

OBSZARY BEZODPŁYWOWE NA TERENIE DORZECZA ODRY

Zagłębienia i obszary bezodpływowe są przedmiotem badań wielu dziedzin nauki: geomorfologia bada je jako formy terenu, hydrologia jako odbiorniki w zlewniach, melioracja jako obiekty w gospodarce wodnej, a ekologia jako siedliska. Tereny te stanowią stały element krajobrazu, zwłaszcza na obszarze występowania ostatniego zlodowacenia. Niemniej podlegają zanikowi w wyniku przemian naturalnych i wywołanych działalnością człowieka, np. przez nadmierne odwodnienia (Major 2009).

Zagadnienie bezodpływowości nie jest dobrze rozpoznane i niewiele istnieje syntetycznych opracowań na ten temat. Na występowanie obszarów bezodpływowych w Europie Środkowej zwrócił uwagę po raz pierwszy K. Keilhack w 1891 r. Na początku XX w. Emmanuel de Martonne wprowadził pojęcia endoreizmu i areizmu. W Polsce badania obszarów bezodpływowych zapoczątkowała H. Wener-Więckowska. Tematykę tę podejmowała również m.in. A. Kowalska (1968, 1971), odnosząc się w swych pracach do rozmieszczenia, wieku, rzeźby, roli obiegu wody obszarów bezodpływowych środkowej części Niżu Środkowoeuropejskiego. Kwestiami terminologii, wyznaczania granic, aspektu czasowego obszarów bezodpływowych strefy młodogłacjalnej zajmowali się J. Drwal (1975, 2003) oraz A. Kosturkiewicz i Cz. Szafranski z zespołem. Ci ostatni koncentrowali się na aspektach związanych z zagadnieniami melioracji i gospodarki wodnej (Major 2009).

Isolowane zagłębienia są podstawową bezodpływową formą w terenie; mogą być one suche lub wypełnione wodą, tworząc zbiornik bezodpływowy (oczko, jezioro) albo mokradło. Na terenach objętych ostatnim zlodowaceniem zagłębienia i obszary bezodpływowe są niezwykle liczne, a niekiedy także bardzo rozle-

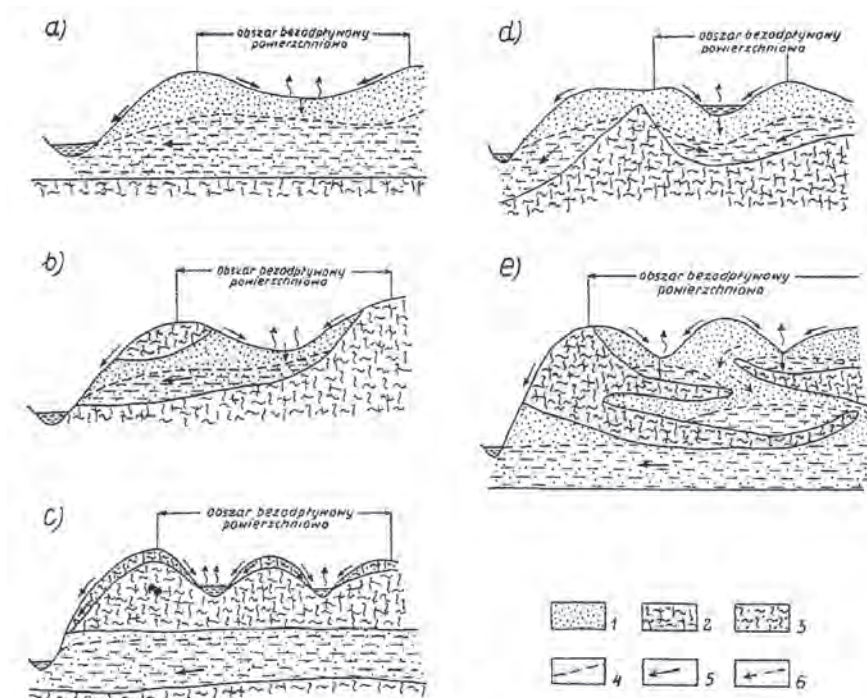
głe. Każde zagłębienie posiada własną powierzchnię zlewnię bezodpływową. J. Drwal (1975) definiuje obszar bezodpływowy jako zespół przylegających do siebie jednostkowych zlewni bezodpływowych, których zasięgi wyznaczają działy wodne zlewni peryferycznych i z których odpływ powierzchniowy nie zachodzi wcale lub zachodzi epizodycznie.

Różne są przyczyny występowania zjawiska bezodpływowości na świecie. Najczęściej występowanie obszarów niewłączonych do ogólnego systemu odwodnienia determinowane jest przez takie czynniki jak: klimat, rzeźba i budowa geologiczna. Na Niżu Środkowoeuropejskim z punktu widzenia klimatycznego stanowią one lokalną anomalię, a czynnikami determinującymi ich występowanie są rzeźba i budowa geologiczna. Ze względu na okresowość występowania wody w niektórych tych elementach, zagadnienie bezodpływowości powinno być rozpatrywane również w aspekcie czasowym (Drwal 1975).

Odmienne mechanizmy krążenia wody stanowią kryterium podziału zagłębień. Zasadniczo wydziela się dwa ich typy, a w konsekwencji również obszarów: zagłębienia bezodpływowe ewapotranspiracyjne i zagłębienia bezodpływowe chłonne. Pierwszy typ odznacza się bezodpływowością całkowitą, czyli uwarunkowaną przez budowę geologiczną i przepuszczalność utworów oraz bilansowaniem opadów przez parowanie. W dniu tego typu obszaru występuje zbiornik wodny (oczko) lub teren podmokły. Typ drugi związany jest z bezodpływowością powierzchniową uwarunkowaną przez rzeźbę, a opady bilansowane są głównie przez wsiąkanie. Dna takich obszarów są suche (Kowalska 1968, Drwal 1975, Drwal i in. 1976, Major 2009). Ilustracją tego zagadnienia jest rycina 1.

OBSZAR BADAŃ

Obszar badań stanowi dorzecze Odry na terenie Polski. Odra jest drugą co do wielkości rzeką w Polsce i jedną z większych w zlewisku Morza Bałtyckiego. Według rocznika statystycznego *Ochrona Środowiska 2010*, powierzchnia dorzecza Odry wynosi 119 074 km², z czego 106 043 km² leży na terenie Polski (około 5% znajduje się na terenie Niemiec, 6% na terenie Czech). Odpowiada to 89,2% powierzchni dorzecza oraz 33,9% powierzchni kraju. Ogółem Odra ma długość 840 km, na terenie Polski 726 km, z czego 187 km stanowi odcinek graniczny (ryc. 2). Największą powierzchnię dorzecza (54,6%) zajmują obszary położone na wysokości 100–300 m n.p.m., obszary położone poniżej 100 m n.p.m. stanowią dalsze 24%,



a, b – bezodpływność powierzchniowa; c, d – bezodpływność całkowita, e – sytuacja przejściowa, 1 – utwory żwirowo-piaszczyste, 2 – utwory gliniaste, 3 – glina spiaszczona, 4 – zwierciadło wody podziemnej, 5 – kierunki obiegu wody, 6 – okresowe kierunki obiegu wody.

Ryc. 1. Schemat występowania bezodpływności powierzchniowej i całkowitej na terenach młodoglacjalnych

Źródło: Drwal 1975.

a leżące powyżej 300 m n.p.m. – 21,4%. Dorzecze Odry można podzielić na trzy obszary różniące się pod względem cech orograficznych i hydrologicznych: górny i środkowy bieg Odry zajmujący obszary górskie i podgórskie o wyższych opadach z przewagą rzek o charakterze górskim, dorzecze Warty zajmujące w głównej mierze niziną, zalesioną część dorzecza i dolny bieg Odry, o minimalnym spadku. Cechą charakterystyczną ukształtowania terenu w dorzeczu Odry (podobnie zresztą jak całej Polski) jest pasowy układ rzeźby z licznymi formami o zróżnicowanej genezie i wieku (pozostałość po zlodowaceniach skandynawskich). W krajobrazie wyraźnie zaznacza się podział na strefę młodoglacjalną na północy, starogla-



Ryc. 2. Dorzecze Odry z głównymi rzekami

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Mapy Hydrograficznej Polski* w skali 1:50 000.

cialną w centrum i wyżynno-górską na południu (Starkel i in. 2008).

Klimat dorzecza Odry jest zróżnicowany, ze względu na znaczną rozciągłość południkową i równoleżnikową tego obszaru oraz zmienność warunków środowiska. Przestrzenne zróżnicowanie średnich rocznych temperatur jest stosunkowo niewielkie i waha się od ponad 8°C na północy i w środkowej części dorzecza do poniżej 6°C na południu. Średnie roczne sumy opadów atmosferycznych są najniższe w centralnej części dorzecza, gdzie przyjmują wartości poniżej 550 mm i wyraźnie wzrastają do wartości powyżej 600 mm na północy i powyżej 700 mm na południu. Ważny z punktu widzenia przedmiotu badań jest wskaźnik określający deficyt opadów, tzw. klimatyczny

bilans wodny, wyrażający różnicę pomiędzy opadem a parowaniem potencjalnym. Ujemny bilans występuje na Nizinie Wielkopolskiej, pozostała część obszaru badań charakteryzuje się bilansem dodatnim (do 300 mm) (Woś 2010).

METODY BADAŃ

Dane o zagłębieniach i obszarach bezodpływowych w dorzeczu Odry uzyskano korzystając z cyfrowej wersji *Mapy Hydrograficznej Polski* w skali 1: 50 000. W tym celu posłużono się programem komputerowym ArcGIS 9.3 firmy ESRI. Program wzbogacono o rozszerzenie Hawth's Tools przydatne do analiz środowiskowych (źródło: <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3>, <http://www.spatial ecology.com/htools/tool desc.php>).

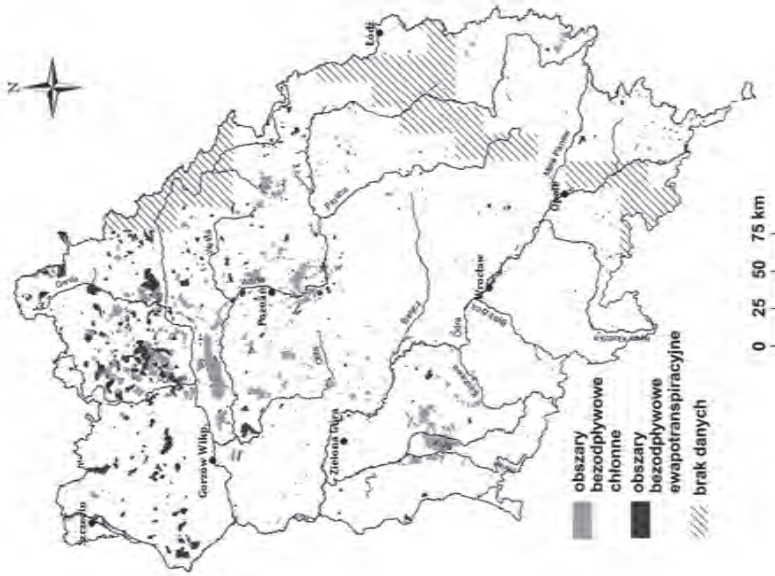
Pierwszym etapem prac było nadanie georeferencji wszystkim 395 arkuszom mapy hydrograficznej, które wchodziły w obręb obszaru badań. Pojedyncze arku-

sze stanowiły pola podstawowe analizy. Dla 42 pól (ok. 10% ogółu) nie uzyskano podkładu kartograficznego. Następnie na drodze ręcznej digitalizacji i wybranych metod analizy stosowanej w geograficznych systemach informacyjnych (GIS) pozyskano wymagane informacje. Na podstawie zebranych danych liczbowych, obliczono odsetek areału obszarów bezodpływowych w stosunku do powierzchni poszczególnych arkuszy mapy. W kalkulacjach uwzględniono odmienne powierzchnie arkuszy, co jest efektem zniekształceń wywołanych typem odwzorowania kartograficznego. Wzięto również pod uwagę fakt, iż niektóre arkusze fragmentarycznie pokrywają dorzecze. W takich sytuacjach wartością, do której się odnoszono w analizach, była powierzchnia dorzecza Odry na terenie danego arkusza mapy. Jeśli powierzchnia dorzecza Odry na danym arkuszu zajmowała mniej niż 50% powierzchni tego arkusza, dołączano ją do najbliższego arkusza mapy całkowicie objętego dorzeczem Odry. W dalszych etapach pracy umożliwiło to sporządzenie szczegółowych kartogramów.

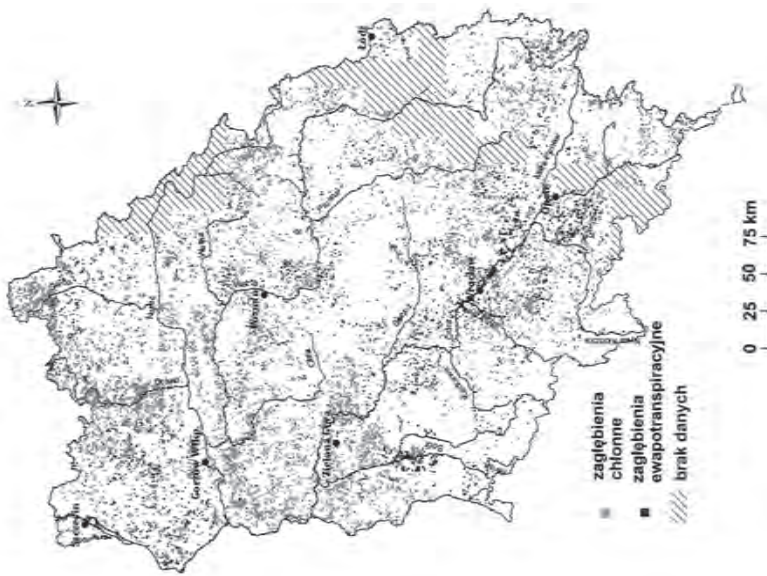
WYNIKI

Zgodnie z podziałem obowiązującym w legendzie Mapy Hydrograficznej Polski w skali 1:50 000, wyróżniono cztery grupy obiektów: izolowane zagłębienia bezodpływowe chłonne i ewapotranspiracyjne oraz obszary bezodpływowe chłonne i ewapotranspiracyjne. Pierwsze dwie przedstawione są za pomocą punktów i dla nich sporządzono wyłącznie mapę rozmieszczenia, pozostałe wyrażone są za pomocą pól, dla których wyliczono powierzchnie i sporządzono kartogram.

Z map zagłębień (ryc. 3) i obszarów bezodpływowych (ryc. 4) jednoznacznie wynika, że wielkość i rozmieszczenie ich są zróżnicowane w obrębie dorzecza Odry. Najmniejsze zagłębienia bezodpływowe mają niewielką powierzchnię i w skali mapy przedstawione są jako obiekty punktowe. Takich izolowanych zagłębień, z których każde ma swoją zlewnię, jest niezwykle dużo. Na obszarze dorzecza Odry zliczono 17 818 obiektów, przy czym zagłębień chłonnych było trzykrotnie więcej, bo 13 158. Zagłębień ewapotranspiracyjnych jest 4660, co stanowi 35,4% ogółu. Występują one w dużych ilościach zarówno w strefie młodo-, jak i starogłacialnej. Zagłębienia ewapotranspiracyjne dominują na terenie południowej części Pobrzeża Szczecińskiego, północnych krańców dorzecza w okolicach źródeł Gwdy i Drawy, na Nizinie Śląsko-Łużyckiej i Nizinie Śląskiej, zwłaszcza w obrębie Równiny Niemodlińskiej i Kotliny Raciborskiej. Średnio w polu podstawowym jest



Ryc. 4. Rozmieszczenie obszarów bezodpływowych w dorzeczu Odry



Ryc. 3. Rozmieszczenie izolowanych zagłębień bezodpływowych w dorzeczu Odry

Źródło ryc. 3 i 4: opracowanie własne na podstawie *Mapy Hydrograficznej Polski w skali 1:50 000*.

12 zagłębień tego typu, maksymalnie 131. Pól bez tych obiektów jest niecałe 25% ogółu. Zagłębienia chłonne przeważają w części północnej dorzecza (na Równinie Charzykowskiej, Pojezierzach Wałęckim i Drawskim) i zachodniej (na Pojezierzu Lubuskim w Obniżeniu Nowosolskim). Oprócz tego bardzo dużo jest ich również na Pojezierzach Leszczyńskim, Poznańskim i Kujawskim, na Nizinie Śląskiej i w okolicach Zielonej Góry. Wybitne ich nagromadzenie ma miejsce w okolicach miejscowości Radęcin, gdzie dla jednego arkusza naliczono 460 zagłębień. Średnio na arkusz przypadają 33 zagłębienia tego rodzaju, a pól bez ich udziału jest 71 (17%).

Mniejsze nagromadzenie izolowanych zagłębień notowane jest na terenie Wyżyny Kaliskiej, Złoczewskiej, Tureckiej i Kłodawskiej, w Borach Dolnośląskich, na Równinie Chojnowskiej, na Przedgórzu Sudeckim i w Sudetach oraz na Wyżynie Śląskiej.

Obszary bezodpływowe skoncentrowane są głównie w strefie młodogłacialnej, zwłaszcza te ewapotranspiracyjne zawierają się w niej w ponad 95%. W strefie starogłacialnej prawie ich nie ma, poza skupiskiem obszarów chłonnych pomiędzy ramionami Kwisy i Bobru, na obszarze Borów Dolnośląskich. Łącznie obszary bezodpływowe zajmują powierzchnię 3266 km², przy czym chłonne pokrywają 1811,8 km² (55,4% ogółu), a ewapotranspiracyjne 1454,2 km² (44,6%). Wskaźnik bezodpływości, obliczony jako stosunek powierzchni obszarów bezodpływowych do powierzchni dorzecza, wynosi 3,08%. Największy obszar chłonny znajduje się na terenie międzyrzecza Noteci–Warty i zajmuje powierzchnię 274,24 km², a najbardziej rozległy obszar ewapotranspiracyjny na południu Pojezierza Krajeńskiego obejmuje 106,02 km². Gdyby założyć, że każde pojedyncze izolowane zagłębienie ma powierzchnię ok. 0,5 ha, to suma obszarów bezodpływowych w dorzeczu wzrosłaby o ok. 90 km² (2,75%).

Największy odsetek powierzchni zajmowanej przez obszary chłonne skupia się w centralnej części dorzecza (ryc. 5). Maksymalna odnotowana wartość wynosi tam 45,2% i dotyczy pola zlokalizowanego we wschodniej części Kotliny Gorzowskiej. Wartość średnia wynosi 1,5%. Pięć pól należących do najwyższej klasy (1,26% wszystkich pól) posiada łączną powierzchnię obszarów bezodpływowych rzędu 27,7%, a wspólnie z trzynastoma polami o klasę niżej stanowią 57,7% powierzchni obszarów chłonnych. Dla 62,4% wszystkich jednostek podstawowych nie zaobserwowano obiektów tego typu lub niemożliwe było pozyskanie danych na ten temat.

Obszary ewapotranspiracyjne (ryc. 6) koncentrują się w północnej części dorzecza na północ od Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej. Największe ich skupisko o znacznym udziale pól z przedziałów o wartościach 5% i więcej znajduje się na

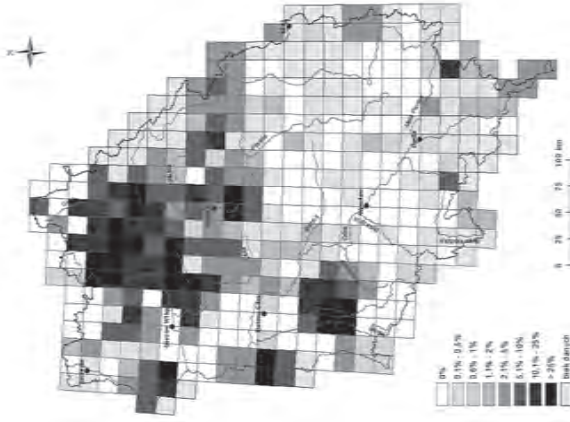
obszarze Pojezierza Południowopomorskiego, z największą wartością (21,6%) na Pojezierzu Dobiegniewskim. Środkowa część dorzecza jest pozbawiona obszarów ewapotranspiracyjnych, podobnie jak w przypadku obszarów chłonnych, choć tutaj w większym stopniu. Dokładnie 18,9% (75) pól zawiera się w przedziale od 0 do 0,5%, a suma pól z kolejnych trzech przedziałów osiąga zbliżoną wartość, tj. 20,2%. Średnia wartość bezodpływowości ewapotranspiracyjnej wynosi 1,4%.

Podsumowanie powyższych obliczeń stanowi kartogram (ryc. 7), na którym wartości obu typów obszarów wyłączonych z obiegu wody potraktowano łącznie. Największa obliczona wartość wynosi 48% powierzchni pola podstawowego i występuje na obszarze międzyrzecza warciańsko-noteckiego. Wartość średnia dla całego dorzecza równa jest 2,8%. W 180 oczkach siatki (tj. 45,5% wszystkich pól) nie ma obszarów bezodpływowych lub brak dla nich danych. W najwyższej klasie przedziałów, tj. powyżej 25% zajmowanej powierzchni, znajduje się tylko 6 pól, ale areal obszarów bezodpływowych na ich terenie wynosi 634,84 km², co przekłada się na blisko $\frac{1}{5}$ (19,4%) wszystkich powierzchni bezodpływowych.

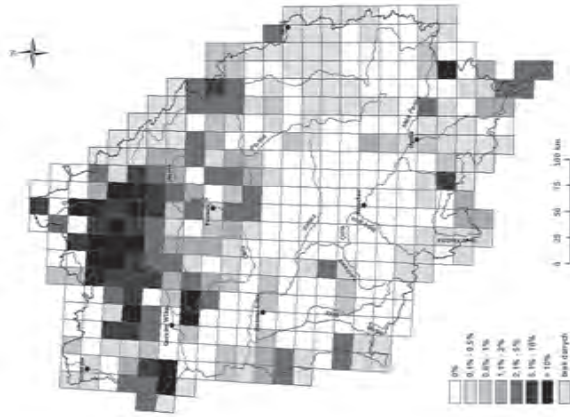
Obszary bezodpływowe skupione są głównie na terenie zasięgu ostatniego zlodowacenia, w centralnej i północnej części dorzecza. Obejmują rejon Pojezierzy Wałęckiego, Drawskiego i Krajeńskiego, Kotliny Gorzowskiej, Równin Nowogardzkiej, Drawskiej i Charzykowskiej. Obszarem o dużym odsetku terenów bezodpływowych na południu jest właściwie tylko obszar Borów Dolnośląskich, Równin Chojnowskiej i Legnickiej, Wysoczyzny Lubińskiej (wchodzących w skład Niziny Śląsko-Łużyckiej). W mniejszym stopniu (udział rzędu od 0,5 do 2% ogólnej powierzchni) obszary bezodpływowe pokrywają Pojezierze Leszczyńskie, Poznańskie, Równinę Rychwałską i Wysoczyznę Turecką oraz Równinę Oleśnicką, a także południowo-wschodni fragment dorzecza Odry zaliczany do Wyżyny Śląskiej. W Obniżeniu Żytawsko-Zgorzeleckim zjawisko to związane jest z odkrywkową kopalnią węgla brunatnego. Obszarów bezodpływowych prawie nie ma na Równinie Gorzowskiej i na Pojezierzu Lubuskim, na Wysoczyźnie Kaliskiej, w Sudetach, na Równinie Wrocławskiej i na Wyżynie Woźnicko-Wieluńskiej.

PODSUMOWANIE

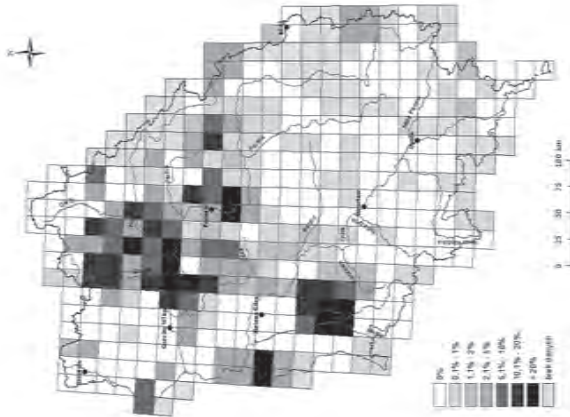
Szczegółowej analizie poddano zagłębienia i obszary bezodpływowe znajdujące się na terenie dorzecza Odry. Łącznie zajmują one ponad 3% powierzchni dorzecza, przy czym przeważają wśród nich zagłębienia i obszary bezodpływowe chłonne.



Ryc. 7. Udział (%) obszarów bezodpływowych w dorzeczu Odry w powierzchni pól podstawowych



Ryc. 6. Udział (%) obszarów bezodpływowych ewapotranspiracyjnych w powierzchni pól podstawowych



Ryc. 5. Udział (%) obszarów bezodpływowych chłonnych w powierzchni pól podstawowych

Źródło ryc. 5, 6 i 7: opracowanie własne na podstawie *Mapy Hydrograficznej Polski w skali 1:50 000*.

Ich rozmieszczenie jest nierównomierne, aczkolwiek zauważalna jest koncentracja obszarów nieodwadnianych powierzchniowo w strefie młodoglacjalnej, której granicę wyznacza linia maksymalnego zasięgu ostatniego zlodowacenia Wisły. Liczba, powierzchnia i gęstość występowania zagłębień i obszarów bezodpływowych w zasadniczy sposób wpływa na bilans wodny oraz determinuje fragment dorzecza Odry, który czasowo lub stale pozostaje wyłączony z obiegu wody.

Zagłębienia i obszary bezodpływowe są istotnymi obiektami z perspektywy gospodarki wodnej, ekologii i ochrony środowiska. Stanowią ważną składową w kształtowaniu stosunków wodnych, pełniąc funkcję alimentującą i redukcyjną (Drwal, Hryniszak 2003), powinny być zatem uwzględniane przy analizach hydrologicznych i konstruowaniu bilansów wodnych.

LITERATURA

- Drwal J., 1975, *Zagadnienia bezodpływowości na obszarach młodoglacjalnych*, Zesz. Nauk, Wyd. Biol. i Nauk o Ziemi, Geografia, 3, Wyd. UG, Gdańsk.
- Drwal J., Hryniszak E., 2003, *Obieg wody w wybranych geoekosystemach Pomorza Zachodniego* [w:] A. Kostrzewski, J. Szpikowski (red.), *Funkcjonowanie geoekosystemów zlewni rzecznych*, t. 3, Wyd. UAM, Poznań.
- Drwal J., Lange W., Kurowska K., 1976, *Znaczenie retencji w bilansie wodnym obszarów bezodpływowych na terenach młodoglacjalnych*, Zesz. Nauk, Wyd. Biol. i Nauk o Ziemi, Geografia, 6, Wyd. UG, Gdańsk.
- Kowalska A., 1968, *Obszary bezodpływowe środkowej części Niżu Polskiego*, Wyd. UMCS, Lublin.
- Kowalska A., 1971, *Zagadnienie środkowoeuropejskich obszarów bezodpływowych w literaturze*, Czasop. Geogr., t. XLII, z. 4, Warszawa.
- Major M., 2009, *Charakter i funkcjonowanie zagłębień bezodpływowych w krajobrazie strefy młodoglacjalnej (Pomorze Zachodnie, górna Parsęta)*, Poznańskie Tow. Przyjaciół Nauk, Poznań.
- Ochrona Środowiska 2010*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Starkel L., Kostrzewski A., Kotarba A., Krzemień K. (red.), 2002, *Współczesne przemiany rzeźby Polski*, SGP, Inst. Geogr. i Gosp. Przestrz. UJ, Inst. Geogr i Przestrz. Zagosp. PAN, Kraków.
- Woś A., 2010, *Klimat Polski w drugiej połowie XX wieku*, Wyd. Nauk. UAM, Poznań.

ŹRÓDŁA INTERNETOWE

ArcGIS: <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3> (odczyt: 10.12.2012).

Spatial ecology: <http://www.spatialecology.com/htools/tooldesc.php>, (odczyt: 10.12.2012).