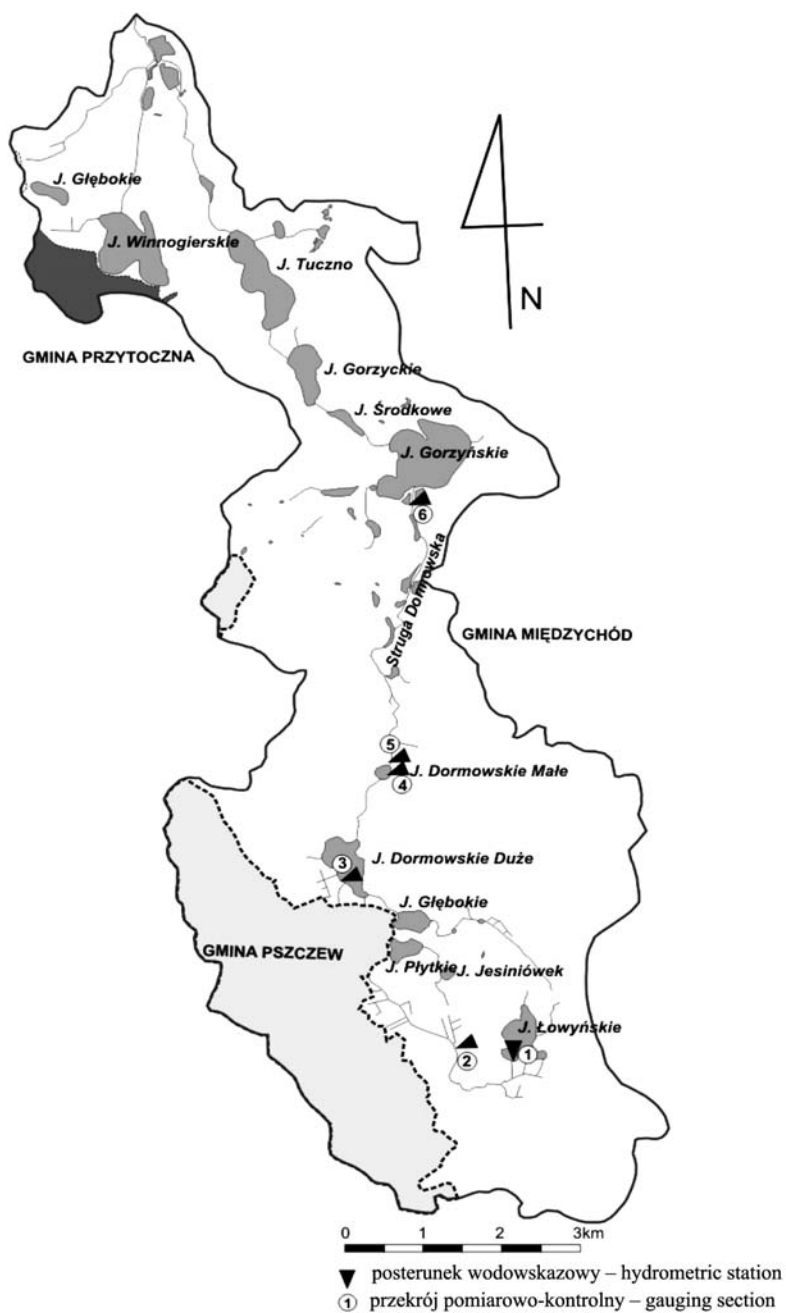
Praca była finansowana ze środków na naukę w latach 2007–2010 jako projekt badawczy nr N305 084 32/2845.

MATERIAŁ I METODY

Zlewnia Strugi Dormowskiej leży na Pojezierzu Wielkopolskim w makroregionie Pojezierza Wielkopolsko-Kujawskiego, w mezoregionie Pojezierza Poznańskiego [Kondracki 2000]. Struga Dormowska jest lewobrzeżnym dopływem Warty, uchodzącym do niej w 120,19 km; całkowita powierzchnia zlewni wynosi 57,2 km². W stosowanym w Unii Europejskiej systemie kodowania jednostek hydrograficznych zlewnia otrzymała kod 18776 [Atlas podziału... 2005]. Zlewnia ma charakter rolniczo-leśny – grunty orne pokrywają ok. 45,1% jej powierzchni, lasy ok. 42,6%, a łąki tylko ok. 3,7% – i charakteryzuje się wysoką jeziornością, wynoszącą ok. 6,1%. Struga Dormowska przepływa przez 12 jezior o powierzchni zróżnicowanej od 2 do 79,6 ha (rys. 1). Największe jeziora – Gorzyńskie i Tuczo – zajmują odpowiednio 79,6 i 50,5 ha, a ich głębokość maksymalna wynosi 34,4 i 40,0 m [Atlas jezior... 1996].

Na terenie zlewni znajdują się fragmenty trzech gmin: 15,4% powierzchni gminy Międzychód, 5,0% obszaru gminy Pszczew i 0,6% powierzchni gminy Przytoczna. Gminy te są zamieszkane przez 28,2 tys. osób łącznie, a gęstość zaludnienia wynosi od 24 (gmina Pszczew) do 60 (gmina Międzychód) osób na 1 km²; średnia dla zlewni to 54 mieszkańców na 1 km². Gmina Międzychód leży w województwie wielkopolskim, a gminy Przytoczna i Pszczew – w województwie lubuskim.

Identyfikacji i oceny czynników sprawczych, wywierających wpływ na zasoby wodne zlewni, dokonano na podstawie wskaźników jednostkowych i procentowych opracowanych przez zespół ekspercki pod kierunkiem E. Nachlik, grupujący naukowców z Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Politechniki Krakowskiej, Politechniki Warszawskiej, gdańskiego oddziału PAN, IMGW w Gdyni, AGH w Krakowie i WIOŚ w Gdańsku [Identyfikacja... 2004]. W metodzie tej wskaźniki zestawiono według trzech kategorii: gospodarka komunalna – 10 wskaźników, rolnictwo i leśnictwo – 18 wskaźników, przemysł – 18 wskaźników (tab. 1–3). Dla każdego wskaźnika określono wartości progowe umożliwiające ocenę wpływu gmin na zasoby wodne zlewni jednolitych części wód. Wyróżniono pięć klas (stopni) intensywności oddziaływania (BN – bardzo niska, N – niska, Ś – średnia, W – wysoka i BW – bardzo wysoka) w taki sposób, aby klasy zawierały odpowiednio 10, 20, 40, 20 i 10% gmin w Polsce. Końcową ocenę wpływu działalności prowadzonej na terenie zlewni Strugi Dormowskiej obliczono jako średnią ważoną, przy czym wagami były pola powierzchni gmin położonych w zlewni. Aby ułatwić interpretację oraz porównanie wpływu poszczególnych gmin na zasoby wodne jednolitych części wód, wyniki przedstawiono na wykresach radarowych.



Rys. 1. Mapa zlewni Strugi Dormowskiej
 Fig. 1. Map of Struga Dormowska stream catchment

Tabela 1. Wskaźniki wykorzystane do oceny presji gospodarki komunalnej na zasoby wodne zlewni [Identyfikacja... 2004]

Table 1. Indicators used for assessing pressure from municipal economy on water resources of catchment [Identyfikacja... 2004]

Symbol	Nazwa wskaźnika Indicator name	Symbol	Nazwa wskaźnika Indicator name
GK1	Gęstość zaludnienia, os. · km ⁻² Population density, pers. · km ⁻²	GK6	Udział gruntów skomunalizowanych w powierzchni gminy, % Municipal land in district area, %
GK2	Zużycie wody na potrzeby sieci wodociągowej, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻² Water consumption for water supply network, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻²	GK7	Udział ludności obsługiwanej przez oczyszczalnię ścieków, % Proportion of people using sewage network, %
GK3	Ludność obsługiwana przez oczyszczalnię ścieków, os. · km ⁻² Population using sewage network, pers. · km ⁻²	GK8	Stosunek długości sieci kanalizacyjnej do długości sieci wodociągowej, km · km ⁻¹ Length of sewage network to length of water supply network, km · km ⁻¹
GK4	Ścieki odprowadzane siecią kanalizacyjną, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻² Sewage discharged through sewage network, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻²	GK9	Noclegi udzielone turystom, os. · km ⁻² Tourist accommodations provided, pers. · km ⁻²
GK5	Odpady komunalne zebrane, tys. t · km ⁻² · rok ⁻¹ Municipal waste collected, thou. t · km ⁻² · year ⁻¹	GK10	Stosunek liczby turystów korzystających z noclegów do liczby mieszkańców gminy, % Number of accommodated tourists to district population, %

Do oceny jakości wód badanej zlewni wykorzystano wyniki własnych oznaczeń i obserwacji terenowych prowadzonych od maja do listopada 2007 r. Obejmowały one comiesięczne analizy laboratoryjne próbek wody pobranych z trzech przekrojów pomiarowo-kontrolnych usytuowanych wzdłuż biegu rzeki oraz z trzech jezior. Bezpośrednio w terenie prowadzono pomiary temperatury, stężenia tlenu rozpuszczonego oraz nasycenia tlenem, stosując wielofunkcyjną sondę HQ30d firmy Hach. Badania laboratoryjne obejmowały oznaczenie 14 wskaźników i składników charakteryzujących właściwości fizyczne (przewodnictwo elektrolityczne), chemiczne (Ca, Mg, Fe, Cl, SO₄, pH i twardość), warunki tlenowe (O₂), zawartość substancji organicznej (BZT₅ i ChZT) i obecność biogenów (azot azotanowy, azot azotynowy, azot amonowy, fosforany). Podstawą oceny jakości wody było odnośne rozporządzenie Ministra Środowiska [Rozporządzenie... 2004].

Wartości wskaźników jednostkowych i procentowych dla gmin według wymienionych kategorii (gospodarka komunalna, rolnictwo i leśnictwo oraz przemysł) opracowano na podstawie danych statystycznych uzyskanych z Banku Danych Regionalnych

Tabela 2. Wskaźniki wykorzystane do oceny presji rolnictwa i leśnictwa na zasoby wodne zlewni [Identyfikacja... 2004]

Table 2. Indicators used for assessing pressure from agriculture and forestry on water resources of catchment [Identyfikacja... 2004]

Symbol	Nazwa wskaźnika Indicator name	Symbol	Nazwa wskaźnika Indicator name
RL1	Udział użytków rolnych w powierzchni gminy, % Proportion of agricultural land in district area, %	RL10	Zużycie nawozów sztucznych (N), $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ UR Consumption of chemical fertilisers (N), $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ AL
RL2	Udział gruntów ornych w powierzchni gminy, % Proportion of arable land in district area, %	RL11	Zużycie nawozów sztucznych (P_2O_5), $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ UR Consumption of chemical fertilisers (P_2O_5), $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ AL
RL3	Udział sadów w powierzchni gminy, % Proportion of orchards in district area, %	RL12	Zużycie nawozów sztucznych (K_2O), $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ UR Consumption of chemical fertilisers (K_2O), $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ AL
RL4	Udział użytków zielonych w powierzchni gminy, % Proportion of meadows and pastures in district area, %	RL13	Hodowla, DJP $\cdot 100 \text{ ha}^{-1}$ UR Breeding, LU $\cdot 100 \text{ ha}^{-1}$ AL
RL5	Udział lasów i gruntów leśnych w powierzchni gminy, % Proportion of forests and wooded land in district area, %	RL14	Hodowla bydła, szt. $\cdot 100 \text{ ha}^{-1}$ UR Cattle-breeding, head $\cdot 100 \text{ ha}^{-1}$ AL
RL6	Udział obszarów chronionych w powierzchni gminy, % Proportion of protected land in district area, %	RL15	Hodowla trzody chlewnej, szt. $\cdot 100 \text{ ha}^{-1}$ UR Pig-breeding, head $\cdot 100 \text{ ha}^{-1}$ AL
RL7	Zużycie wody na potrzeby rolnictwa i leśnictwa, $\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ Water consumption for agriculture and forestry, $\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$	RL16	Hodowla owiec, szt. $\cdot 100 \text{ ha}^{-1}$ UR Sheep-breeding, head $\cdot 100 \text{ ha}^{-1}$ AL
RL8	Obciążenie związkami azotu, $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ Load of nitrogen compounds, $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$	RL17	Hodowla koni, szt. $\cdot 100 \text{ ha}^{-1}$ UR Horse-breeding, head $\cdot 100 \text{ ha}^{-1}$ AL
RL9	Zużycie nawozów sztucznych ogółem (NPK) w 2002 r., $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ UR Total consumption of chemical fertilisers (NPK) in 2002, $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ AL	RL18	Hodowla drobiu, szt. $\cdot 100 \text{ ha}^{-1}$ UR Poultry-breeding, head $\cdot 100 \text{ ha}^{-1}$ AL

Tabela 3. Wskaźniki wykorzystane do oceny presji przemysłu na zasoby wodne zlewni [Identyfikacja... 2004]

Table 3. Indicators used for assessing pressure from industry on water resources of catchment [Identyfikacja... 2004]

Symbol	Nazwa wskaźnika Indicator name	Symbol	Nazwa wskaźnika Indicator name
P1	Sekcja D – Przetwórstwo przemysłowe (podmioty gospodarcze), szt. · km ⁻² Section D – Processing industry (commercial entities), pcs. · km ⁻²	P10	Ścieki wymagające oczyszczenia odprowadzane – ogółem, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻² Sewage requiring treatment discharged – total, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻²
P2	Sekcja E – Wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, wodę i gaz (podmioty gospodarcze), szt. · km ⁻² Section E – Electric power, gas and water production and supply (commercial entities), pcs. · km ⁻²	P11	Ścieki wymagające oczyszczenia odprowadzane – oczyszczone, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻² Sewage requiring treatment discharged – treated, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻²
P3	Sekcja F – Budownictwo (podmioty gospodarcze), szt. · km ⁻² Section F – Construction (commercial entities), pcs. · km ⁻²	P12	Ścieki wymagające oczyszczenia odprowadzane – nieoczyszczone, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻² Sewage requiring treatment discharged – untreated, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻²
P4	Zużycie wody na potrzeby gospodarki narodowej, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻² Water consumption for national economy, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻²	P13	Udział powierzchni składowania odpadów przemysłowych w powierzchni gminy, % Area of industrial landfill sites in district area, %
P5	Zużycie wody na potrzeby przemysłu, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻² Water consumption for industry, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻²	P14	Odpady przemysłowe wytworzone, tys. t · km ⁻² · rok ⁻¹ Industrial wastes generated, thou. t · km ⁻² · year ⁻¹
P6	Pobór wody dla przemysłu z wód podziemnych, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻² Underground water uptake for industry, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻²	P15	Odpady przemysłowe składowane na składowiskach w ciągu roku, tys. t · km ⁻² · rok ⁻¹ Industrial wastes landfilled during the year, thou. t · km ⁻² · year ⁻¹
P7	Pobór wody dla przemysłu z wód powierzchniowych, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻² Surface water uptake for industry, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻²	P16	Emisja zanieczyszczeń pyłowych, t · km ⁻² · rok ⁻¹ Emission of particulate pollutants, t · km ⁻² · year ⁻¹
P8	Ścieki przemysłowe odprowadzane – ogółem, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻² Industrial sewage discharged – total, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻²	P17	Emisja zanieczyszczeń gazowych – ogółem, t · km ⁻² · rok ⁻¹ Emission of gaseous pollutants – total, t · km ⁻² · year ⁻¹
P9	Wody chłodnicze, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻² Cooling water, dm ³ · s ⁻¹ · km ⁻²	P18	Emisja zanieczyszczeń gazowych – bez CO ₂ , t · km ⁻² · rok ⁻¹ Emission of gaseous pollutants – excluding CO ₂ , t · km ⁻² · year ⁻¹

[2006]. Inwentaryzację źródeł zanieczyszczeń przeprowadzono na podstawie wizji lokalnych w terenie i opublikowanych materiałów Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska w Poznaniu i Zielonej Górze. Rodzaj użytkowania terenu ustalono na podstawie map topograficznych w skali 1 : 25 000 oraz danych Wojewódzkich Urzędów Statystycznych w Poznaniu i Zielonej Górze.

Ze względu na brak szczegółowych danych o zużyciu nawozów sztucznych w poszczególnych gminach, posłużono się informacjami uzyskanymi z Głównego Urzędu Statystycznego w Warszawie, dotyczącymi ich zużycia (ogólnie w rolnictwie i w gospodarstwach indywidualnych) w województwie wielkopolskim i lubuskim w latach 2002–2006. Następnie przeliczono je na gminy jako średnią ważoną, gdzie wagą były pola powierzchni gruntów ornych pod zasiewami w gospodarstwach indywidualnych i gospodarstwach Agencji Własności Rolnej Skarbu Państwa. Liczbę dużych jednostek przeliczeniowych zwierząt gospodarskich (DJP) obliczono na podstawie współczynników przeliczeniowych.

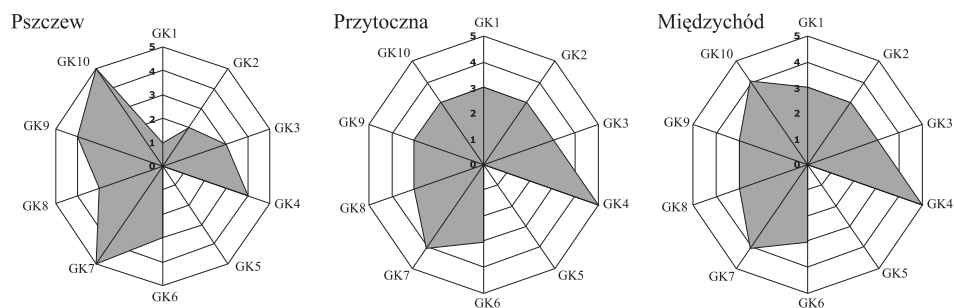
WYNIKI I DYSKUSJA

Badane gminy są przeciętnie wyposażone w infrastrukturę techniczną: w 2006 r. z sieci wodociągowej korzystało od 61% mieszkańców (gmina Pszczew) do 88% mieszkańców (gmina Międzychód), natomiast z sieci kanalizacyjnej – od 35% mieszkańców (gmina Przytoczna) do ok. 71% mieszkańców (gmina Międzychód), podczas gdy średnia dla województw wielkopolskiego i lubuskiego wynosiła odpowiednio 91,9 i 88,45% w przypadku sieci wodociągowej oraz 58,6 i 61,8% – sieci kanalizacyjnej. Stosunek długości sieci kanalizacyjnej do sieci wodociągowej w gminach był zbliżony i wynosił od 0,46 do 0,55 (poziom średni), średnio w zlewni ok. 0,54 (poziom średni). Oczyszczalnie ścieków o sumarycznej przepustowości ok. $7100 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ obsługiwały od 60% mieszkańców (poziom wysoki) w gminie Przytoczna do 100% mieszkańców (poziom bardzo wysoki) w gminie Pszczew, średnio w zlewni 71% mieszkańców. Zużycie wody na potrzeby użytkowników i utrzymanie sieci wodociągowej było zróżnicowane: w gminie Międzychód wynosiło ok. $0,074 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (poziom średni), natomiast w gminie Pszczew było ok. czterokrotnie niższe (poziom niski). Średnie zużycie wody na potrzeby użytkowników i utrzymanie sieci wodociągowej w zlewni wynosiło ok. $0,065 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (poziom średni). Podobnie jak w przypadku poboru wody, najwyższym wskaźnikiem odprowadzenia ścieków przez sieć kanalizacyjną charakteryzowała się gmina Międzychód – ok. $0,075 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, co stanowiło ok. 100% poboru wody na potrzeby użytkowników i utrzymanie sieci wodociągowej (poziom bardzo wysoki), a najniższym gmina Pszczew – ok. $0,012 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, tj. ok. 59% poboru wody (poziom wysoki). Przez sieć kanalizacyjną w zlewni odprowadzано ok. $0,064 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ ścieków (poziom bardzo wysoki), co stanowiło 99% wód zużytych na potrzeby użytkowników i utrzymanie sieci wodociągowej.

Wysoką presję na zasoby wodne może wywierać działalność turystyczna i rekreacyjna prowadzona bez odpowiedniego wyposażenia w infrastrukturę techniczną. W gminie Pszczew przy przeciętnym wyposażeniu w sieć kanalizacyjną (stosunek długości sieci kanalizacyjnej do wodociągowej wynosi 0,46) z bazy noclegowej w 2006 r. skorzystało

ok. 6300 turystów, co odpowiada ok. 151% mieszkańców gminy, a wskaźnik udzielonych noclegów wynosił ok. 171 osób na 1 km². Najmniejsze obciążenie ruchem turystycznym zanotowano w gminie Przytoczna, w której z baz noclegowych korzystało ok. 1250 osób, a wskaźnik udzielonych noclegów wynosił 25 osób na 1 km².

Ocena czynników sprawczych z kategorii „gospodarka komunalna” wykazała, że badane gminy wywierają średnią presję na wody zlewni Strugi Dormowskiej (rys. 2). Gminy są przeciętnie wyposażone w infrastrukturę techniczną, gospodarka wodno-ściekowa opiera się głównie na zbiornikach bezodpływowych, a stosunek długości sieci kanalizacyjnej do wodociągowej wynosi ok. 0,54. Dlatego należy położyć szczególny nacisk na okresową kontrolę szczelności szamb oraz regularności wywozu ścieków, ponieważ zaniedbania w tym zakresie mogą powodować zagrożenie dla wód powierzchniowych i gruntowych. Generalnie, o czym świadczy siedem na dziesięć wskaźników, gospodarka komunalna w zlewni wywiera średnią presję na zasoby wodne).



Rys. 2. Ocena presji gospodarki komunalnej (GK) na zasoby wodne w gminach położonych na terenie zlewni Strugi Dormowskiej; wskaźniki GK1, ..., GK10 – patrz tabela 1; intensywność oddziaływania: 1 – bardzo niska, 5 – bardzo wysoka

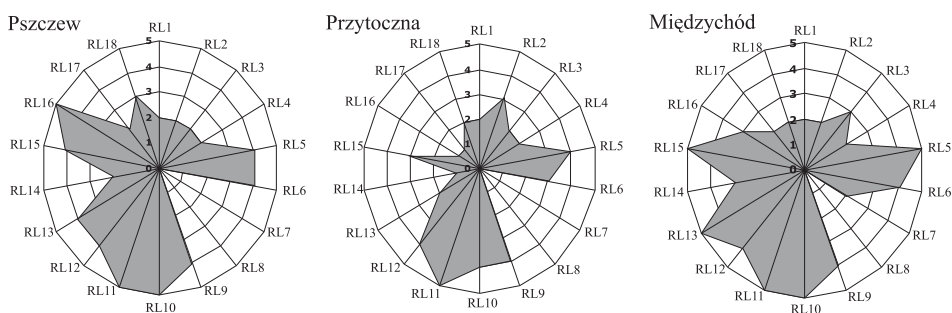
Fig. 2. Assessment of pressure from municipal economy (GK) on water resources in districts located in Struga Dormowska stream catchment; indicators GK1, ..., GK10 – see Table 1; impact intensity: 1 – very low, 5 – very high

Stopień oddziaływania rolnictwa na środowisko wodne jest bezpośrednio związany z intensywnością użytkowania gleb oraz stopniem koncentracji produkcji zwierzęcej na terenie zlewni. Udział użytków rolnych w powierzchni badanych gmin był niski i wynosił od 37% w gminie Międzychód do 50% w gminie Przytoczna, średnio w zlewni ok. 38%. W strukturze użytkowania grunty orne stanowiły od 30,1 do 41,1% powierzchni gmin (średnio na terenie zlewni 30,6% – poziom niski), użytki zielone od 5,0 do 8,4% (średnio na terenie zlewni 5,4% – poziom niski), a sady od 0,13 do 0,45% (średnio na terenie zlewni 0,40% – poziom średni). W omawianych gminach znajduje się 1739 gospodarstw rolnych o powierzchni gruntów ornych pod zasiewami wynoszącej 19,5 tys. ha, z czego 85,4% stanowią gospodarstwa indywidualne. Z punktu widzenia ochrony wód powierzchniowych i podziemnych bardzo korzystny jest bardzo wysoki udział lasów i gruntów leśnych (51,1%) oraz obszarów chronionych (67,3%) w zlewni.

W 2006 r. zlewnia Strugi Dormowskiej była silnie obciążona nawozami mineralnymi: zużycie nawozów NPK wynosiło ogółem ok. 120,7 kg · ha⁻¹ (poziom wysoki), w tym

nawozów azotowych (N) – $68,7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (poziom bardzo wysoki), fosforowych (P_2O_5) – $23,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (poziom bardzo wysoki) i potasowych (K_2O) – $29,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (poziom wysoki).

Poza dużym obciążeniem nawozami mineralnymi niekorzystny wpływ na zasoby wodne zlewni może wywierać chów zwierząt gospodarskich. W 2006 r. na 100 ha użytków rolnych przypadało od 26 (gmina Międzychód) do 94 (gmina Przytoczna) dużych jednostek przeliczeniowych (poziom bardzo wysoki), średnio na terenie zlewni 88 DJP. Ilość azotu i fosforu produkowanego dziennie przez 1 DJP wynosi w przypadku bydła ok. $0,29 \text{ kg N}$ i $0,11 \text{ P}$, trzody chlewnej – $0,18 \text{ kg N}$ i $0,053 \text{ P}$, drobiu – $0,31 \text{ kg N}$ i $0,14 \text{ kg P}$ [Analiza... 2005]. Wśród zwierząt gospodarskich dominowała trzoda chlewna i drób, a ich średnia obsada w zlewni wynosiła odpowiednio 206 i 289 sztuk na 100 ha użytków rolnych (rys. 3).



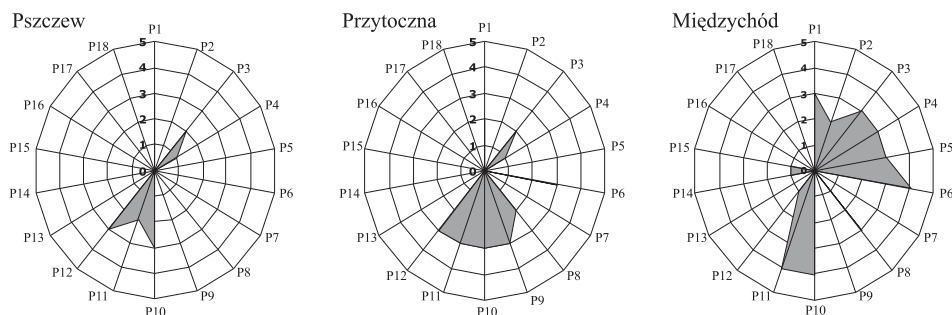
Rys. 3. Ocena presji działalności rolniczej i leśnej (RL) na zasoby wodne w gminach położonych na terenie zlewni Strugi Dormowskiej; wskaźniki RL1, ..., RL18 – patrz tabela 2; intensywność oddziaływania: 1 – bardzo niska, 5 – bardzo wysoka

Fig. 3. Assessment of pressure from agriculture and forestry (RL) on water resources in districts located in Struga Dormowska stream catchment; indicators RL1, ..., RL18 – see Table 2; impact intensity: 1 – very low, 5 – very high

Zużycie wody na potrzeby rolnictwa i leśnictwa było bardzo małe: na terenie gmin Pszczew i Przytoczna wody nie pobierano wcale, a na terenie gminy Międzychód pobierano poniżej $0,030 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ wody (poziom niski), głównie w celu pokrycia potrzeb stawów rybnych poniżej Dormowa i Muchocina; średnie zużycie wody w zlewni wynosiło ok. $0,024 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (poziom niski).

Ocena wpływu użytkowania gleb i prowadzenia produkcji zwierzęcej wykazała, że rolnictwo silnie oddziałuje na zasoby wodne zlewni. Najsilniejszą presję wywiera gmina Międzychód (rys. 3), co wynika z największego zużycia nawozów sztucznych (średnio $121 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$) i bardzo wysokiej obsady trzody chlewnej (228 sztuk na 100 ha użytków rolnych).

Działalność przemysłowa w gminach Pszczew i Przytoczna wywiera niewielką presję na zasoby wodne zlewni, natomiast w gminie Międzychód jej wpływ jest nieco większy (rys. 4). Ta ostatnia gmina ma przemysł rozwinięty na średnim poziomie: liczba podmiotów gospodarczych zarejestrowanych w sferze przetwórstwa przemysłowego i budownictwa wynosi ok. $0,7 \text{ szt.} \cdot \text{km}^{-2}$. Gmina charakteryzuje się wysokim poborem



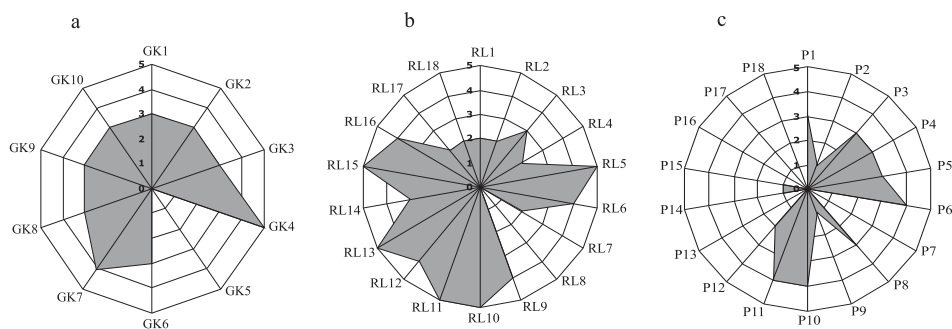
Rys. 4. Ocena presji działalności przemysłowej (P) na zasoby wodne w gminach położonych na terenie zlewni Strugi Dormowskiej; wskaźniki P1, ..., P18 – patrz tabela 3; intensywność oddziaływania: 1 – bardzo niska, 5 – bardzo wysoka

Fig. 4. Assessment of pressure from industry (P) on water resources in districts located in Struga Dormowska stream catchment; indicators P1, ..., P18 – see Table 3; impact intensity: 1 – very low, 5 – very high

wody (z wód podziemnych) na potrzeby przemysłu – $0,081 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ oraz wysoką produkcją ścieków przemysłowych i komunalnych – $0,106 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, które w całości są oczyszczane.

Przeprowadzona identyfikacja i ocena oddziaływań antropogenicznych wykazała, że pod względem gospodarki komunalnej i przemysłu gminy wywierają średnią presję na zasoby wodne zlewni, natomiast pod względem rolnictwa i leśnictwa silną presję na wody powierzchniowe i podziemne wywiera gmina Międzychód, ze względu na intensywną hodowlę trzody chlewnej i duże zużycie nawozów sztucznych (rys. 5).

Przy przedstawionej presji czynników antropogenicznych wody Strugi Dormowskiej były dość czyste i pod względem większości badanych parametrów odpowiadały najczę-



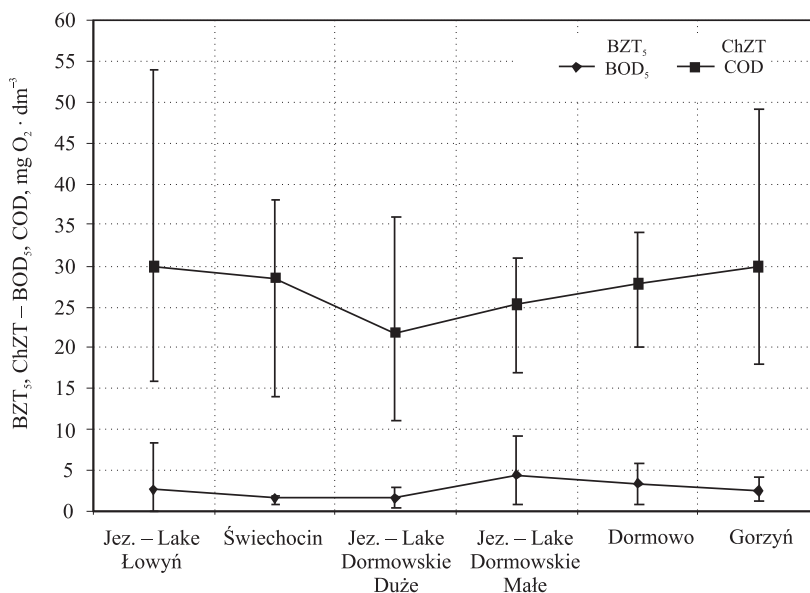
Rys. 5. Ocena presji gospodarki komunalnej (a), rolnictwa i leśnictwa (b) oraz przemysłu (c) na zasoby wodne w zlewni Strugi Dormowskiej; wskaźniki GK, RL i P – patrz table 1–3; intensywność oddziaływania: 1 – bardzo niska, 5 – bardzo wysoka

Fig. 5. Assessment of pressures from municipal economy (a), agriculture and forestry (b), and industry (c) on water resources in Struga Dormowska stream catchment; indicators GK, RL and P – see Tables 1–3; impact intensity: 1 – very low, 5 – very high

ściej normom I, II i III klasy jakości. Tylko stężenia tlenu rozpuszczonego i fosforanów w wodzie rzeki w przekroju Gorzyń odpowiadały V klasie jakości, a chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT) na całej długości rzeki odpowiadało IV klasie jakości.

Wody w zlewni Strugi Dormowskiej charakteryzowały się naturalnym lekko alkalicznym odczynem ($\text{pH} = 7,3\div 8,5$). Warunki tlenowe w poszczególnych przekrojach pomiarowo-kontrolnych były zróżnicowane: średnie stężenie tlenu rozpuszczonego kształtowało się w przedziale od $4,6 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ w przekroju Gorzyń do $8,9 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ w przekroju Dormowo.

Obciążenie wód substancjami organicznymi i zredukowanymi związkami nieorganicznymi, wpływającymi na zużycie tlenu w procesie samooczyszczania, było bardzo nierówne. Wartości biochemicznego zapotrzebowania tlenu (BZT_5) w Jeziorze Dormowskim Dużym oraz we wszystkich przekrojach pomiarowo-kontrolnych usytuowanych na rzece były niższe od wartości dopuszczalnych dla III klasy jakości ($6 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$), natomiast w jeziorach Łowńskim i Dormowskim Małym w lipcu i sierpniu notowano wyższe BZT_5 – ok. $9,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Wartości wskaźnika ChZT wynosiły od 11 do $54 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ (na 41 przebadanych próbek wody), a normy III klasy jakości były przekraczane 14 razy, dlatego wody Strugi Dormowskiej zakwalifikowano do IV klasy jakości we wszystkich przekrojach pomiarowo-kontrolnych. Podwyższone wartości ChZT mogą świadczyć o stałym zanieczyszczaniu wód rzeki substancjami organicznymi i zredukowanymi związkami nieorganicznymi pochodzącymi z nieoczyszczonych lub niedostatecznie oczyszczonych ścieków (rys. 6).



Rys. 6. Maksymalne, minimalne i średnie wartości biochemicznego i chemicznego zapotrzebowania tlenu (BZT_5 i ChZT) w wodzie Strugi Dormowskiej wzdłuż biegu cieku do przekroju Gorzyń
 Fig. 6. Maximum, minimum and average values of biochemical and chemical oxygen demand (BOD_5 and COD) in water of Struga Dormowska along stream down to Gorzyń gauging section

Wody Strugi Dormowskiej charakteryzowały się niskimi stężeniami związków azotu i fosforu, odpowiadającymi normom I klasy jakości. Okresowo w przekroju Gorzyń (w maju i czerwcu) stężenia fosforanów były wyższe od $1,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ i kwalifikowały wody do V klasy jakości.

Pod względem stężenia siarczanów, chlorków i magnezu badane wody odpowiadały normom I klasy jakości, natomiast pod względem stężenia wapnia oraz przewodności – normom II klasy jakości.

PODSUMOWANIE

Identyfikacja i ocena oddziaływań antropogenicznych wykazała, że na zasoby wodne Strugi Dormowskiej średnią presję wywiera gospodarka komunalna i przemysł, a najsilniej oddziałuje działalność rolnicza.

Mimo wysokiego zużycia nawozów sztucznych i intensywnej hodowli zwierząt, wody w zlewni Strugi Dormowskiej odpowiadały najczęściej I, II i III klasie jakości. Ochronę wód przed zanieczyszczeniem substancjami biogennymi prawdopodobnie zapewnia wysoki udział lasów i terenów chronionych w zlewni.

Podwyższone wartości ChZT mogą świadczyć o stałym zanieczyszczaniu wód Strugi Dormowskiej substancjami organicznymi i zredukowanymi związkami nieorganicznymi, pochodzącymi z nieoczyszczonych lub niedostatecznie oczyszczonych ścieków. Dlatego należy zwrócić szczególną uwagę na kontrolę szczelności szamb i wywozu ścieków oraz gnojowicy i gnojówki.

PIŚMIENNICTWO

- Analiza oddziaływania rolnictwa na środowisko wodne w województwie zachodniopomorskim. Potencjalne ograniczenia w rozwoju produkcji zwierzęcej, 2005. Red. M. Landsberg-Ucziwek. Inspekcja Ochrony Środowiska, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska Szczecin.
- Atlas jezior Polski, 1996. T. I. Jeziora Pojezierza Wielkopolskiego i Pomorskiego w granicach dorzecza Odry. Red. J. Jańczak. IMGW, Bogucki Wyd. Nauk. Poznań.
- Atlas podziału hydrograficznego Polski, 2005. Red. H. Czarnecka. IMGW Warszawa.
- Bank Danych Regionalnych, 2006. <http://www.stat.gov.pl>; 25.11.2007.
- Borja A., Galparsoro I., Solaun O., Muxika I., Tello E.M., Uriarte A., Valencia V., 2006. The European Water Framework Directive and the DPSIR, a methodological approach to assess the risk of failing to achieve good ecological status. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 66, 84–96.
- Guidance for the analysis of pressure and impacts in accordance with the Water Framework Directive. Final Version 5.3, 04 December 2002, CIS Working Group 2.1.
- Identyfikacja i ocena oddziaływań antropogenicznych na zasoby wodne dla wskazania części wód zagrożonych nieosiągnięciem celów środowiskowych, 2004. Red. E. Nachlik. Monografia 318, ser. Inż. Środ., PK Kraków.
- Kondracki J., 2000. Geografia regionalna Polski. PWN Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód, z dnia 11 lutego 2004 r. Dz.U. 2004 Nr 115, poz. 283.

ASSESSMENT OF NON-POINT ANTHROPOGENIC PRESSURES ON WATER QUALITY OF STRUGA DORMOWSKA STREAM

Abstract. The identification and evaluation of the non-point anthropogenic influences on the quality of water in the Struga Dormowska stream catchment was made by using indicators characterising municipal economy, agriculture and forestry, and industry. The quality of water in the catchment was assessed on the basis of observations and measurements made from May to November 2007. It was found that the pressure on the water resources in the Struga Dormowska stream catchment is highest for agriculture, while municipal economy and industry exert medium pressure. Despite the high consumption of fertilisers and intensive livestock breeding, the waters in the catchment usually meet the standards for the 1st, 2nd and 3rd quality class. This suggests that the waters are protected against pollution with biogenic compounds, probably due to the high proportion of forests and protected lands in the catchment. The high values of COD result from insufficiently strict waste-water management in the catchment.

Key words: small lowland catchment, anthropogenic pressure, water quality

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 2.08.2008