

## **MODEL PODSYSTEMU WODNOGOSPODARCZEGO ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU ZLEWNI RASZYŃKI**

Agata Pawłat-Zawrzykraj

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono model podsystemu wodnogospodarczego zrównoważonego rozwoju zlewni Raszyńki po profil Dawidy w warunkach istniejącej (2000 r.) i planowanej (2015 r.) infrastruktury. W wydzielonych dwóch cząstkowych zlewniach Z-1 i Z-2 wykonano ilościową i jakościową identyfikację istniejących i planowanych zasobów i potrzeb wodnych. Gospodarkę wodną oceniono metodą bilansu wodnogospodarczego. Stwierdzono, że w 2000 roku podsystem wodnogospodarczy w zlewniach cząstkowych Z-1 i Z-2 nie spełniał podstawowych wymogów zrównoważonego rozwoju. Planowana do 2015 roku realizacja infrastruktury w podsystemie wodnogospodarczym znacząco zwiększy stopień zrównoważenia rozwoju obu zlewni cząstkowych.

**Słowa kluczowe:** planowanie przestrzenne, zrównoważony rozwój, podsystem wodnogospodarczy

### **WSTĘP**

Współczesna cywilizacja kształtuje środowisko według idei zrównoważonego rozwoju, w której następuje proces integracji działań politycznych, gospodarczych, społecznych, z zachowaniem równowagi przyrodniczej w celu zagwarantowania możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności i obywateli zarówno obecnie, jak i w przyszłych pokoleniach [Ustawa... 2001]. Zasady zrównoważonego rozwoju stanowią między innymi podstawę do sporządzenia i zmian koncepcji przestrzennego zagospodarowania kraju oraz planów przestrzennego zagospodarowania województw i gmin. W ich wdrażaniu odczuwa się (w nauce i praktyce) potrzebę poszukiwania modeli zrównoważenia rozwoju analizowanych jednostek przestrzennych.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie doświadczeń metodycznych w zakresie tworzenia modelu podsystemu wodnogospodarczego zrównoważonego rozwoju zlewni

Raszynki po profil Dawidy na potrzeby planowania przestrzennego [Pawłat-Zawrzykraj 2003].

Podsystem wodnogospodarczy w systemie przyrodniczo-społeczno-gospodarczym zlewni definiowany jest jako układ funkcjonalno-przestrzenny, obejmujący naturalne zasoby wód powierzchniowych i podziemnych, obiekty związane z ich zagospodarowaniem oraz obiekty użytkowników wody związane z jej wykorzystaniem rolniczym i osadniczym oraz powiązania między nimi. Gospodarowanie wodą odbywa się na zasadzie porównania zasobów wodnych z potrzebami, a także bilansowania i przyjęcia koncepcji pokrycia deficytów lub zagospodarowania nadmiarów wody [Ciepielowski 1999].

## METODYKA

Rozpoznanie warunków zrównoważonego rozwoju zlewni Raszynki po profil Dawidy w ujęciu strukturalno-funkcjonalnym określono metodami niebilansowymi [Stala 1968, Bartkowski 1986] i bilansowymi [Ciepielowski 1999].

W badaniach niebilansowych, według kryteriów strukturalno-przestrzennych, dokonano w 2000 roku identyfikacji jednostek punktowych, liniowych i topicznych komponentów środowiska zlewni, oddziałujących na obieg wody. Dotyczyła ona wybranych charakterystyk hydrograficznych, geologicznych oraz użytkowania terenu, infrastruktury przestrzeni produkcyjnej rolnictwa i infrastruktury wodno-kanalizacyjnej. Ich struktura przestrzenno-funkcjonalna była kształtowana według miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego [Benedyk-Malinowska 1994, Markert 1994]. Na podstawie istniejących studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin [Domaradzki 1999, Markert 1999] oraz własnych analiz [Pawłat-Zawrzykraj 2003] określono, według kryteriów zrównoważonego rozwoju, perspektywiczne uwarunkowania wodne zlewni w 2015 roku.

Poszczególne elementy składowe przychodu i rozchodu wody w latach 2000 i 2015 w zlewni, w ujęciu ilościowym i jakościowym, określono metodami stosowanymi w hydrologii i gospodarce wodnej [Ciepielowski 1999]. Obliczono zasoby wód powierzchniowych i podziemnych, zidentyfikowano użytkowników tych wód i użytkowników wód zrzucających oczyszczone ścieki do wód powierzchniowych.

Gospodarowanie wodą w zlewni w latach 2000 i 2015 oceniono metodą bilansu wodnogospodarczego, opracowaną przez Hydroprojekt [Metodyka... 1992]. Przy tworzeniu ekofizjograficznego modelu podsystemu wodnogospodarczego zlewni wykorzystano zidentyfikowane jednostki przestrzenne małego obiegu wody oraz torujące sobie drogę zasady i teorie równoważenia rozwoju systemu przyrodniczo-społeczno-gospodarczego [Forman i Godron 1984, Andrzejewski 1985, Szulczewska 2002, Pawłat-Zawrzykraj 2004].

## OBIEKT BADAŃ

### Hydrografia, geologia, użytkowanie i infrastruktura terenu

Rzeka Raszynka, długości 17,1 km, jest prawobrzeżnym dopływem Utraty. Powierzchnia jej do zlewni profilu Dawidy (w km 10+300) wynosi 12,9 km<sup>2</sup>. Administracyjnie położona jest ona na terenie gmin Lesznówola i Raszyn, przylegających do granic Warszawy (rys. 1).

Powierzchnia wysoczyzny i doliny zlewni ma rzeźbę płaskorówninną. W budowie powierzchniowej wysoczyzny wyróżniono utwory polodowcowe, wśród których przeważają gliny zwałowe. Dolina rzeczna i zagłębienia bezodpływowe są wypełnione utworami holocenijskimi [Pawłat-Zawrzykraj 2003]. Sieć hydrograficzną tworzy górny odcinek rzeki Raszynki, sieć rowów oraz naturalne i sztuczne zbiorniki wodne. W strukturze użytkowania zlewni w 2000 roku grunty orne zajmowały 74,7% ogólnej powierzchni, użytki zielone 4,6%, lasy 6,1%, wody stojące i płynące 0,6%, tereny zabudowane i komunikacyjne 14,0% (rys. 1).

W latach 1960–1965 użytki orne zostały zmeliorowane. Wykonany system melioracji składa się z sieci drenarskiej i rowów odpływowych (R-1÷R-8). Obejmuje on łącznie 763 ha gruntów ornich, położonych głównie na prawostronnej wysoczyźnie zlewni (rys. 1). Użytki zielone na powierzchni 73 ha są odwodnione rowami, w tym na powierzchni 9 ha istniała tuż po melioracji możliwość nawodnień podsiąkowych. Odbiornikiem wód jest rzeka Raszynka.

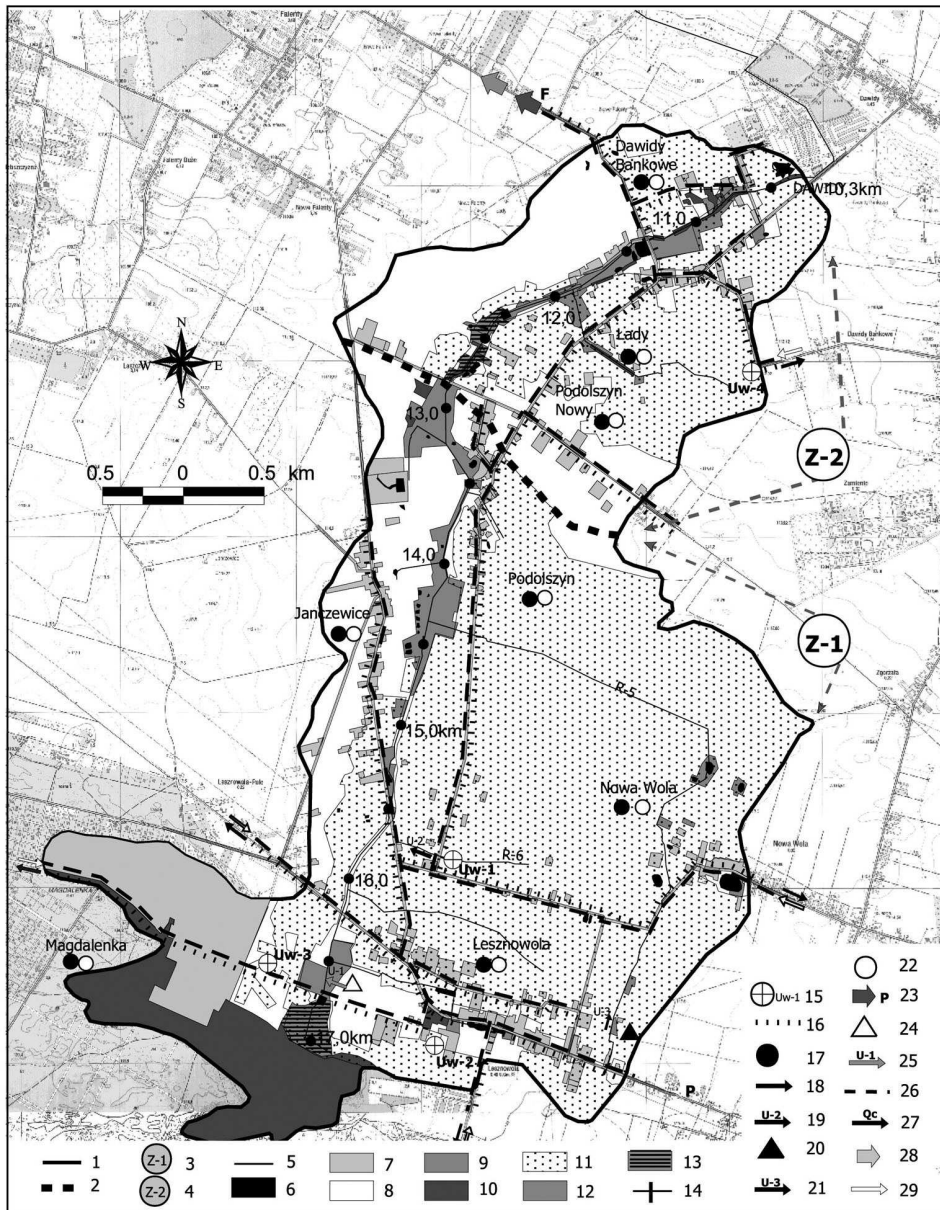
Na obszarze analizowanej części zlewni zamieszkuje około 2200 mieszkańców w siedmiu wsiach, znajdujących się w magistralnym i lokalnym systemie infrastruktury wodno-kanalizacyjnej i komunikacyjnej (rys. 1).

W dotychczasowych miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego [Benedek-Malinowska 1994, Markert 1994] gminy Lesznówola i Raszyn, w tym także zlewnia Raszynki po profil Dawidy, są kształtowane jako wielofunkcyjne obszary o równoległe rozwijających się funkcjach przyrodniczych (ekologicznych), rolniczych (rolno-osadniczych), mieszkaniowo-usługowych i usługowo-produkcyjnych. W istniejących studiach uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin zakłada się utrzymanie dotychczasowej polityki przestrzennej, wskazującej między innymi na potrzebę realizacji w najbliższych latach Gminnej Oczyszczalni Ścieków w Lesznówoli, kanalizacji sanitarnej wsi i dodatkowego ujęcia wody w Dawidach Bankowych [Domaradzki 1999, Markert 1999].

### Zasoby wodne

Ilość powierzchniowych zasobów wodnych w zlewni zależy przede wszystkim od opadów atmosferycznych. Suma opadów charakteryzuje się bardzo dużą zmiennością w okresie roku i wielolecia. Średnia suma opadów na stacji IMGW Warszawa-Okęcie w okresie 1951–1980 wynosiła 509 mm. Klimatyczny bilans wodny zlewni (opad-ewapotranspiracja rzeczywista), średnio w latach 1956–1975 dla całego roku był dodatni, ale dla półrocza letniego (IV–IX) ujemny [Pawłat-Zawrzykraj 2005].

Z opracowanej przez Dąbkowskiego i innych [1999] hydrologii rzeki Raszynki wynika, że w okresie 1951–1980 przepływ maksymalny roczny ( $Q_{p1\%}$ ) w przekroju 10+300



Rys. 1. Model funkcjonalno-przestrzenny podsystemu wodnogospodarczego zlewni Raszynki: 1 – granica zlewni, 2 – granica zlewni gospodarczych, 3 – zlewnia wodnogospodarcza w gm. Lesznowola, 4 – zlewnia wodnogospodarcza w gm. Raszyn, 5 – rzeka i rowy, 6 – zbiorniki wodne, 7 – tereny zabudowy, 8 – grunty orne, 9 – łąki, 10 – lasy; infrastruktura przestrzeni produkcyjnej rolnictwa: 11 – melioracje szczegółowe gruntów ornych (odwadniająca – drenowanie), 12 – melioracje szczegółowe łąk (odwadniająca), 13 – melioracje szczegółowe łąk (odwadniająco-nawadniająca), 14 – budowle piętrzące

wynosił  $2,82 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  i odpowiadał odpływowi jednostkowym z górnej części zlewni zbliżonym do regionu mazowieckiego. Średni roczny przepływ (SSQ), średni z minimalnych rocznych (SNQ) i minimalny roczny (NNQ) kształtował się odpowiednio:  $0,0364$ ,  $0,0080$  i  $0,0014 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Odpowiadające im odpływy jednostkowe z analizowanej części zlewni były dużo niższe od odpływów notowanych średnio w regionie. W zlewni nie ma źródeł. W okresach bezopadowych odpływ zależy od wielkości zasilania podziemnego, wynikającego ze stanów zasobów podziemnych. Na odcinku rzeki powyżej km 15+500 przepływy w okresie suszy hydrologicznej zanikają.

Ocena jakości wód Raszynki na potrzeby opracowania ekofizjograficznego [Pawłat-Zawrzykraj 2003] została dokonana w dniu 18.11.2002 roku przy przepływie zbliżonym do SNQ, według obowiązujących wówczas wskaźników [Rozporządzenie... 1991]. Rzeka w źródłowym odcinku (powyżej km 16+750) prowadziła wodę o jakości nieodpowiadającej normom ze względu na wskaźniki: BZT<sub>5</sub>, tlen rozpuszczony, zawiesina ogólna i fosfor ogólny. Wodę w pozostałym odcinku zaklasyfikowano do III klasy czystości, głównie ze względu na zawartość azotanów. W km 10+300 występowały ponadto zanieczyszczenia mikrobiologiczne.

W zlewni Raszynki eksploatowanym piętrem wodonośnym są wody podziemne z osadów czwartorzędowych. Jego głębokość wynosi od 10 do 50 m. Wydajność potencjalna studni wierconych dochodzi do  $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  [Domaradzki 1999, Markert 1999].

rys. 1 cd.

wodę do nawodnień; infrastruktura wodno-kanalizacyjna wsi: 15 – istniejące ujęcia wód podziemnych dla wodociągów, 16 – istniejąca sieć wodociągowa, 17 – użytkownicy wód wodociągowych, 18 – użytkownicy wód wodociągowych spoza granic zlewni, 19 – zrzut wód popłucznych z SUW „Lesznowola” do rowu R-6, 20 – oczyszczalnia biologiczna w Zesp. Szkół Lesznowola, 21 – zrzut oczyszczonych ścieków z Zesp. Szkół Lesznowola do rowu R-5, 22 – użytkownicy wód zrzucający ścieki, 23 – istniejący dowóz ścieków z szamb do oczyszczalni w Piasecznie – P i w Falentach – F, 24 – projektowana Gminna Oczyszczalnia Ścieków „Lesznowola”, 25 – projektowany zrzut oczyszczonych ścieków z oczyszczalni Lesznowola do rz. Raszynka, 26 – projektowana sieć kanalizacyjna, 27 – odpływ całkowity w korycie w profilach rzeki, 28 – zrzut ścieków kolektorem ze zlewni Z-2 do oczyszczalni w Falentach (proj.), 29 – zrzut ścieków spoza zlewni

Fig 1. Functional-spatial model of water-management subsystem for the Raszynka catchment area: 1 – boundary of the catchment, 2 – boundary of the management catchment, 3 – management catchment in Lesznowola Municipality, 4 – management catchment in Raszyn Municipality, 5 – rive and ditches, 6 – water reservoirs, 7 – settlement area, 8 – arable land, 9 – meadows, 10 – forests; agricultural infrastructure: 11 – arable land reclamation (drainage), 12 – meadows reclamation (drainage), 13 – meadows reclamation (irrigation and drainage), 14 – damming structure for irrigation; rural technical infrastructure: 15 – existing groundwater intake, 16 – existing water supply system, 17 – users of water supply system, 18 – users of water supply system out of the catchment area, 19 – water outfall from the groundwater intake “Lesznowola” to the ditch R-6, 20 – school biological sewage water treatment plant in Lesznowola, 21 – outfall of treated sewage from the school in Lesznowola to the ditch R-5, 22 – water users who outfall sewage, 23 – existing sewage transport from septic tanks to sewage treatment plant in Piaseczno-P and in Falenty-F, 24 – future sewage treatment plant “Lesznowola”, 25 – outfall of treated sewage from the sewage treatment plant “Lesznowola” to the river, 26 – future sewage system, 27 – total runoff in the river bed, 28 – future sewage outfall from the catchment area Z-2 to the sewage treatment plant in Falenty, 29 – sewage outfall from out of the catchment area

Jakość wód podziemnych w zlewni oceniono na podstawie wyników analiz chemicznych wód w archiwalnych profilach geologicznych otworów wiertniczych studni. Zgodnie z klasyfikacją jakości zwykłych wód podziemnych na potrzeby monitoringu środowiska [Klasyfikacja... 1995], ujmowane wody podziemne zaliczono do klasy III – o średniej jakości (ujęcie w „PGR Lesznowola”, „Dawidy Bankowe”, „Dawidy RSP”) oraz do klasy Ib – o wysokiej jakości (ujęcia: „Lesznowola Pole”, „Magdalenka”).

W dolinie Raszynki do profilu Dawidy istnieje system urządzeń melioracyjnych, umożliwiających ekstensywne nawadnianie podsiąkowe łąk na powierzchni 9 ha. Przepływ dyspozycyjny w rzece z piętrzeń w km 12+308 stwarza możliwości nawodnień podsiąkowych ze stałym zwierciadłem wody gruntowej (powierzchnia nawodnień 4 ha), a w km 16+690 – nawodnień z odpływem regulowanym (powierzchnia nawodnień 5 ha). Budowle piętrzące wymagają remontu.

Użytkowanie wód podziemnych w zlewni odbywa się w układzie przestrzennym gmin (rys. 1). W gminie Raszyn wodociąg grupowy Dawidy Bankowe zaopatruje w wodę z ujęcia „Dawidy Bankowe” wsie: Dawidy Bankowe, Łady i Podolszyn Nowy. W gminie Lesznowola wodociąg grupowy Lesznowola dostarcza wodę z ujęć „Lesznowola Pole”, „PGR Lesznowola” i „Magdalenka” mieszkańcom wsi: Podolszyn Stary, Janczewice, Lesznowola, Magdalenka, Nowa Wola (Zachodnia), a w najbliższych latach wsie Wilcza Góra i Władysławów. Około 30% odbiorców wody jest usytuowanych poza granicami zlewni.

Z bilansu zatwierdzonych zasobów eksploatacyjnych ujęć wód podziemnych aktualnych pozwoleń wodnoprawnych i zapotrzebowania na wodę wynika, że w 2000 roku wszyscy użytkownicy wód podziemnych zlewni górnej części Raszynki mieli zaspokojone swoje potrzeby bytowo-gospodarcze i produkcyjno-usługowe. W 2015 roku wynik bilansu zasobów i zaopatrzenia w wodę będzie ujemny dla użytkowników wodociągu grupowego Dawidy Bankowe, a dodatni dla wodociągu Lesznowola [Pawłat-Zawrzykraj 2003].

Na terenie zlewni Raszynki powyżej km 10+300 nie ma aktualnie systemów do zorganizowanego odprowadzenia i unieszkodliwiania ścieków bytowo-gospodarczych. Ścieki z obiektów wyposażonych w instalację wodno-kanalizacyjną gromadzi się w szambach i okresowo wywozi taborem asenizacyjnym do punktu zlewniowego oczyszczalni w Piaszecznie i Falentach. Wody deszczowe odprowadza się do gruntu i do sieci hydrograficznej w sposób niekontrolowany.

Zgodnie z aktualnymi pozwoleniami wodnoprawnymi do Raszynki odprowadzane są obecnie: ścieki oczyszczone w oczyszczalni biologicznej Zespół Szkół w Lesznowoli, wody popłuczne ze Stacji Uzdatniania Wody „Lesznowola Pole” i „PGR Lesznowola” (rys. 1). W 2015 roku do rzeki odprowadzane będą dodatkowo oczyszczone ścieki z projektowanej oczyszczalni „Lesznowola” w ilości około  $900 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$  – odbiór w km 16+650 Raszynki. Ścieki będą zrzucane kanalizacją sanitarną, a z dalszych wsi dowożone taborem asenizacyjnym. Ścieki ze wsi położonych na terenie gminy Raszyn będą odprowadzane kanalizacją sanitarną do istniejącej oczyszczalni w Falentach (rys. 1). Do 2015 roku na terenie obu gmin nie planuje się budowy kanalizacji deszczowej [Domaradzki 1999, Markert 1999].

## Bilans wodnogospodarczy wód powierzchniowych

Ilościowy bilans wodnogospodarczy wód powierzchniowych dla całej zlewni Raszynki został opracowany przez Dąbkowskiego i innych [1999] zgodnie z „Metodyką jednolitych bilansów wodnogospodarczych” [1992]. Obliczenia wykonano w 9 przekrojach bilansowych, dla dwóch wariantów odzwierciedlających stan gospodarowania wodą: w 2000 roku wariant I i w 2015 roku wariant II (zaopatrzenie w wodę użytkowników tak jak w wariacie I z docelowymi zrzutami wody w przewidywanych punktach źródeł zanieczyszczeń, w tym z oczyszczalni ścieków w Lesznowoli). Pierwszy przekrój bilansowy znajdował się w Dawidach w km 10+300. Obliczenia obejmowały okresy dekadowe w latach 1951–1980 z uwzględnieniem zmienności w czasie danych wejścia, opisujących takie elementy bilansu, jak: zasoby, potrzeby, zrzuty.

Zasoby wód powierzchniowych w bilansie opisano w postaci ciągów przepływów średnich okresowych zestawionych dla przekrojów wodowskazowych na podstawie dostępnego materiału obserwacji wieloletnich. Potrzeby wodne są ciągami średnich okresowych zapotrzebowań na wodę (obiekty nawadniane) i wymagań przepływu w określonych przekrojach rzeki (przepływy nienaruszalne). Rozrząd wody w okresach jej niedoboru odbywa się zgodnie z ustaloną hierarchią użytkowania zasobów wodnych (zachowanie przepływów nienaruszalnych, obiekty nawadniane).

Do ilościowego rozdziału zasobów wód powierzchniowych wykorzystano model symulacyjno-optymalizacyjny, odzwierciedlający obszarową strukturę systemu wodnogospodarczego (układ sieci rzecznej, trasy przerzutu wody, lokalizację punktów poboru wody i zrzutu ścieków).

Do oceny stopnia realizacji poszczególnych zadań gospodarki wodnej (zapewnienie przepływów nienaruszalnych i zaopatrzenia w wodę) wykorzystano następujące kryteria:

- gwarancję czasową pokrycia średnich okresowych potrzeb wodnych ( $G_t$ ),
- gwarancję objętościową pokrycia potrzeb ( $G_v$ ).

Analiza wyników ilościowego bilansu wodnogospodarczego wód powierzchniowych w przekroju bilansowym Raszynki w km 10+300 wskazuje, że w obu wariantach gospodarki wodnej nie są zapewnione przepływy nienaruszalne. W wariacie pierwszym gwarancja czasowa ( $G_t$ ) zapewnienia przepływów wynosiła 0,986, wartość gwarancji objętościowej była większa ( $G_v = 0,995$ ). Zrzuty oczyszczonych ścieków z projektowanej oczyszczalni w Lesznowoli w km rzeki 16+650 (wariant drugi) poprawiają gwarancję czasową i objętościową przepływów nienaruszalnych ( $G_t = 0,992$ ,  $G_v = 0,998$ ).

Oceny wpływu użytkowników wód powierzchniowych i podziemnych na jakość wód rzeki Raszynki w km 10+300 dokonano w aspekcie przekroczeń dopuszczalnych wartości granicznych wybranych wskaźników zanieczyszczeń, dotyczących odprowadzanych ścieków do wód i gleby, bezwzględnej wartości ładunku zanieczyszczeń doprowadzanych do rzeki i procentowego udziału ładunku z danego źródła w całkowitym ładunku zanieczyszczeń doprowadzanych do niej dla wybranych wskaźników oraz uciążliwości dla rzeki poszczególnych źródeł zanieczyszczeń. Uciążliwość danego źródła zanieczyszczeń obliczono na podstawie równania bilansowego w punkcie zrzutów ścieków przy przepływie miarodajnym SNQ, zakładając, że bezpośrednio poniżej zrzutu następuje całkowite wymieszanie ścieków z wodami odbiornika [Pawłat-Zawrzykraj 2003].

Analiza wyników obliczeń prowadzi do następujących wniosków, dotyczących przekroju bilansowego w km 10+300: jakość ścieków odprowadzanych do wód powierzchniowych przez użytkowników w 2000 i 2015 roku nie przekracza dopuszczalnych wartości granicznych; w 2000 roku głównym źródłem zanieczyszczeń wód powierzchniowych był zespół Szkół w Lesznowoli (2/3 całkowitego ładunku zanieczyszczeń); w 2015 roku około 98% udziału w całkowitym ładunku zanieczyszczeń wprowadzanych do rzeki będzie stanowić oczyszczalnia ścieków w Lesznowoli. W 2015 roku największą uciążliwością dla górnego odcinka rzeki Raszynki ze względu na BZT<sub>5</sub>, ChZT, azot ogólny i fosfor będą wody z oczyszczalni ścieków w Lesznowoli.

## **WYNIKI TESTOWANIA ZASAD GOSPODAROWANIA WODĄ W ZLEWNI PRZY UŻYCIU MODELU FUNKCJONALNO-PRZESTRZENNEGO**

Model podsystemu wodnogospodarczego w systemie przyrodniczo-społeczno-gospodarczym zlewni Raszynki po profil Dawidy przedstawiono na rysunku 1. Składa się on z dwóch funkcjonalnie związanych cząstkowych zlewni wodnogospodarczych:

- Z-1, południowej, o powierzchni 9,4 km<sup>2</sup>, w granicach gminy Lesznowola,
- Z-2, północnej, o powierzchni 3,5 km<sup>2</sup>, w granicach gminy Raszyn.

Granicę ich podziału stanowi lokalny wododział, przebiegający wzdłuż linii podziału administracyjnego w układzie gmin i powiatów (gmina Lesznowola, powiat piaseczyński – gmina Raszyn, powiat pruszkowski).

Obieg wody w zlewniach Z-1 i Z-2 jest gospodarczo zróżnicowany, ale wzajemnie współzależny. Łącznikiem elementów składowych układu jest rzeka Raszynka.

Aktualny układ rozrządu wody w zlewni południowej (Z-1) składa się z następujących obiektów: rzeki (km 12+850 – 17+400), rowów R-5, R-6, R-7 i R-8, budowli piętrzącej (przepustozastawki) w korycie rzeki w km 16+690, trzech ujęć wód podziemnych – „Lesznowola Pole” (Uw-1), „PGR Lesznowola” (Uw-2), „Magdalenka” (Uw-3) i Stacji Uzdatniania Wody, działających w układzie grupowym, sieci wodociągowej, biologicznej oczyszczalni ścieków Zespołu Szkół w Lesznowoli oraz szamb zabudowy zagrodowej i mieszkaniowej. Użytkownikami wód podziemnych, pobierającymi je na potrzeby bytowo-gospodarcze, są mieszkańcy wsi: Lesznowola, Magdalenka, Janczewice, Podolszyn i Nowa Wola (Zachodnia), oraz mieszkańcy spoza zlewni – ze wsi: Wilcza Góra, Władysławów, Magdalenka (Zachodnia) i Nowa Wola (Wschodnia). Ścieki komunalne gromadzone w szambach przewozi się wozami asenizacyjnymi do Oczyszczalni Ścieków w Piasecznie, których odbiornikiem po oczyszczeniu jest rzeka Jeziorka.

Obiekty aktualnego układu rozrządu wody w zlewni północnej (Z-2) to: rzeka (km 10+300 – 12+850), rowy R-1, R-2, R-3, R-4, budowla piętrząca (przepustozastawka) w korycie rzeki w km 12+308, ujęcie wody podziemnej „Dawidy Bankowe”, sieć wodociągowa oraz szamba zabudowy zagrodowej i mieszkaniowej. Użytkownikami wód podziemnych na potrzeby bytowe i gospodarcze w granicach zlewni są mieszkańcy wsi Dawidy Bankowe, Łady i Podolszyn Nowy, a poza granicami zlewni – mieszkańcy wsi Dawidy Bankowe (Wschodnie). Ścieki komunalne zrzuca się do szamb i transportuje do oczyszczalni ścieków w Falentach, których odbiornikiem po oczyszczeniu jest rzeka Raszynka w km 7+040. Przepływ całkowity w profilu zamykającym zlewnię w km 10+300



(profil Dawidy) składa się z dopływu obejmującego przepływ transformowany na obszarze własnym i z odpływu transformowanego w zlewni południowej.

Istniejący w 2000 roku system gospodarowania wodą w obu analizowanych zlewniach cząstkowych (Z-1 i Z-2) nie spełnia przedstawionych wymogów zrównoważonego rozwoju. Dotyczy to niezachowania w korycie rzeki przepływu nienaruszalnego. Uciążliwość źródeł zanieczyszczeń dla Raszynki była także duża. Rzeka powyżej km 16+750 prowadziła wodę o jakości nieodpowiadającej normom, a poniżej – wodę o III klasie czystości.

W strategii równoważenia rozwoju zlewni cząstkowych Z-1 i Z-2 do 2015 roku proponowane są istotne zmiany w układzie funkcjonalno-przestrzennym podsystemu wodnogospodarczego. W południowej zlewni cząstkowej (Z-1) pilnymi zamierzeniami inwestycyjnymi są:

- w infrastrukturze przestrzeni produkcyjnej rolnictwa – modernizacja budowli piętrzącej w km 16+690 oraz tworzenie nowych obiektów różnych form retencji wodnej,
- w infrastrukturze technicznej wsi – budowa gminnej oczyszczalni ścieków „Lesznowola”, sieci kanalizacji sanitarnej i podłączeń do budynków mieszkańców wsi w obrębie zlewni (Lesznowola, Magdalenka, Janczewice, Podolszyn, Nowa Wola Zachodnia) i poza jej granicami (Wilcza Góra, Władysławów, Magdalenka Zachodnia i Nowa Wola Wschodnia).

W zlewni północnej (Z-2) pierwszoplanowe przedsięwzięcia to:

- w infrastrukturze przestrzeni rolniczej – odbudowa budowli piętrzącej w km 12+300 oraz tworzenie nowych obiektów różnych form retencji wodnej,
- w infrastrukturze technicznej wsi – budowa sieci kanalizacji sanitarnej i podłączeń do budynków mieszkańców wsi w granicach zlewni (Dawidy Bankowe, Łady, Podolszyn Nowy) i poza jej granicami (Dawidy Bankowe Wschodnie) oraz kolektora doprowadzającego ścieki do oczyszczalni w Falentach.

Realizacja planowanej infrastruktury wodnej w zlewni do 2015 roku w znaczącym stopniu przyczyni się do poprawy stopnia równowagi hydrologicznej analizowanego podsystemu wodnogospodarczego. Wynika to z analizy nasypujących wskaźników gospodarowania wodą w tym czasie:

1. Około 75% ujmowanych wód podziemnych (ujęcia Uw-1, Uw-2 i Uw-3), przekazywanych siecią wodociągową do użytkowników (w zlewni Z-1 i poza jej granicami), wróci w formie ścieków w rejon ujęć, a następnie przez oczyszczalnię „Lesznowola” do rzeki, zwiększając jej przepływ. Pozostałe około 25% wód podziemnych z ujęcia Uw-4 w zlewni Z-2 po wykorzystaniu bytowo-gospodarczym i przetransformowaniu w ścieki będzie odprowadzane poza lokalny układ wodno-gospodarczy do oczyszczalni w Falentach, a następnie do rzeki Raszynki w km 7+040.

2. Zrzuty oczyszczonych ścieków z projektowanej oczyszczalni w Lesznowoli w km 16+650 Raszynki prawie całkowicie w pełni zapewnią przepływ nienaruszalny (w km 10+300 – na poziomie  $G_r = 0,992$ ,  $G_v = 0,998$ ).

3. Około 98% udziału w całkowitym ładunku zanieczyszczeń wprowadzonych do wód Raszynki będą stanowiły oczyszczone ścieki. Pomimo występowania jeszcze znaczących uciążliwości źródeł zanieczyszczeń w zlewni rzeka Raszynka w km 10+300 – 16+650 utrzyma wymaganą III klasę czystości wód.

4. System nawodnień podsiąkowych obu obiektów łąkowych będzie pełnosprawny i wykorzystywany do celów produkcyjnych i środowiskotwórczych.

## WNIOSKI

1. Wyniki analiz gospodarki wodnej w istniejącym i planowanym podsystemie wodnogospodarczym w systemie przyrodniczo-społeczno-gospodarczym zlewni mogą być wskaźnikiem stopnia oceny zrównoważenia jego rozwoju.

2. Najodpowiedniejszy model funkcjonalno-przestrzenny podsystemu wodnogospodarczego zlewni Raszynki po profil Dawidy na potrzeby miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego tworzy istniejąca i prognozowana infrastruktura produkcyjna i infrastruktura techniczna (wodna) wsi w dwóch częściowych zlewniach położonych na terenie gminy Lesznówola (Z-1) i gminy Raszyn (Z-2), mających własną strategię gospodarki wodno-ściekowej.

3. Podsystem wodnogospodarczy w zlewniach częściowych Z-1 i Z-2 w 2000 roku nie spełniał podstawowych wymogów zrównoważonego rozwoju. Planowana do 2015 roku realizacja zamierzeń inwestycyjnych w podsystemie wodnogospodarczym znacząco zwiększy stopień zrównoważenia rozwoju obu zlewni częściowych.

## PIŚMIENNICTWO

- Andrzejewski R., 1985. Ekologia a planowanie przestrzenne. *Wiad. Ekol.* XXXI, 3, 251–273.
- Bartkowski T., 1986. *Zastosowanie geografii fizycznej*. PWN, Warszawa.
- Benedek-Malinowska E., 1994. Zmiana miejscowego planu ogólnego zagospodarowania przestrzennego gminy Lesznówola. Tekst zmiany planu. *Maszynopis*. Biuro Planowania Rozwoju Warszawy, Warszawa.
- Ciepielowski A., 1999. *Podstawy gospodarowania wodą*. Wydaw. SGGW, Warszawa.
- Dąbkowski Sz.L. i in., 1999. Bilans wodny zlewni rzeki Raszynki z elementami gospodarki wodno-ściekowej. *Maszynopis*. Biuro Konsultacyjne Inżynierii Środowiska, Warszawa.
- Domaradzki K., 1999. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Lesznówola. *Maszynopis*. Biuro Planowania Rozwoju Warszawy, Warszawa.
- Forman R.T.T., Godron M., 1984. Landscape ecology principles and landscape function. *Proc. 1<sup>st</sup> Intern. Sem. on Methodology in Landscape Ecological Research and Planning*. IALE, Roskilde Univ. Centre Denmark 5, 4–16.
- Klasyfikacja jakości zwykłych wód podziemnych na potrzeby monitoringu środowiska, 1995. Biblioteka Monitoringu Środowiska. PIOŚ, Warszawa.
- Markert A., 1994. Miejscowy plan ogólny zagospodarowania przestrzennego gminy Raszyn. *Maszynopis*. Biuro Planowania Rozwoju Warszawy, Warszawa.
- Markert A., 1999. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Raszyn. *Maszynopis*. Biuro Planowania Rozwoju Warszawy, Warszawa.
- Metodyka jednolitych bilansów wodnogospodarczych, 1992. *Maszynopis*. Hydroprojekt, Warszawa.
- Pawłat-Zawrzykraj A., 2003. Uwarunkowania wodne zrównoważonego rozwoju w opracowaniu ekofizjograficznym na przykładzie zlewni Raszynki. *Rozprawa doktorska*. *Maszynopis*. SGGW, Warszawa.

- Pawłat-Zawrzykraj A., 2004. Model funkcjonalno-przestrzenny zrównoważonego rozwoju zlewni Raszynki położonej w strefie podmiejskiej Warszawy. *Acta Scientiarum Polonorum, Budownictwo* 3(2), 29–47.
- Pawłat-Zawrzykraj A., 2005. The evaluation of local climate humidity conditions on the basis of heat and water balance structure for ecophysiological studies. *Annals of Warsaw Agricultural University – SGGW, Land Reclamation* 36, 15–20.
- Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 5 listopada 1991 r. w sprawie klasyfikacji wód, warunków, jakim powinny odpowiadać ścieki wprowadzone do wód lub ziemi. *DzU z 1991 r. nr 116, poz. 503, zał. 1.*
- Stala Z., 1968. Szczegółowa instrukcja w sprawie zasad sporządzania opracowań fizjograficznych ogólnych dla potrzeb miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego. *Geoprojekt, Warszawa.*
- Szulczewska B., 2002. Teoria ekosystemu w koncepcjach rozwoju miast. *Rozprawy i Monografie* 251. Wydaw. SGGW, Warszawa.
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska. *DzU z 2001 r. nr 62, poz. 627.*

## MODEL OF WATER-MANAGEMENT SUBSYSTEM FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE RASZYŃKA CATCHMENT AREA

**Abstract.** The article presents a model of water-management subsystem for the sustainable development of the Raszynka River catchment area up to its 10+300 km. The model was created for two stages of infrastructure development: the one existing in 2000 and future one for 2015. Quantitative and qualitative identification of an existing and planned water resources and demands was performed for two management catchment areas: Z-1 and Z-2. The existing state of the water management system was evaluated using water-management balance method. The water-management subsystem consisting of the two analyzed catchment areas did not fulfill basic requirements of sustainable development. Technical infrastructure (water-supply and sewage-disposal) proposed for a period ending in 2015 will considerably increase sustainability level of both catchment areas.

**Key words:** spatial planning, sustainable development, water-management subsystem

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 2.02.2007