

ANALIZA STRUKTURY PRZESTRZENNEJ WARUNKÓW OBIEGU WODY W ZLEWNI RASZYNKI NA POTRZEBY PLANOWANIA PRZESTRZENNEGO

Agata Pawłat-Zawrzykraj

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. W pracy przedstawiono w formie syntezy identyfikację i analizę struktury przestrzennej uwarunkowań wodnych zlewni Raszynki (po profil Dawidy) na potrzeby planowania przestrzennego. Podstawą metodyki pracy jest wydzielenie homogenicznych jednostek przestrzennych o różnym poziomie złożoności. Każda z nich, w zależności od kryteriów wyróżnienia i stopnia agregacji, w różnym stopniu oddziałuje na mały obieg wody. W zlewni Raszynki do profilu Dawidy zidentyfikowano duże zróżnicowanie przestrzenne homogenicznych jednostek reżimu wodnego. Usytuowane są one przeważnie w układzie płatowo-pasmowym i pasmowym, równoległym do doliny, co wskazuje na złożone i zmienne przestrzennie warunki wodne w zlewni.

Słowa kluczowe: jednostki przestrzenne reżimu wodnego, opracowanie ekofizjograficzne

WSTĘP

Na potrzeby planowania przestrzennego wykonywane są opracowania ekofizjograficzne. Obejmują one m.in. zjawiska związane ze strukturą i funkcjonowaniem obiegu wody w podsystemie naturalnym i gospodarczym. Metodami niebilansowymi wydziela się jednostki przestrzenne o różnych cechach i złożoności reżimu wodnego. W ich obrębie analizuje się kierunki zmian ilościowych poszczególnych elementów składowych bilansu wodnego, warunkujących równowagę ekologiczną środowiska [Bartkowski 1986].

W niniejszej pracy przedstawiono w formie syntezy identyfikację i analizę struktury przestrzennej uwarunkowań wodnych zlewni Raszynki (po profil Dawidy) na potrzeby planowania przestrzennego. Została ona wykonana metodami niebilansowymi i przedstawiona w opracowaniu ekofizjograficznym zlewni [Pawłat-Zawrzykraj 2003].

MATERIAŁ I METODY

Najważniejszym narzędziem badawczym małego obiegu wody metodami niebilansowymi jest jakościowe kartowanie cech przestrzennych reżimu wodnego. W obszarze objętym opracowaniem ekofizjograficznym (geokompleksie) wydziela się według stopnia wewnętrznego zróżnicowania typologiczne jednostki przestrzenne w wymiarze topicznym – lokalnym [Sołowiej 1982, Bartkowski 1986].

Powyższe jednostki są homogeniczne (wewnętrznie jednolite) na różnym poziomie złożoności geokompleksu. W zależności od jednorodności komponentu środowiska lub układu komponentów geokompleksy elementarne lub częściowe w układzie topicznym przyjmują różne nazwy (topy, hydrotopy, ekohydrotopy, topozlewnie). Każda z nich, w zależności od kryteriów wyróżnienia i stopnia agregacji, w różnym stopniu oddziałuje na mały obieg wody.

Jednostkami topicznymi są klasy i typy fizjotopów (utworów geologicznych), grupy i formy geomorfotopów (warunków geomorfologicznych) i typy morfotopów (rzeźby terenu) oraz typy pedotopów (typów gleb). Różnicują one dynamikę małego obiegu wody i są uwzględniane przy wyróżnianiu hydrotopów i ekohydrotopów. W zlewni Raszynki kartowano je metodami stosowanymi w ekofizjografii, opisanymi w pracy Pawłat-Zawrzykraj i Pajnowskiej [2004].

Hydrotopy to jednostki przestrzenne o jednorodnym charakterze występowania i obiegu wody, wyróżnione według wybranych właściwości wodnych środowiska glebowo-gruntowego. Podstawą ich określenia w niniejszej pracy była: przepuszczalność wodna gleb, efektywna retencja użyteczna gleb, infiltracja efektywna i głębokość wód gruntowych.

Ekohydrotopy to homogeniczne jednostki przestrzenne reżimu wodnego powstałe w wyniku kompleksowej agregacji hydrotopów w aspekcie gospodarki wodnej roślin. Określają one stopień zaspokojenia potrzeb wodnych ekosystemu leśnego, łąkowego i polowego w warunkach zróżnicowanego reżimu hydrologicznego. W niniejszej pracy wydzielono w granicach zlewni typy i podtypy gospodarki wodnej według typologii Skawiny i in. [1972] oraz kategorie stosunków wodnych gleb według typologii Strzemskiego i in. [1973], Trampler i in. [1981].

W identyfikacji i delimitacji hydrotopów i ekohydrotopów w zlewni Raszynki posłużono się metodami stosowanymi w dawnych opracowaniach fizjograficznych [Różycka 1971, Stala 1983]. Podjęto także próby poszukiwania, zastosowania i weryfikacji nowych metod, adoptowania i modyfikacji oraz transformacji formuł i wyników badań z pokrewnych dyscyplin naukowych.

W zlewni Raszynki wyróżniono następujące hydrotopy:

- o różnej przepuszczalności wodnej gleb, na podstawie średnich wartości współczynników filtracji pionowej utworów glebowych na obszarze Polski, pomierzonych przez Zawadzkiego [Gleboznawstwo 1999] oraz mapę glebowo-rolniczą zlewni,
- o różnej efektywnej retencji użytecznej gleb, na podstawie wartości liczbowych efektywnej retencji użytecznej wody glebowej, określonych przez Ślusarczyka [1979] oraz mapę glebowo-rolniczą zlewni,
- o różnej infiltracji efektywnej, na podstawie wskaźników infiltracji na obszarze Polski niżowej podanych przez Pazdro i Kozerskiego [1990] oraz agregacji typów fizjo-

topów, form, geomorfotopów i typów morfotopów wydzielonych w granicach badanej zlewni,

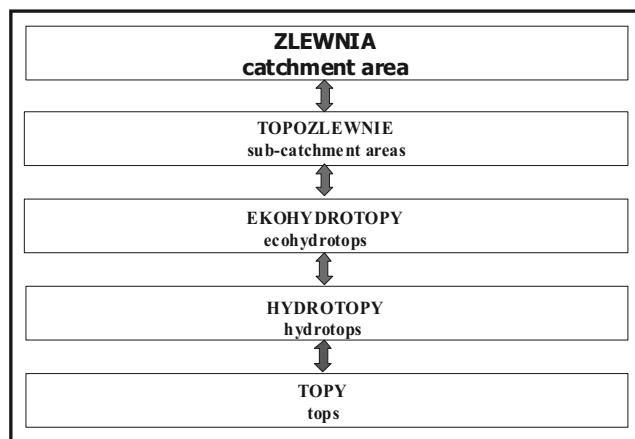
– o różnej głębokości wód gruntowych, na podstawie wyników badań własnych zwierciadła wód gruntowych w październiku 2001 roku.

Natomiast w ekosystemach leśnych, łąkowych i polowych wyróżniono ekohydrotopy:

– o różnych typach i podtypach gospodarki wodnej, na podstawie kryteriów podanych przez Skawinę i in. [1972], uzupełnionych o warunki infiltracji i zdolność retencjonowania w profilu glebowym wód pochodzących z opadów atmosferycznych i spływów powierzchniowych [Pawłat-Zawrzykraj 2003],

– o różnych kategoriach uwilgotnienia, na podstawie wydzielonych typów i podtypów gospodarki wodnej oraz wymagań wodnych występujących zbiorowisk roślinnych [Pawłat-Zawrzykraj 2003].

W kolejnym etapie identyfikacji struktury jednostek przestrzennych obiegu wody w zlewni wyróżniono zlewnie cząstkowe I i II rzędu (topozlewnie). W ich strukturze przestrzennej znajdują się wydzielone topy, hydrotopy i ekohydrotopy. Schemat blokowy modelu struktury hierarchicznej homogenicznych jednostek przestrzennych reżimu wodnego w zlewni przedstawiono na rysunku 1. Szczegółową charakterystykę obiektu badań przedstawiono w pracy Pawłat-Zawrzykraj [2003].



Rys. 1. Schemat blokowy modelu struktury hierarchicznej jednostek przestrzennych obiegu wody w zlewni

Fig. 1. Block diagram for hierarchic structure of water cycle spatial units in the catchment area

WYNIKI BADAŃ

Największymi jednostkami obiegu wody w systemie przestrzeni przyrodniczo-kulturowej zlewni Raszynki po profil Dawidy są dwie zlewnie cząstkowe I rzędu: południowa (Z-1) o powierzchni 9,4 km² i północna (Z-2) o powierzchni 3,5 km². Granicę ich podziału stanowi wododział, przebiegający wzdłuż linii podziału administracyjnego w układzie gmin i powiatów (gmina Lesznówola, powiat piaseczyński – gmina Raszyn, powiat pruszkowski). W obszarze tych zlewni wyróżniono zlewnie cząstkowe II rzędu.

Obieg wody w poszczególnych zlewniach jest zróżnicowany, ale wzajemnie współzależny. Kształtują je warunki naturalne i działalność człowieka. Wśród czynników antropogenicznych duży wpływ na bilans wodny w zlewniach I rzędu ma gospodarka wodno-ściekowa w systemie osadniczym, a w zlewniach II rzędu – sieć drenarska na użytkach ornym [Pawłat-Zawrzykraj 2003].

W topozlewni południowej (Z-1) występują trzy grupy form geomorfotopów: dolina, wysoczyzna i wydmy, a w topozlewni północnej (Z-2) dwa: dolina i wysoczyzna. Ich przestrzeń zajmuje pięć podstawowych ekosystemów: polowy, leśny, łąkowy, wodny i osiedlowy. Ekosystemy wód otwartych oraz zabudowań gospodarczych i jednorodzinnych mają charakter rozproszony. Ekosystemy: polowy, leśny i łąkowy tworzą duże i zwarte kompleksy, które pokrywają się generalnie z wydzielonymi grupami form geomorfotopów. W topozlewni południowej (Z-1) ekosystem leśny dominuje w obszarze wydmy, ekosystem polowy na obszarze wysoczyzny, a ekosystem łąkowy rozczłonkowany ekosystemem polowym na obszarze doliny. W topozlewni północnej (Z-2) obszar wysoczyzny zajmuje ekosystem polowy, a na obszarze doliny dominuje ekosystem łąkowy. Cały układ przyrodniczo-kulturowy łączy rzeka. W każdej z tych jednostek podstawowym wejściem do systemu jest opad atmosferyczny. Składnikami jego transformacji są: odpływ powierzchniowy, ewapotranspiracja, retencja i odpływ gruntowy. Funkcjonowanie tego procesu w poszczególnych jednostkach przestrzennych i w czasie różni się, głównie ze względu na warunki środowiska abiotycznego i odmienne formacje roślinne. Proces prowadzi do odpływu w profilu zamykającym zlewnię.

Największy wpływ na obieg wody w topozlewni północnej (Z-1) i południowej (Z-2) ma dominujący ekosystem polowy (w granicach wysoczyzny), który zajmuje około 70% ogólnej powierzchni topozlewni Z-1 i około 78% w topozlewni Z-2. Decyduje on o zasobach wód glebowo-gruntowych i podziemnych na wysoczyźnie oraz zasobach wód powierzchniowych rzeki i wód gruntowych doliny. Ekosystem leśny, stanowiący źródłową część topozlewni Z-1, zajmuje zaledwie około 8% jej powierzchni. Warunkuje on obieg wody na obszarze wydmy. Ma też istotne znaczenie w gruntowym zasilaniu w wodę źródłowego odcinka rzeki w okresach bezopadowych. Rzeka wraz z doliną jest pasmową osią hydrologiczną obu zlewni i zajmuje około 10% ogólnej ich powierzchni. Dolina przyjmuje wodę z obszaru wysoczyzny, retencjonuje ją i oddaje rzece. Zasila także wody podziemne. Zmniejsza wilgotność powietrza na terenach przyległych. Koryto rzeki przeważnie drekuje wody gruntowe bezpośrednio z doliny, pośrednio z obszarów do niej przyległych, następnie odprowadza liniowo poza profil zamykający zlewnię.

Reżim hydrologiczny rzeki, obszaru doliny, wysoczyzny i wydmy wykazuje wzajemne powiązania. Każda zmiana natężenia procesów geomorfologicznych i ekologicznych w jednym ekosystemie oddziałuje na warunki wodne w innych. Związki hydrologiczne między ekosystemami realizują się przez przemieszczanie wilgoci w atmosferze, spływ wody po powierzchni terenu i ruch wody w gruncie.

Reżim hydrologiczny poszczególnych ekosystemów w zlewni jest zróżnicowany czynnikami abiotycznymi i biotycznymi oraz reakcją na dopływ energii z zewnątrz. Z oceny hydroklimatycznej wynika, że ekosystemy łąk i pól ornym w dolinie oraz ekosystem leśny na obszarze wydmy są ewaporacyjne, a ekosystem polowy na wysoczyźnie – ewaporacyjno-konwekcyjny. W tych warunkach wynik bilansu meteorologicznego ($P - ETR$) w dolinie i na obszarze wydmy przeciętnie w wieloleciu przyjmuje wartości ujemne, a na wysoczyźnie jest dynamicznie zrównoważony [Pawłat-Zawrzykraj

2005]. Z czynników biotycznych różnicujących obieg wody w ekosystemie leśnym, łąkowym i polowym, największą rolę odgrywa produktywność oraz struktura i głębokość systemu korzeniowego, a z abiotycznych – właściwości wodne gleb.

W zlewniowym, a następnie ekosystemowym obiegu wody niższymi jednostkami homogenicznymi są typy, podtypy i kategorie ekohydrotopów, a w ich obrębie – typy hydrotopów, złożonych z kolei z fizjotopów, geomorfotopów, morfotopów i innych. Każda z tych jednostek została wyróżniona według innych kryteriów.

W topozlewni południowej (Z-1) dominuje typ ekohydrotopu opadowo-gruntowo-wodnego, a w topozlewni północnej (Z-2) typ opadowo-retencyjny. W topozlewni Z-2 typy ekohydrotopów występują w układzie pasmowym: opadowo-retencyjny (α_1 -OR), opadowo-gruntowo-wodny (α_1 -OGW) i gruntowo-wodny (α_1 -GW). W topozlewni Z-1 struktura typów ekohydrotopów po lewej stronie rzeki ma układ pasmowy, a po prawej stronie – pasmowo-mozaikowy. Na obszarze wysoczyzny i obszarze wydmy oba zlewni przeważa typ gospodarki wodnej α_1 -OR, a na obszarze doliny – typ α_1 -GW. W ekosystemach leśnych i polowych dominuje typ α_1 -OR, a w ekosystemie łąkowym – typ α_1 -GW.

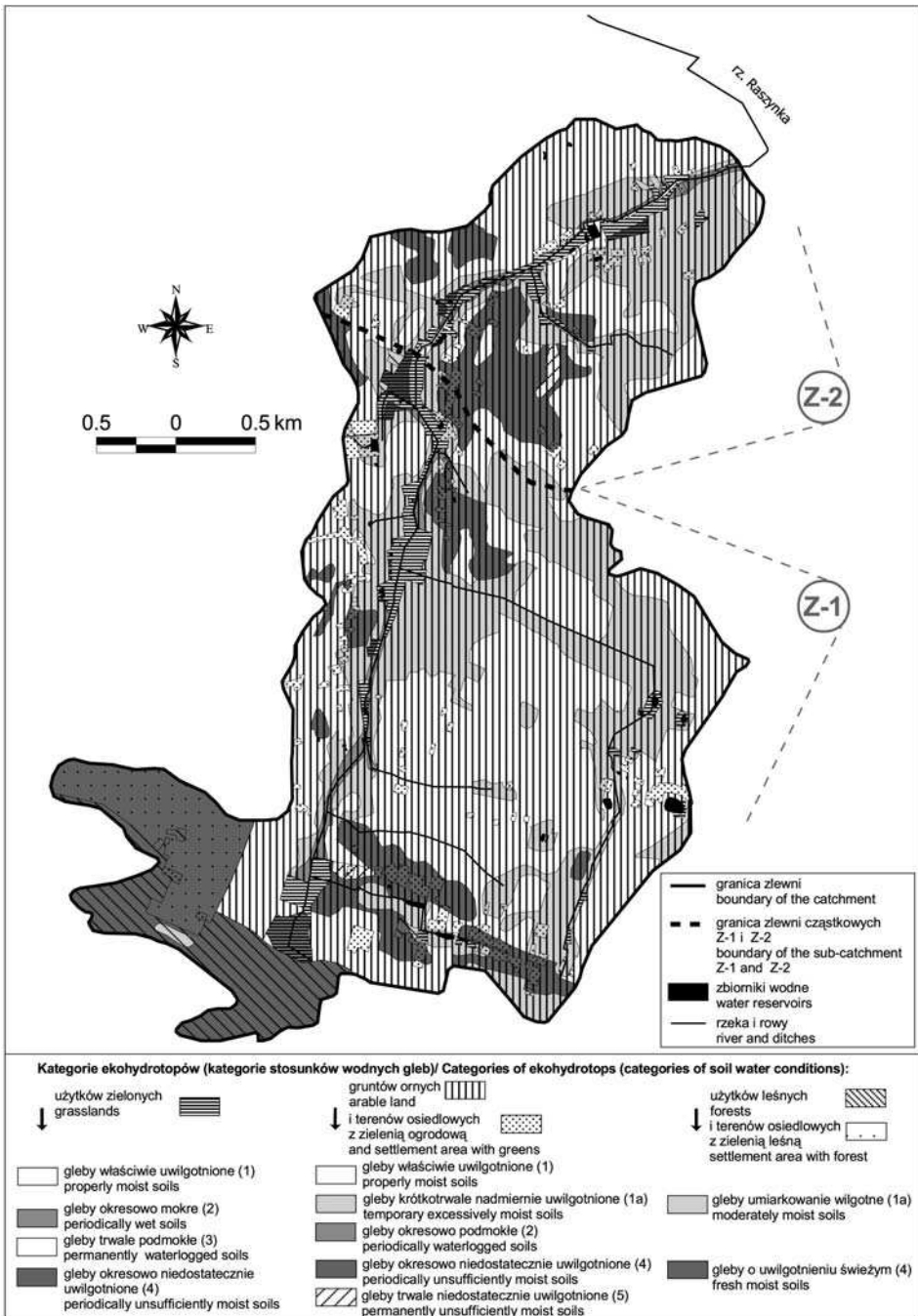
Struktura przestrzenna kategorii ekohydrotopów analizowanych zlewni cząstkowych ma układ płatowo-pasmowy. W topozlewni Z-1 największą powierzchnię w ekosystemie leśnym zajmują ekohydrotopy świeże, w polowym – krótkotrwale nadmiernie uwilgotnione, a łąkowym – właściwie uwilgotnione. W topozlewni Z-2 dominującą jednostką na łąkach są ekohydrotopy właściwie uwilgotnione, a na polach – ekohydrotopy okresowo niedostatecznie uwilgotnione (rys. 2).

Strukturę obiegu wody w typach, podtypach i kategoriach ekohydrotopów oraz interakcje między nimi kształtują głównie hydrotopy różniące się: warunkami infiltracji, warunkami podsiąku efektywnego, efektywną retencją użyteczną (rys. 3), głębokością wód gruntowych. Współdziałają w tym zakresie cechy biotyczne formacji roślinnej – wysokość wzrostu i głębokość zakorzeniania się roślin oraz ilość i rozmieszczenie biomasy. Zróżnicowanie stosunków wodnych w zlewni zależy od natężenia i czasu trwania wskaźników poszczególnych hydrogeotopów oraz zajmowanej przestrzeni. W topozlewni Z-1 większą powierzchnię zajmują typy hydrotopów, mające słabe warunki infiltracji, średnią efektywną retencję użyteczną, średnio głęboki poziom wód gruntowych. W topozlewni Z-2 dominują przestrzennie mniej korzystne typy hydrotopów – o bardzo dobrych warunkach infiltracji, o małej efektywnej retencji użytecznej i o głębokim poziomie wód gruntowych.

Podstawą wyróżnienia hydrotopów są typy fizjotopów, formy i typy morfotopów, typy zagrożeń erozją wodną i typy pedotopów. Jednostki te, podobnie jak hydrotopy, zostały wyróżnione na podstawie jednego kryterium. Mają one jednak dużą przydatność w kształtowaniu funkcjonalno-przestrzennych jednostek planistycznych.

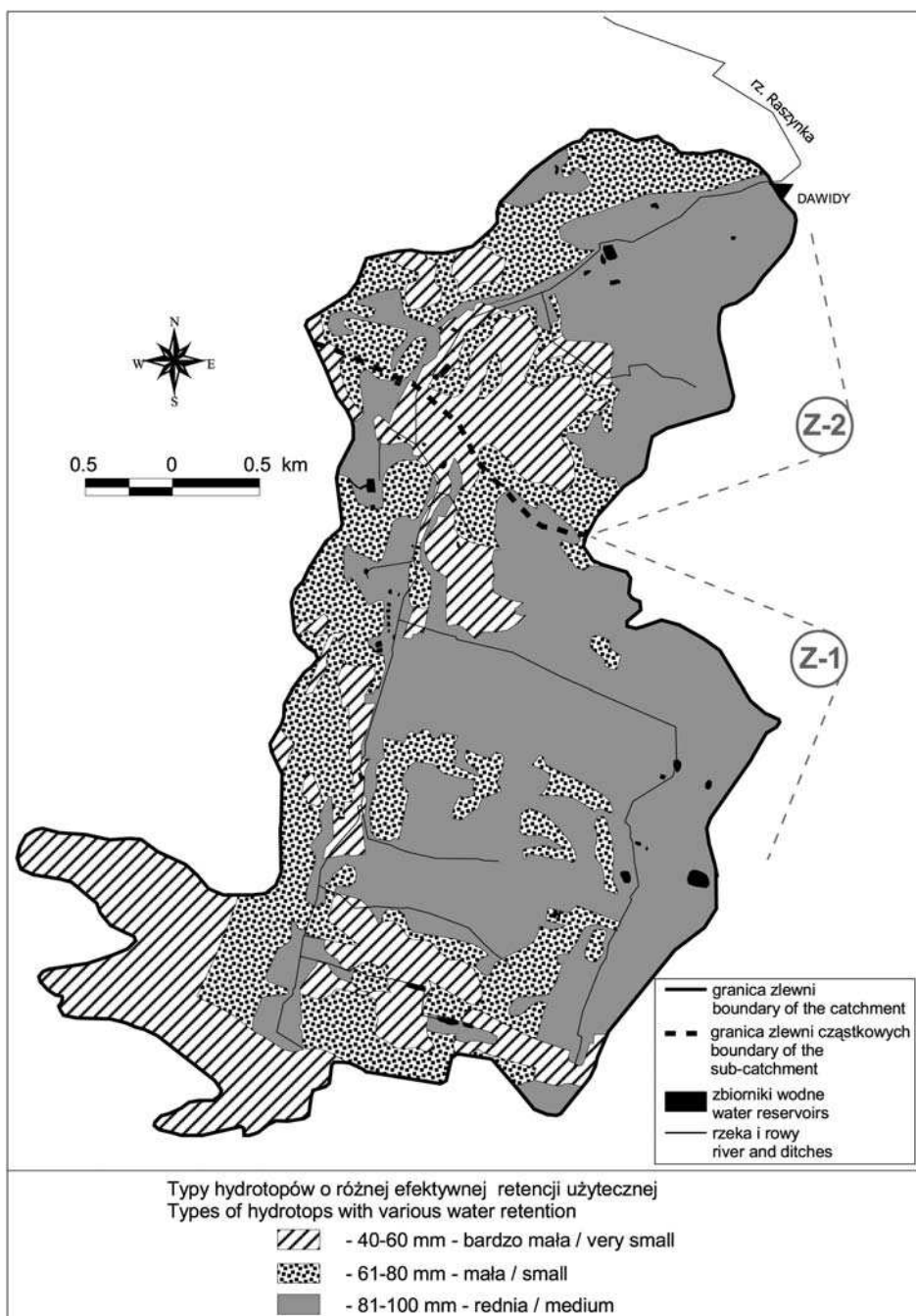
DYSKUSJA

Jednym z ważnych kierunków działań w zarządzaniu zasobami wody w systemie przyrodniczo-społeczno-gospodarczym zlewni jest wykorzystanie wody jako elementu planowania przestrzennego. Według Krikke i Zaworska-Matuga [2001] można to osiągnąć, stosując kombinacje trzech najważniejszych założeń planowania hydrologicznego: planowanie zlewni, podejście lokalizacyjne i podejście buforowe.



Rys. 2. Kategorie ekohydrotopów (stosunków wodnych gleb)

Fig. 2. Categories of ekohydrotops (soil water conditions)



Rys. 3. Typy hydrotopów o różnej efektywnej retencji użytecznej
Fig. 3. Types of hydrotops with various water retention

W działaniach planistycznych zlewni funkcje wyróżnionych w opracowaniu ekofizjograficznym topów, hydrotopów, ekohydrotopów i topozlewni o różnych warunkach małego obiegu wody należy analizować w aspekcie poprawy równowagi ekologicznej. Powyższe jednostki przestrzenne umożliwiają określenie obszarów i stref funkcjonalno-przestrzennych wyznaczonych według kryteriów funkcji środowiskotwórczych i funkcji społeczno-gospodarczych. Służą one, według teorii układów ponadekosystemowych [Forman i Godron 1986, Chmielewski 1988, Opdam 1987, Szulczewska 2002], do tworzenia podsystemu środowiskotwórczego zlewni, poprawiającego funkcjonowanie ekosystemów i poprawę standardów życia człowieka. Taki podsystem środowiskotwórczy sformułowany został dla obszaru zlewni Raszynki do profilu Dawidy w pracy Pawlat-Zawrzykraj [2004].

W podejściu lokalizacyjnym planowane funkcje wykorzystania wyróżnionych w zlewni homogenicznych jednostek reżimu wodnego należy lokalizować w taki sposób, by ich współdziałanie wzmacniały zrównoważony rozwój zlewni. Te same zasoby wodne w jednostce planistycznej mogą pełnić kilka funkcji (środowiskowych i produkcyjnych), co umożliwia kierowanie zmianami formy wykorzystania terenu w wymiarze średnioterminowym [Vonk i De Boer 1989].

Podejście buforowe stosuje się przy projektowaniu funkcji terenu o sprzecznych ze sobą wymaganiach środowiskotwórczych. Tereny przyrodnicze od terenów rolniczych hydrologicznie buforuje się między innymi strefami roślinności trawiastej.

WNIOSKI

1. W zlewni Raszynki do profilu Dawidy zidentyfikowano duże zróżnicowanie przestrzenne homogenicznych jednostek reżimu wodnego, o różnych cechach i stopniu złożoności. Usytuowane są one przeważnie w układzie płatowo-pasmowym i pasmowym, równoległym do doliny, co wskazuje na złożone i zmienne przestrzennie warunki wodne w zlewni.

2. Największy wpływ na równowagę ekologiczną zlewni Raszynki mają jednostki typologiczne obiegu wody dominujące powierzchniowo. Na poziomie topów były to geomorfotypy wysoczyzny i morfotypy płaskorówninne. Na wyższym poziomie złożoności – hydrotopy o słabych warunkach infiltracji, średniej efektywnej retencji użytecznej oraz średnio głębokim i głębokim poziomie wody gruntowej. Na poziomie ekohydrotopów – typ gospodarki wodnej gleb opadowo-gruntowo-wodny i opadowo-retencyjny oraz kategorie gleb właściwie uwilgotnione i krótkotrwale uwilgotnione.

3. Delimitacja struktury przestrzennej jednostek obiegu wody w zlewni na różnym poziomie złożoności stanowi bazę danych ekofizjograficznych przydatną do określenia jednostek funkcjonalno-przestrzennych obiegu wody na potrzeby planu zagospodarowania przestrzennego.

PIŚMIENNICTWO

Bartkowski T., 1986. Zastosowanie geografii fizycznej. PWN, Warszawa.

- Chmielewski T.J., 1988. O strefowo-pasmowo-węzłowej strukturze układów ponadekosystemowych. *Wiad. Ekol.* 2, 165–185.
- Forman R.T.T., Godron M., 1986. *Landscape ecology*. J. Wiley and Sons, New York.
- Gleboznawstwo, 1999 (red.) S. Zawadzki. PWRiL, Warszawa.
- Krikke B., Zaworska-Matuga W., 2001. *Planowanie i wdrażanie polityki ochrony środowiska*. Oficyna Wydawnicza „El-Press”, Lublin.
- Opdam P., 1987. De metaapopulatie, model van een versnippered landschap (The metapopulation, model of a population in a fragmented landscape). *Landschap*. 4, 289–306.
- 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. *Acta Scientiarum Polonorum, Architectura* 3(2), 29–46.
- 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 Land Reclamation* 36, 15–20.
- Pawłat-Zawrzykraj A., Pajnowska H., 2004. Delimitacja fizjotopów, geomorfotopów w opracowaniu ekofizjograficznym uwarunkowań wodnych zlewni Raszynki. *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska* (28), 115–125.
- Pazdro Z., Kozerski B., 1990. *Hydrogeologia ogólna*. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
- Różycka W., 1971. Metody oceny warunków fizjograficznych dla potrzeb planowania przestrzennego miast. *Pr. Geogr. IG PAN* 90.
- Skawina T. i in., 1972. Klasyfikacja stosunków wodnych gleb dla potrzeb oceny i prognozy szkód górniczych. XIX Ogólnopolski Zjazd Naukowy PTG. „Ochrona środowiska glebowego”. Katowice – Kraków – Puławy, 497–505.
- Sołowiej D., 1982. *Podstawy metodyki oceny środowiska przyrodniczego człowieka*. Wydaw. Naukowe Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu, Poznań.
- Stala Z., 1983. Dokumentacja fizjograficzna na potrzeby projektowania osiedli mieszkaniowych. Wydaw. IKŚ, Warszawa.
- Strzemski M. i in. 1973. Przydatność rolnicza gleb Polski. PWRiL, Warszawa.
- Szulczewska B., 2002. Teoria ekosystemu w koncepcjach rozwoju miast. *Rozprawy i Monografie* 251. Wydaw. SGGW, Warszawa.
- Ślusarczyk E., 1979. Określenie retencji użytecznej gleb mineralnych dla prognozowania i projektowania nawodnień. *Melioracje Rolne – Biuletyn Informacyjny* 3, 1–10.
- Trampler T. i in., 1981. Instrukcja zarządzania lasu. *Prace glebowo-siedliskowe*. T. 3. PWRiL, Warszawa.
- Vonk J.J., De Boer R.T., 1989. Inleiding tot de inrichting van het landelijk gebied (Introduction to land use planning in the countryside). *Dyn. inrichting en beheer land. gebied (Dynamics in planning and management of rural areas)*. Pudoc. Wageningen.

SPATIAL STRUCTURE ANALYSIS OF WATER CYCLE CONDITIONS IN THE RASZYŃKA CATCHMENT AREA FOR LAND-USE PLANNING NEEDS

Abstract. The article presents identification and analysis results of water conditions spatial structure for Raszynka catchment area which can be useful for land-use planning needs. Basic element of the study is to identify homogenous spatial units with various characteristics and various complexity level, called: tops, hydrotops, ekohydrotops and sub-catchment areas. Each unit, according to identification criteria and aggregation level, differently influence a small water cycle. In Raszynka catchment area (up to Dawidy profile), high variety

of homogeneous spatial units of water regime was identified. They have mainly structure of patches and bands parallel to the river valley which testifies very complex and variable water conditions in the catchment.

Key words: spatial units of water regime, ecophysiological study

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 30.10.2006