



Ocena gospodarowania wodą na wybranych obszarach dolinowych Wielkopolski

*Paweł Kozaczyk, Czesław Przybyła,
Jerzy Bykowski, Piotr Stachowski
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu*

1. Wstęp

Zasoby wodne Wielkopolski są stosunkowo niewielkie. Nawet w latach przeciętnych i mokrych w środkowej części dorzecza Warty, występują niedobory wody w okresie wegetacyjnym, w którym suma opadów waha się od 240 do 290 mm, a w latach suchych nie przekracza połowy tej wartości (Korytowski i Szafranski 2010, Przybyła i Kozaczyk 2001, Stachowski i Markiewicz 2011). Wielkopolska jest obszarem o największych deficytach wody w Polsce, które dodatkowo ulegają stopniowemu pogłębianiu, gdy średnie roczne opady atmosferyczne z wielolecia są niższe lub zbliżone do 500 mm.

Obszary dolinowe zlewni rzecznych zajmują ponad 60% powierzchni Polski. Przeważają na nich gleby hydrogeniczne, mineralne, mineralno-organiczne i organiczne o gospodarce wodnej typu opadowo-gruntowego (Brandyk 2002, Kamińska i in 2006, Liberacki 2011). Na nich zlokalizowanych jest najwięcej technicznych urządzeń melioracyjnych przeważnie o dwustronnym działaniu odwadniająco-nawadniającego. Obszary te wymagają starannego zagospodarowania i ochrony, gdyż charakteryzują się szczególnymi walorami przyrodniczymi, z bogatą fauną i florą. (Korytowski i in. 2013). Zmienny przebiegu opadów miał istotny wpływ na różne zmiany zachodzące w gospodarce wodnej tych gleb (Przybyła i in. 2009, Przybyła i in. 2011). W uregulowaniu stosunków wodno-powietrznych ważne jest prawidłowe rozpoznanie i sparametryzowanie środowiska glebowego (Żelazo 2006, Paluch 1994).

Ingerencja człowieka w procesy obiegu wody może przyczynić się do istotnych zmian o nieprzewidywalnych skutkach. Jeżeli chodzi o rolnicze wykorzystanie gleb okresowo za mokrych, jak i okresowo i trwale za suchych, konieczne jest uwzględnienie dużej względności sezonowych zasobów wodnych oraz zmienności pojawiającej się w seriach lat mokrych i suchych. Z tego powodu bardzo istotne jest rozpoznanie i sterowanie gospodarką wodną gleb. Gleby organiczne silnie reagują na zmiany uwilgotnienia. Występujące często niedobory opadów w okresach wegetacji, w warunkach odcięcia obszarów dolinowych od wpływu rzek, doprowadzić może do znacznych zniszczeń unikalnych zespołów roślinnych związanych z terenami aluwialnym np. łąk aluwialnych czy lasów grądowych. Znajomość tego problemu pozwala na określenie potrzeb stosowania nawodnienia lub odwodnienia danego obszaru (Kasperska-Wołowicz i Łąbędzki 2004, Kowalczak i in. 2009). Dlatego też właściwie eksploatowane urządzenia i systemy melioracyjne, korzystnie wpływają na ochronę i kształtowanie środowiska przyrodniczego tych terenów.

2. Cel, zakres i metodyka pracy

Celem pracy była ocena zmian zasobów wodnych gleb na polderach Nielęgowo i Zagórów w okresach wegetacyjnych 2008 i 2012 roku suchych pod względem wysokości opadów. Analizie poddano poziom położenia zwierciadła wody gruntowej i zapas wody w glebie, które charakteryzowały stosunki wodne badanych obszarów dolinowych.

Dla realizacji wyżej wymienionego celu zakres pracy obejmował: analizę pomiarów opadów atmosferycznych i temperatur powietrza, ze stacji ATM zlokalizowanej na polderze Zagórów na tle danych z wielolecia (1981-2011) ze stacji IMGW w Słupcy, rozpoznanie warunków glebowych oraz ich właściwości fizycznych, chemicznych i wodnych, pomiary wilgotności gleby oraz pomiary stanów wód gruntowych w sieci studzienek pomiarowych.

Na polderze Nielęgowo w typowych dla badanego obiektu profilach glebowych prowadzono pomiary stanów wody gruntowej. Odbywało się to w studzienkach z PCV o średnicy 5 cm. Pomiary wilgotności gleby w profilach wykonywane były za pomocą sondy profilowej na głębokości 10, 20, 30, 40, 60 i 100 cm, co 2 tygodnie przez cały okres wegetacyjny (IV-IX). Parowanie terenowe dla okresu wegetacyjnego w latach hydrolo-

gicznych obliczone zostało metodą Penmana-Monteitha (Penman 1948). Do tego celu zastosowano model przeznaczony do oszacowania bilansu cieplnego, a na tej podstawie ewapotranspiracji rzeczywistej, który został opracowany w Katedrze Agrometeorologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu (Kędziora 1995). Na polderze Zagórów pomiar stanu wody wykonywano za pomocą sondy hydrostatycznej umieszczonej w rurce piezometrycznej natomiast wilgotność gleby mierzono przy użyciu czujnika wilgotności objętościowej (VWC) określającej procentową zawartość wody w glebie. W celu oceny zmian położenia poziomu wód gruntowych w glebach polderu Nielegowo wybrano do analizy 2 stanowiska pomiarowe (rys. 1.), Stanowisko nr 1 zlokalizowane było 20 m od Rowu Wysokoć, natomiast stanowisko nr 2 w odległości 35 metrów od Rowu Lubuskiego.



Rys. 1. Lokalizacja stanowisk badawczych

Fig. 1. Location of investigated sites

Typowym profilem na polderze Nielegowo była gleba murszasta gruntowo – glejowa o rzędnej terenu 70,03 m n.p.m. W profilu dominującym utworem jest piasek(p), przechodzący tylko na głębokości 42 cm w piasek gliniasty (pg) o miąższości warstwy 23 cm.

Drugim charakterystycznym profilem była gleba murszasta o rzędnej terenu 70,71 m n.p.m. Na stanowisku tym, również dominował piasek (p), przechodzący na głębokości 72 cm w piasek słabo gliniasty (ps), a na głębokości 116 cm w glinę lekką. Na polderze Zagórów w obrębie obniżen terenowych wykształciły się mady oraz gleby murszowo-mineralne, zaliczone do kompleksu słabego i bardzo słabego nadmiernie uwilgotnionego użytkowane w sposób ekstensywny bez większych możliwości poprawy wartości produkcyjnej tych gleb.

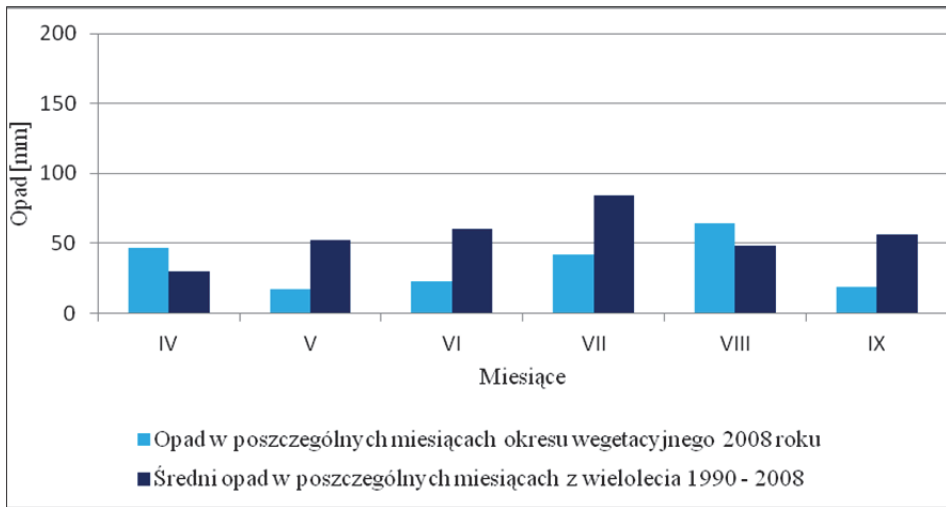
3. Wyniki badań

Szczegółową analizą objęto dwa obszary terenów dolinowych w Wielkopolsce. Pierwszym był obszar polderu Nielęgowo znajdujący się w dolinie Kościańskiego Kanału Obry, około 60 km od Poznania w kierunku południowo – zachodnim na $52^{\circ}02'$ długości i $16^{\circ}39'$ szerokości geograficznej w powiecie kościańskim (rys. 1). Drugim badanym obszarem był Polder Zagórów znajdujący się w środkowej części Doliny Konińsko-Pyzderskiej, między 370 a 380 km biegu rzeki Warty. Od strony zachodniej odgraniczony jest drogą powiatową Zagórów – Łąd, od północnej – rzeką Wartą, od wschodniej – przełożonym korytem rzeki Czarnej Strugi, a od południowej – stromym stokiem pomiędzy wsią Kopojno i miastem Zagórów. Analizowane obszary stanowią równinę z licznymi zagłębieniami i pozostałościami po starorzeczach.

Suma opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym 2008, roku hydrologicznego 2007/2008, zaliczonym do suchego (Kaczorowska 1962) wynosiła 212 mm i była niższa od średniej z wielolecia (1990-2008) o 118 mm. Najniższe opady wystąpiły w maju i wynosiły 17 mm. W porównaniu do sumy opadów z wielolecia były niższe o 35 mm. Najwyższe opady wystąpiły w sierpniu w ilości 64 mm i były wyższe od średniej z wielolecia o 16 mm (rys. 2).

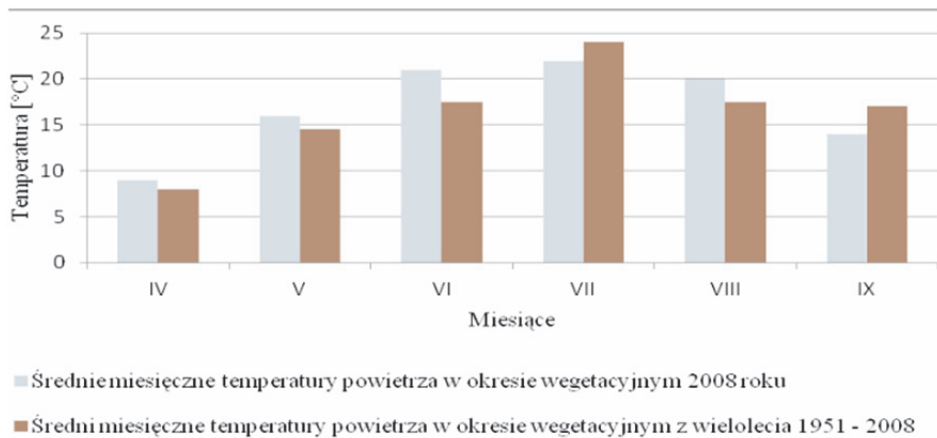
Średnia temperatura powietrza w okresie wegetacyjnym roku 2008 wynosiła 17°C i była wyższa od średniej z wielolecia o $0,2^{\circ}\text{C}$. Temperatury niższe od średnich z wielolecia odpowiednio o $2,4^{\circ}\text{C}$ i $2,2^{\circ}\text{C}$ zanotowano w lipcu i wrześniu. W kwietniu, maju, czerwcu oraz sierpniu zanotowano temperatury wyższe od średniej z wielolecia, odpowiednio o $0,7^{\circ}\text{C}$; $0,8^{\circ}\text{C}$; $1,6^{\circ}\text{C}$; $2,5^{\circ}\text{C}$ (rys. 3).

Zmiany stanów wód gruntowych oraz uwilgotnienia gleb polderu Zagórów w okresie wegetacyjnym 2012 roku, oceniono na tle wartości miesięcznych sum opadów oraz średnich miesięcznych temperatur powietrza z własnej stacji meteorologicznej zamontowanej na terenie objętym badaniami. Otrzymane wyniki zestawiono z danymi z wielolecia 1981-2011 ze stacji meteorologicznej Słupca (rys. 5).



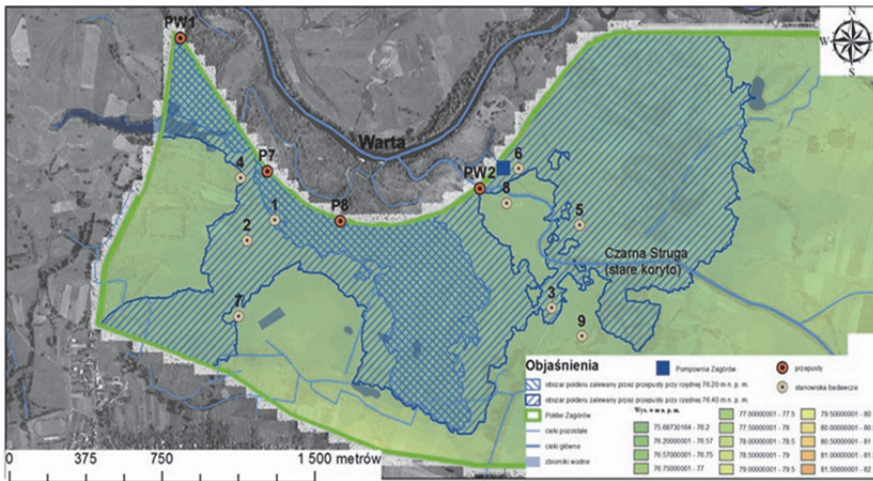
Rys.2. Miesięczne sumy opadów w okresie wegetacyjnym 2008 roku na tle średnich opadów z wielolecia 1990-2008

Fig.2. Monthly precipitation sums in 2008 vegetation season against the average ones from multi-year 1990-2008



Rys.3. Średnie miesięczne temperatury powietrza w okresie wegetacyjnym 2008 roku, na tle średnich temperatur z wielolecia 1990-2008

Fig.3. Average monthly air temperature in 2008 vegetation season against the average air temperature from multi-year 1990-2008

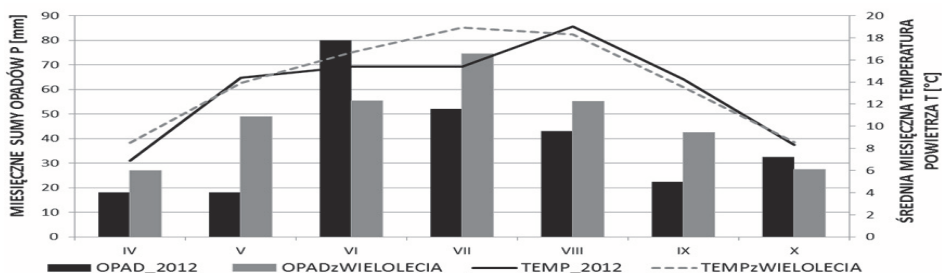


Rys. 4. Lokalizacja stanowisk badawczych na polderze Zagorów
Fig. 4. Location of investigated sites in Zagorow polder

Analizowany okres wegetacyjny 2012 roku pod względem wielkości opadów według klasyfikacji Kaczorowskiej (1962) zaliczany został do suchego. Łączna suma opadów liczona w tym okresie wyniosła 267 mm. W porównaniu do średniej z wielolecia (1981-2011) była niższa o 64 mm. Tylko w czerwcu analizowanego okresu wegetacyjnego suma opadów przewyższyła wartość średnią miesięczną z wielolecia o 25 mm i wyniosła 80 mm. Warto dodać, że średnie miesięczne temperatury powietrza w analizowanym okresie wegetacyjnym były bardzo zbliżone do średnich miesięcznych z wielolecia. Tylko w lipcu badanego okresu średnia temperatura powietrza była wyższa od średniej z wielolecia aż o 3,5°C.

Na rysunku 6 przedstawiono zmiany zapasów wody w warstwie gleby od 0 do 50 cm oraz przebieg stanów wód gruntowych na tle codziennych opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym 2008 roku w typowych profilach dla polderu Nielęgowo. W profilu nr 1 uwilgotnienie gleby było optymalne, a zapasy osiągnęły stan pomiędzy połową pojemnością wodną, a wilgotnością krytyczną. Jedynie w pierwszej dekadzie lipca zauważyć można niewielkie obniżenie zapasów wody w profilu glebowym do wilgotności krytycznej. W profilu nr 2 wilgotność gleby zawierała się pomiędzy połową pojemnością wodną, a wilgotnością trwałego wędnięcia. W pierwszej dekadzie czerwca uwilgotnienie gleby spadło poniżej poziomu wilgotności krytycznej i na

początku lipca zbliżyło się do wilgotności trwałego wędnięcia. W pierwszej dekadzie sierpnia zapasy wody w glebie wzrosły i do końca okresu wegetacyjnego utrzymywały się pomiędzy połową pojemnością wodną, a wilgotnością krytyczną.

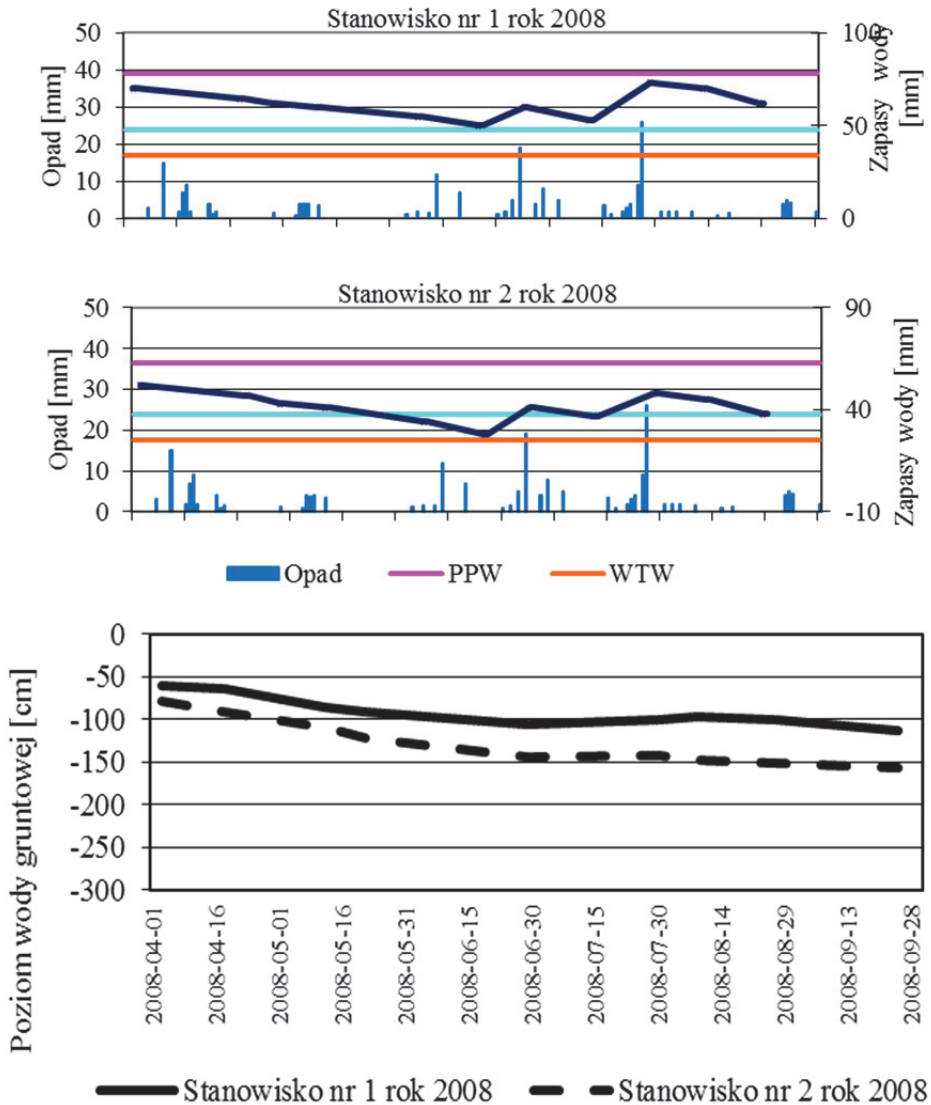


Rys. 5. Przebieg warunków meteorologicznych w okresie wegetacyjnym 2012 na tle danych z wielolecia 1981-2011

Fig. 5. Weather conditions changes during the vegetation season of 2012 in the background of years 1981-2011

Na początku okresu wegetacyjnego poziom zwierciadła wody gruntowej znajdował się 61 cm poniżej powierzchni terenu (profil nr 1). Natomiast w ostatniej dekadzie czerwca obniżył się do 106 cm. W sierpniu zaobserwowano niewielki wzrost poziomu zwierciadła wody gruntowej do 96 cm. Pod koniec okresu wegetacyjnego zwierciadło wody gruntowej obniżyło się do 113 cm poniżej powierzchni terenu.

W profilu nr 2 poziom zwierciadła wody gruntowej układał się na poziomie od 78 cm w kwietniu do 157 cm we wrześniu poniżej powierzchni terenu. Obserwowane obniżenie się poziomu wód gruntowych było związane z okresem wegetacyjnym, w którym pobór wody przez rośliny znacznie wzrasta. Cykliczność była związana głównie z relacją pomiędzy opadem a ewapotranspiracją, która w okresie wegetacji 2008 roku przy niedoborze opadów w stosunku do parowania terenowego prowadziła do spadku zapasów wody, przesychnienia gleb i obniżenia poziomu wód gruntowych.



Rys. 6. Przebieg zapasów wody [mm] w warstwie 0-50 cm gleby oraz stanów wód gruntowych na tle opadów atmosferycznych w profilach 1 i 2 w okresie wegetacyjnym 2008 roku na polderze Nielegowo

Fig. 6. Water storage (mm) in 0-50 cm soil layer as well as groundwater level courses against precipitation at soil profile 1 and 2 in 2008 vegetation season in Nielegowo polder.

W tabeli 1 zestawiono głębokości położenia zwierciadła wód gruntowych oraz wielkości zapasów wody w wierzchniej (0-40) warstwie gleby na obszarze polderu Zagórów. Na wielkość zapasów wody oraz stany wód gruntowych w suchym okresie wegetacyjnym 2012 roku, miał wpływ przebieg i rozkład oraz wielkość opadów w półroczu zimowym roku hydrologicznego 2011/2012. Niższe sumy opadów od średnich z wielolecia w listopadzie i grudniu 2011 roku oraz w styczniu i marcu 2012 roku od średnich z wielolecia spowodowały, że na początku okresu wegetacyjnego wystąpił niedobór opadów, który przy wyższych temperaturach od średnich z wielolecia pogłębił deficyt wody.

Tabela 1. Zestawienie głębokości zwierciadła wody gruntowej oraz zapasów wody w badanych stanowiskach pomiarowych na polderze Zagórów

Table 1. Values of groundwater level and water reserves in measurement points in Zagorow polder

Stanowiska pomiarowe Measurement points	Amplitudy (m) wahań stanów wód gruntowych Groundwater level	Amplitudy zmian zapasów wody Water reserve (mm)
1	1,8	64
2	1,0	56
3	1,3	108
4	0,8	38
5	0,8	71
6	0,6	177
7	1,0	13
8	0,9	137
9	1,2	92

Na podstawie przeprowadzonej analizy statystycznej, której celem było określenie związku pomiędzy zapasami wody w wierzchniej warstwie gleby, a stanami wody gruntowej największą zależność stwierdzono na stanowiskach nr 1, 2 i 9. Wysoki współczynnik determinacji,

opisujący otrzymane regresji wielomianowej między analizowanymi wielkościami pozwala stwierdzić, że ponad 90% całkowitej zmienności zasobów wody zależna jest od poziomu wahań zwierciadła wody gruntowej. Dla analizowanych wyżej stanowisk nr 6 i nr 8, o największych amplitudach zmian zasobów wody, współczynnik determinacji (R^2) wahał się od 81 do 84, co również świadczyło o silnej zależności zasobów wody od poziomu wahań zwierciadła wód gruntowych.

Wynikiem tego był spadek stanów wód gruntowych w badanych studzienkach oraz zmniejszenie uwilgotnienie wierzchniej warstwy gleby. W trakcie badanego okresu wegetacyjnego zaobserwowano największe amplitudy zmian zasobów wody w glebie na stanowiskach nr 6 i nr 8 i wyniosły od 177 mm (nr 6) do 137 mm (nr 8). Natomiast wahania zwierciadła wody gruntowej w obu stanowiskach nie były już tak znaczące (0,6 m i 0,9 m). Przymuszczalnie wpływ na taki stan mogło mieć bliskie sąsiedztwo dawnego koryta rzeki Czarnej Strugi, gdyż oba stanowiska badawcze oddalone są od osi cieku o 55 i 24 m.

Największą amplitudą wahań poziomów zwierciadła wody charakteryzowały się stanowiska położone w wyższych partiach polderu Zagórów (nr 1, 3 i 9). Natomiast w stanowiskach nr 2, 4, oraz nr 7 usytuowanych w najniższej położonych punktach pomiarowych amplituda wahań poziomu wody wyniosła średnio 0,9 m. Szczegółowa analiza stanów uwilgotnienia na polderze Zagórów, wykazała różnice w zasobach wody w wierzchnich warstwach gleb. Największe zapasy wody stwierdzono w najniższej położonych partiach polderu (stanowiskach nr 2 i nr 5), gdzie maksymalne zapasy wody wahały się od 305 mm do 364 mm. Natomiast najmniejsze amplitudy wahań zasobów wody zaobserwowano w analizowanym okresie wegetacyjnym na stanowiskach wyżej położonych na polderze.

4. Podsumowanie i wnioski

W pracy przedstawiono ocenę zmian zasobów wodnych na terenach dwóch polderów Nielęgowo i Zagórów, położonych na obszarze Wielkopolski. Zmiany stosunków wodnych badanych terenów dolinowych, przeanalizowano w oparciu o przebieg położenia zwierciadła wody gruntowej oraz zasobów wody w wierzchniej warstwie gleb. Szczegółowa analiza wyników pomiarów przeprowadzonych w dwóch

suchych, pod względem wysokości opadów okresów wegetacyjnych 2008 i 2012 roku, wykazała różnicę stanów uwilgotnienia wierzchnich warstw gleb terenów dolinowych.

Zaobserwowane zmiany zapasów wody oraz poziomu wód gruntowych związane były z przebiegiem i rozkładem opadów atmosferycznych w analizowanych okresach wegetacyjnych, a także wielkością opadów w półroczach zimowych, poprzedzających badane okresy wegetacyjne. Szczegółowa analiza wyników badań pozwoliła sformułować następujące wnioski:

1. W profilach typowych dla polderu Nielegowo uwilgotnienie gleby w analizowanym okresie wegetacyjnym 2008 roku w warstwie 0-50 cm było optymalne. Poziom zwierciadła wody gruntowej na początku okresu wegetacyjnego znajdował się wysoko i wynosił od 61 cm do 78 cm poniżej powierzchni terenu. Amplituda wahań zwierciadła wód gruntowych wynosiła 54 cm,
2. Obserwowane obniżenie się poziomu wód gruntowych było związane z okresem wegetacyjnym, w którym pobór wody przez rośliny znacznie wzrasta. Cykliczność była związana głównie z relacją pomiędzy opadem a ewapotranspiracją, która w okresie wegetacji 2008 roku przy niedoborze opadów w stosunku do parowania terenowego prowadziła do spadku zapasów wody, przesychnienia gleb i obniżenia poziomu wód gruntowych,
3. Na obszarze polderu Zagórów na wielkość zapasów wody oraz stanu wód gruntowych oprócz przebiegu i rozkładu opadów atmosferycznych miała wpływ wysokość opadów w półroczu zimowym, poprzedzającym analizowany okres wegetacyjny 2012 roku,
4. Największą amplitudą wahań poziomów zwierciadła wody charakteryzowały się stanowiska położone w wyższych partiach polderu Zagórów (nr 1, 3 i 9). Natomiast w stanowiskach nr 2, 4, 7 usytuowanych w najniższej położonych punktach pomiarowych amplituda wahań poziomu wody wyniosła średnio 0,9 m. Szczegółowa analiza stanów uwilgotnienia na polderze Zagórów, wykazała różnice w zapasach wody w wierzchnich warstwach gleb. Największe zapasy wody stwierdzono w najniższej położonych partiach polderu (stanowiskach nr 2 i nr 5), gdzie maksymalne zapasy wody wahały się od 305 mm do 364 mm,

5. Na podstawie przeprowadzonej analizy statystycznej, stwierdzono zależność od 81% do 90% zmienności zapasów wody od poziomu wahań zwierciadła wody gruntowej.

Literatura

- Brandyk, T. (2002). Stan retencji wodnej siedlisk hydrogeniczných i jego uwarunkowania. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie*, 1, 18-21.
- Kaczorowska, Z. (1962). Najsuchsze i najwilgotniejsze pory roku w Polsce w okresie 1900-1959. *Przegląd. Geograficzny*, 7/15, 3.
- Kamińska, A., Grzywna, A., Wesołowska-Janczarek M. (2006). Analiza zależności zapasu wody w warstwie korzeniowej gleby od położenia zwierciadła wody gruntowej. *Acta Agrophysica*, 8(1), 139-146.
- Kędziora, A. (1995). *Podstawy agrometeorologii*. Poznań: PWRiL.
- Korytowski, M., Szafranski, Cz. (2010). Kształtowanie się zapasów wody w zlewni śródlęsnego oczka wodnego. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 12, 761-772.
- Korytowski, M., Szafranski, Cz., Zydrón, A. (2013). Wpływ śródlęsných oczek wodnych na stany wody gruntowej przyległych siedlisk w wybranych zlewniach leśnego kompleksu promocyjnego Lasy Rychtałskie. *Sylwan*, 157(4), 313-320.
- Kasperska-Wołowicz, W., Łabędzki, L. (2004). Porównanie ewapotranspiracji wskaźnikowej według Penmana i Penmana-Monteitha w różnych regionach Polski. *Woda, Środ. Obsz. Wiej.*, 4, 2a (11), 23-136.
- Kowalczak, P., Nieznański, P., Stańko, R., Magdaleno, M.F., Bernues, S.M. 2009. *Natura 2000, a gospodarka wodna*. Warszawa: Wyd. Ministerstwa Środowiska.
- Liberacki, D. (2011). Dynamika zmian stanów wód gruntowych i uwilgotnienia gleb siedlisk leśnych w zlewni cieką Hutka. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 13, 1927-1942.
- Paluch, J. (1994). Dynamika głębokości zalegania wód gruntowych pod powierzchnią łąki. *Gospodarka Wodna nr 10*, 243, 232-237.
- Penman, H. L. (1948). Natural evaporation from open water, bare soil and press. *Proc. R. Soc. London, Ser. A.*, 193, 120-145
- Przybyła, Cz., Kozaczyk, P (2001). Rola wód gruntowych w gospodarce wodnej intensywnie użytkowanego sadu jabłoniowego. *Zesz. Nauk. AR Kraków*, 382, 105-112.
- Przybyła, Cz., Kozaczyk, P., Sielska, I., Bykowski, J., Mroziak, K. (2009). Zmiany uwilgotnienia gleb polderu Nielęgowo w okresach wegetacyjnych lat 2005 do 2007. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 11, 889-911.

- Przybyła, Cz., Bykowski, J., Mrozik, K., Napierała, M. (2011). Znaczenie polderu Zagórów w ochronie przeciwpowodziowej. *Rocznik Ochrona Środowiska, 13*, 801-813.
- Stachowski, P., Markiewicz, J. (2011). Potrzeba nawodnień w centralnej Polsce na przykładzie powiatu kutnowskiego. *Rocznik Ochrona Środowiska, 13*, 1453-1472.
- Żelazo, J. (2006). *Renaturyzacja rzek i dolin. Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich*. Kraków: Wydawnictwo PAN, 4/1, 11-31.

Assessment of Water Management in the Some Valley Areas of Wielkopolska

Abstract

The paper presents an assessment of changes in water resources in the areas of two polders – Nielęgowo and Zagórów – located in the Wielkopolska region. Changes in water relations of the surveyed valley areas were analyzed on the basis of the position of groundwater table and water supplies in the top layer of soil. Detailed analysis of the results of measurements carried out in two in terms of wet, dry, and growing seasons of 2008 and 2012 showed a difference of stocks in the upper layers of soil moisture of valley areas. Changes of water backup and groundwater levels were associated with the course and distribution of precipitation in the analyzed periods of vegetation. In Zagórów polder the amount of precipitation in the winter half-year, preceding the analyzed vegetation period of 2012, has also affected the size of the water supply and the state of groundwater. Positions located in the upper parts of Zagórów polder were characterized by the greatest amplitude of fluctuations in water table levels. However, in the positions located in the lowest points, the amplitude of the fluctuations in water level amounted to 0.9 m on average. There were also differences in the stocks of water in the upper layers of soil. The largest reserves of water were found in the lowest-lying parts of the polder, where the maximum water supplies ranged from 305 mm to 364 mm. On the basis of statistical analysis, the purpose of which was to determine the relationship between the supply of water in the top layer of soil and groundwater conditions in valley areas found that from 81% to 90% of the total variability in the water supply was dependent on the level of fluctuations in the groundwater table.

Słowa kluczowe:

polder, poziom wód gruntowych, zapasy wody

Keywords:

polder, groundwater level, water storage