

GOSPODARKA WODNA MAD ŚREDNICH DOLINY ODRY W OKRESIE IV–IX 2011 W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEGO ZASILANIA WIERZCHNICH WARSTW GLEBY

SOIL WATER MANAGEMENT IN THE MEDIUM ALLUVIAL SOILS IN THE Odra VALLEY IN PERIOD IV–IX 2011 IN THE CONDITIONS OF VARIOUS SUPPLY OF UPPER SOIL LAYERS

Beata Olszewska, Leszek Pływaczyk

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. W artykule przedstawiono i porównano gospodarkę wodną mad średnich w okresie od kwietnia do września 2011 r. dla dwóch profili glebowych zlokalizowanych w dolinie Odry poniżej i powyżej piętrzenia rzeki budowlą w Brzegu Dolnym. Analizy dokonano na tle warunków meteorologicznych, stanów wody w Odrze w przekroju górnej i dolnej wody na stopniu oraz głębokości zalegania wód gruntowych. Przeprowadzone pomiary uwilgotnienia gleb oraz obliczenia zapasów wody wykazały, że na wielkość zapasów wody oraz zmiany uwilgotnienia analizowanej gleby z obszaru poniżej spiętrzenia decydujący wpływ mają opady atmosferyczne. Natomiast w glebach doliny powyżej budowli piętrzącej, poza opadami atmosferycznymi, wpływ wywiera podsiąk z wód gruntowych.

Abstract. The paper describes the comparison water management in period from April to September 2011 in two medium alluvial soil profiles situated in the Odra valley down and up the damming structure in Brzeg Dolny. Analysis were done against the meteorological condions, water levels in the Odra down and up the stage and ground water tables. The moisture field investigations and calculated water reserves shown that the volume of water reserves and changes of moisture in the area down the stage of fall depend mainly on precipitation. In soils of valley up the building in Brzeg Dolny besides of precipitation the wet soil from groundwater influenced on the soil water management.

Słowa kluczowe: dolina Odry, uwilgotnienie gleb, zapasy wody w glebie

Key words: the Odra valley, soil water management, water reserves

Adres do korespondencji – Corresponding authors: dr inż. Beata Olszewska, prof. dr hab. inż. Leszek Pływaczyk, Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław, e-mail: beata.olszewska@up.wroc.pl.

WSTĘP

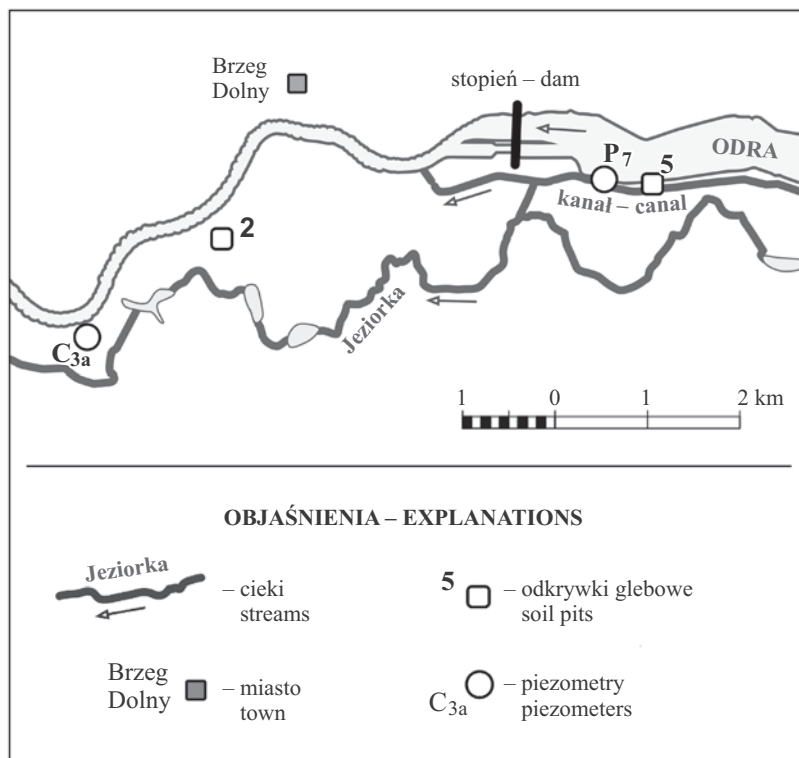
Woda w glebie jest ważnym czynnikiem warunkującym wzrost i rozwój roślin – od jej dostępności zależy wielkość i jakość plonów. Woda stanowi rozpuszczalnik soli mineralnych znajdujących się w glebie; jest pośrednikiem w dostarczaniu i przemieszczaniu się składników pokarmowych w komórkach roślin – dzięki jej obecności zachodzą wszystkie reakcje chemiczne potrzebne dla przebiegu czynności życiowych roślin. Ilość i jakość wody w glebie jest zróżnicowana i zależy m.in. od sposobu użytkowania, zastosowanych zabiegów agrotechnicznych, ukształtowania terenu, gatunku i rodzaju gleby oraz jej właściwości [Trybała 1996, Szafranski 1997].

Głównymi źródłami wody w glebie są opady atmosferyczne [Bykowski i in. 2005], kondensacja pary wodnej, podsiąk kapilarny ze zwierciadła wód gruntowych [Olszewska i Pływaczyk 2010] oraz nawodnienia [Brandyk 1990]. W glebach, gdzie zwierciadło wody gruntowej leży głęboko i w niewielkim stopniu wpływa na uwilgotnienie wierzchniej warstwy, mamy do czynienia z opadowo-wodnym typem gospodarki wodnej. Gdy poziom wody gruntowej znajduje się w niewielkiej odległości od powierzchni terenu, wierzchnia warstwa gleby, oprócz opadów atmosferycznych, dodatkowo jest zasilana podsiąkiem z wód gruntowych. Wówczas występuje gruntowo-wodny typ gospodarki [Pływaczyk 1997, Olszewska 2008]. Takie typy gospodarki wodnej gleb występują na obszarze lewobrzeżnej doliny Odry powyżej oraz poniżej budowli piętrzącej w Brzegu Dolnym. Wieloletnia eksploatacja budowli w Brzegu Dolnym spowodowała powstanie dwóch obszarów o odmiennych warunkach oddziaływania Odry na teren doliny. Powyżej stopnia powstał obszar o nadmiarze wód. Poniżej budowli występują wzmoczone procesy erozji dna rzeki, które powodują obniżanie się poziomów wody w Odrze i obniżanie głębokości zalegania wód gruntowych w przyległej dolinie [Pływaczyk 1997].

CEL I METODY

Celem pracy jest ocena i porównanie gospodarki wodnej w madach średnich zlokalizowanych w dolinie Odry poniżej i powyżej budowli w Brzegu Dolnym w okresie od kwietnia do września 2011 r. w zróżnicowanych warunkach zasilania czynnej warstwy gleby. Analizy dokonano, biorąc pod uwagę głębokość zalegania wód gruntowych, stany wody w Odrze w przekrojach Brzeg Dolny – górna woda na stopniu, oraz Brzeg Dolny – Nadzór, i warunki meteorologiczne. Na obszarze analizowanego fragmentu doliny Odry wybrano dwa profile glebowe oddalone od siebie o około 5 km, gdzie w comiesięcznych terminach prowadzono pomiary uwilgotnienia gleb metodą suszarkowo-wagową oraz obliczano sumy zapasów wody w warstwach 0–50, 0–100 i 0–150 cm. Próbkę gleb były pobierane świdrem glebowym w trzech powtórzeniach z warstw 0–10, 20–30, 40–50, 65–75, 90–100 i 140–150 cm do głębokości zalegania zwierciadła wody gruntowej. Dla potrzeb pracy woda nieużyteczna dla roślin została określona jako wilgotność przy $pF = 4,2$ (punkt trwałego wędnięcia). Wodę trudno dostępną dla roślin wyznaczono z różnicy pomiędzy wilgotnością przy $pF = 3,0$ (polowa pojemność wodna) a $pF = 4,2$, natomiast wodę łatwo dostępną z różnicy między $pF = 3,0$ i $pF = 2,0$ (pojemność okresu suszy) [Pływaczyk 1997].

Wybrane profile zbudowane są w wierzchniej warstwie z utworów trudno przepuszczalnych do głębokości około 1,0 m (gliny średnie), podścielonych utworami przepuszczalnymi (piaski luźne i piaski słabogliniaste) [Olszewska 1998]. Gęstość właściwa analizowanych gleb przyjmuje wartości od 2,51 do 2,66 g · cm⁻³, porowatość od 30,6 do 46,9%. W wierzchniej metrowej warstwie dominują pory o średnicy < 3 μm, w głębszych warstwach o średnicy 30–300 μm. Obie odkrywki położone są na obszarach użytkowanych jako grunty orne – w okresie prowadzenia pomiarów w 2011 r. uprawiano tam kukurydzę. Czynnikiem, który różnicował analizowane profile, była głębokość zalegania wody gruntowej. Lokalizację profili glebowych, oznaczonych jako 2 – poniżej budowli piętrzącej, oraz 5 – powyżej stopnia, a także piezometrów z obu obszarów (C_{3a} i P₇) przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Lokalizacja odkrywek glebowych i piezometrów na obiekcie badawczym
Fig. 1. Localization of the soil pits and piezometers on the investigated area

WYNIKI I DYSKUSJA

Analizowany fragment doliny Odry położony jest w regionie klimatycznym, który charakteryzuje się jako umiarkowanie wilgotny, ciepły i umiarkowanie słoneczny. Postępek opadowy w Brzegu Dolnym oraz stacja klimatyczna we Wrocławiu są punktami obserwacyjnymi położonymi najbliżej terenu badań. W tabeli 1 zestawiono

Tabela 1. Miesięczne sumy opadów atmosferycznych P , mm, z posterunku w Brzegu Dolnym oraz średnie miesięczne temperatury powietrza T , °C, ze stacji Wrocław-Strachowice z okresu IV–IX 2011 r. i wielolecia 1970–2010

Table 1. Monthly sums of precipitation P [mm] from station Brzeg Dolny and mean monthly air temperatures T , °C, from station Wrocław-Strachowice in period IV–IX 2011 and multi-years 1970–2010

Wyszczególnienie Specification	IV	V	VI	VII	VIII	IX	V–X	Ocena półrocza Half-year assessment
P , mm, 1970–2010	35	59	71	82	70	48	369	
2011	16,4	39,3	46,9	199,6	49,4	22,3	403	normalne – normal
T , °C, 1970–2010	8,3	13,7	16,8	18,6	18,0	13,4	14,9	
2011	11,5	14,5	19,1	18,2	19,0	15,3	15,9	ciepłe – warm

miesięczne sumy opadów atmosferycznych oraz średnie miesięczne wartości temperatury powietrza w miesiącach, w których prowadzono pomiary terenowe (IV–IX 2011), sumy opadów i średnie temperatury z półrocza letniego (V–X 2011) wraz z oceną a także wartości dla wielolecia 1970–2010.

Półrocze letnie od maja do października 2011 r. pod względem opadowym zostało ocenione jako normalne. Suma opadów w tym okresie wynosiła 403 mm i była wyższa od wartości z wielolecia 1970–2010 o 34 mm. Okres od kwietnia do września 2011 r. charakteryzował się niekorzystnym rozkładem opadów atmosferycznych. We wszystkich miesiącach, oprócz lipca, notowano niższe sumy opadów w porównaniu z wieloleciem. W lipcu suma opadów wynosiła 199,6 mm i była wyższa o 117,6 mm od wartości z lat 1970–2010. Średnia temperatura powietrza w półroczu letnim 2011 r. wynosiła 15,9°C i była wyższa od średniej z wielolecia o 1,0°C. Okres ten oceniono jako ciepły. Średnie miesięczne temperatury we wszystkich miesiącach prowadzenia badań (za wyjątkiem lipca) były wyższe od odpowiadających im wartości z okresu 1970–2010, zwłaszcza kwiecień i czerwiec charakteryzowały się wysokimi średnimi temperaturami. W porównaniu z wieloletnimi wartościami były one wyższe o odpowiednio 3,2°C i 2,3°C.

Głębokości zalegania wód gruntowych w obiekcie badawczym były mierzone raz w tygodniu w piezometrach zlokalizowanych w sąsiedztwie profili: C_{3a} – poniżej budowli piętrzącej, oraz P_7 – powyżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym. W tabeli 2 zestawiono średnie miesięczne rzędne zwierciadła wody w Odrze przekrojach Brzeg Dolny – górna i dolna woda, oraz średnie miesięczne głębokości zalegania wody gruntowej w wyżej wymienionych piezometrach w okresie od kwietnia do września 2011 r.

W dolinie Odry, gdzie wody rzeki są spiętrzone, panują warunki naporowe i zwierciadło wody gruntowej jest stabilne. W trakcie prowadzenia pomiarów w okresie od kwietnia do września 2011 r. zwierciadło wód gruntowych znajdowało się tu na średniej głębokości w poszczególnych miesiącach od 0,9 m do 1,15 m pod powierzchnią terenu. Wahania wód były niewielkie i zależały głównie od stanów wody w Odrze, których średnie miesięczne rzędne w przekroju górnej wody na stopniu wynosiły od 107,08 m n.p.m. w lipcu do 107,37 m n.p.m. we wrześniu. Na terenach przyległych do Odry swobodnie płynącej zwierciadło wód gruntowych układało się w warstwie utworów przepuszczal-

Tabela 2. Średnie miesięczne rzędne zwierciadła wody w Odrze w przekrojach Brzeg Dolny – górna woda (H_G) i dolna woda (H_D), m n.p.m., oraz średnie miesięczne głębokości zalegania wody gruntowej w piezometrach C_{3a} i P_7 , m, w okresie IV–IX 2011 r.

Table 2. Mean monthly water levels ordinates in the Odra in the Brzeg Dolny – upper water (H_G) and down water (H_D), m a.s.l., and mean monthly groundwater depths in the piezometers C_{3a} and P_7 , m, in period IV–IX 2011

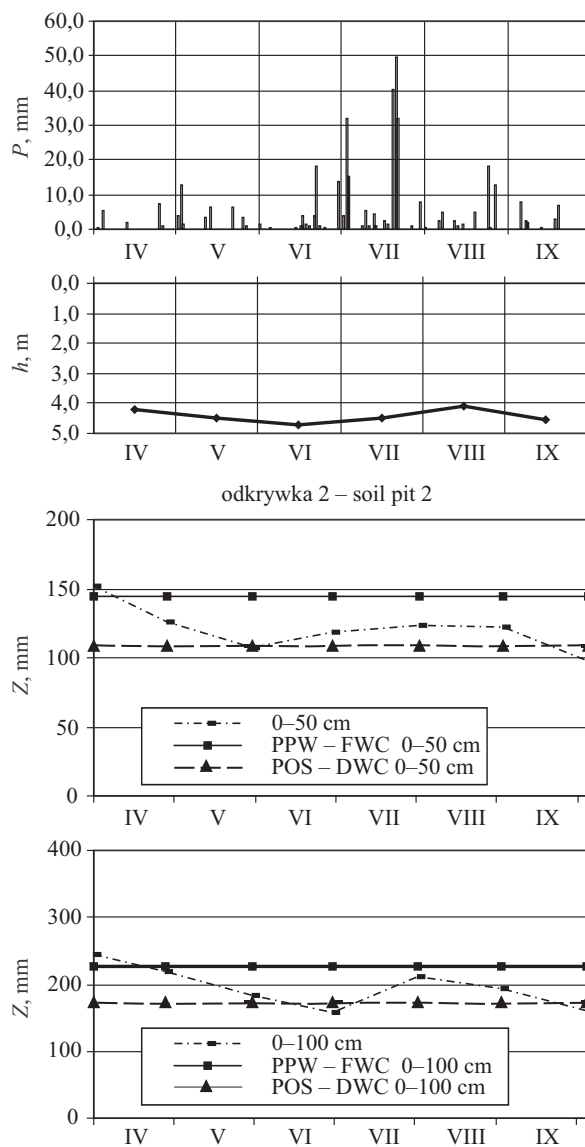
Wyszczególnienie Specification	IV	V	VI	VII	VIII	IX
H_G , m n.p.m.	107,29	107,29	107,23	107,08	107,20	107,37
P_7 , m	1,15	1,10	1,10	1,10	0,90	0,95
H_D , m n.p.m.	100,60	100,69	99,99	101,43	101,26	100,09
C_{3a} , m	4,22	4,49	4,74	4,48	4,09	4,52

nych (piasków i żwirów) średnio na głębokościach od 4,09 m do 4,74 m poniżej poziomu terenu. Średnie miesięczne rzędne zwierciadła wody w Odrze w przekroju Brzeg Dolny – dolna woda na stopniu, wynosiły od 99,99 m n.p.m. w czerwcu do 101,43 m n.p.m. w lipcu.

Na rysunkach 2 i 3 przedstawiono przebieg zapasów wody w warstwach 0–50 i 0–100 cm profili glebowych doliny Odry poniżej i powyżej budowli piętrzącej w okresie od kwietnia do września 2011 r. na tle codziennych opadów atmosferycznych dla posterunku Brzeg Dolny, głębokości zalegania wód gruntowych oraz zapasów wody obliczonych dla wilgotności odpowiadającej połowej pojemności wodnej i pojemności okresu suszy.

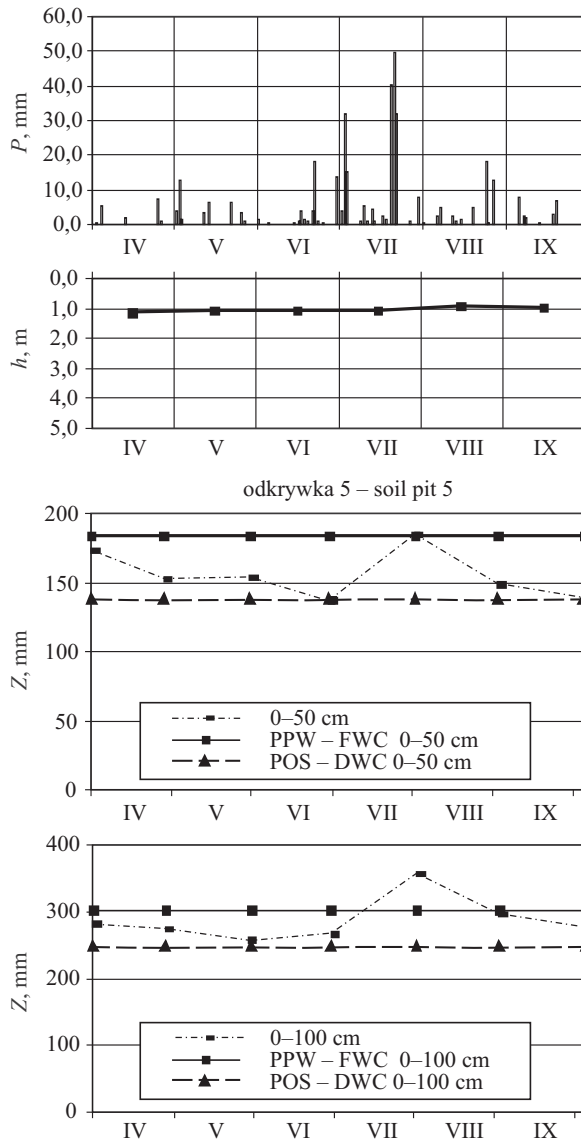
W poszczególnych terminach okresu od kwietnia do września 2011 r. dla profilu zlokalizowanego w dolinie poniżej piętrzenia najwyższe zapasy wody w obu analizowanych warstwach (0–50 cm i 0–100 cm) odnotowano na początku kwietnia (odpowiednio 152 i 244 mm). W metrowej warstwie do końca czerwca obserwowano stałe wyczerpywanie się rezerw wilgoci – uwilgotnienie odpowiadało wartościom wody łatwo dostępnej (kwiecień i maj) i trudno dostępnej dla roślin (czerwiec). Wysokie opady w lipcu (199,6 mm) spowodowały wzrost uwilgotnienia i na koniec lipca obliczone zapasy w warstwie 0–50 cm wynosiły 124 mm, a w warstwie 0–100 cm 212 mm – uwilgotnienie profilu odpowiadało wartościom wody łatwo dostępnej. Niskie opady atmosferyczne w kolejnych miesiącach spowodowały wyczerpywanie się zapasów wody i we wrześniu uwilgotnienie profilu glebowego znów odpowiadało wartościom wody trudno dostępnej dla roślin.

Dla profilu glebowego położonego w dolinie będącej pod wpływem spiętrzonych wód Odry, najwyższe wartości zapasów wody w warstwie 0–50 i 0–100 cm zanotowano na koniec lipca – odpowiednio 186 mm i 356 mm, co stanowiło 82% i 157% połowej pojemności wodnej. Najniższe uwilgotnienie w warstwie 0–50 cm zostało zmierzone na koniec czerwca i września, a obliczone zapasy wody wynosiły 138 mm i 139 mm. W warstwie 0–100 cm najmniejsze zapasy wody zostały obliczone dla pomiaru na koniec maja i wynosiły 257 mm. W ciągu całego okresu pomiarowego w wierzchniej półmetrowej oraz w metrowej warstwie uwilgotnienie odpowiadało wartościom wody łatwo dostępnej dla roślin, a po lipcowych wysokich opadach wartościom wody wolnej.



Rys. 2. Przebieg zapasów wody Z , mm, w warstwach 0–50 i 0–100 cm odkrywki nr 2 z doliny Odry poniżej budowli piętrzącej w okresie IV–IX 2011 r. na tle codziennych opadów atmosferycznych P , mm, dla posterunku Brzeg Dolny, głębokości zalegania wód gruntowych h , m, oraz zapasów wody obliczonych dla wilgotności odpowiadającej połowej pojemności wodnej PPW i pojemności okresu suszy POS

Fig. 2. Course of water reserves Z , mm, in layers 0–50 and 0–100 cm of soil pit 2 from the Odra valley down the dam in period IV–IX 2011 on the ground of precipitation P , mm for the Brzeg Dolny station, depth of groundwater tabel h , m, and water reserves in the field water capacity FWC and drought water capacity DWC



Rys. 3. Przebieg zapasów wody Z , mm, w warstwach 0–50 i 0–100 cm odkrywki nr 5 z doliny Odry powyżej budowli piętrzącej w okresie IV–IX 2011 r. na tle codziennych opadów atmosferycznych P , mm, dla posterunku Brzeg Dolny, głębokości zalegania wód gruntowych h , m, oraz zapasów wody obliczonych dla wilgotności odpowiadającej polowej pojemności wodnej PPW i pojemności okresu suszy POS

Fig. 3. Course of water reserves Z , mm, in layers 0–50 and 0–100 cm of soil pit 5 from the Odra valley up the dam in period IV–IX 2011 on the ground of precipitation P , mm for the Brzeg Dolny station, depth of groundwater tabel h , m, and water reserves in the field water capacity FWC and drought water capacity DWC

W tabeli 3 zestawiono wartości maksymalnych i minimalnych zapasów wody oraz odpowiadający im procent połowej pojemności wodnej obliczonych dla warstw 0–50 cm i 0–100 cm w comiesięcznych pomiarach w obu profilach.

Tabela 3. Maksymalne i minimalne zapasy wody Z , mm, i % połowej pojemności wodnej (PPW) w warstwach 0–50 i 0–100 cm w odkrywkach glebowych nr 2 i 5 zmierzone w okresie IV–IX 2011 r.

Table 3. Maximum and minimum water reserves Z , mm, and % of field water capacity (FWC) in layers 0–50 cm and 0–100 cm in soil profiles 2 and 5 in period IV–IX 2011

Profil glebowy Soil profile	Warstwa Layer cm	Z , mm			
		Maks. Max	% PPW % FWC	Min. Min	% PPW % FWC
2	0–50	152	105	97	67
	0–100	244	107	161	71
5	0–50	186	101	138	75
	0–100	356	118	257	85

W tabeli 4 zestawiono różnice w obliczonych sumach zapasów wody między analizowanymi profilami w warstwach 0–50 cm i 50–100 cm.

Tabela 4. Różnice zapasów wody, mm, pomiędzy odkrywkami nr 5 i 2 w warstwach 0–50 cm i 50–100 cm w poszczególnych terminach pomiarowych okresu IV–IX 2011 r.

Table 4. Differences in water reserves, mm, between soil pits 5 and 2 in layers 0–50 cm and 50–100 cm in specific dates of measurement in period IV–IX 2011

Warstwa – Layer	30 III	29 IV	1 VI	1 VII	1 VIII	2 IX	29 IX
0–50 cm	22	27	47	19	62	28	37
50–100 cm	17	27	27	89	82	75	78

Zróznicowanie zapasów wody w glebach doliny Odry wynikało z odmiennego sposobu ich zasilania. W dolinie Odry poniżej budowli piętrzącej uwilgotnienie wierzchniej warstwy gleby zależało od warunków meteorologicznych. Dominował tu typ gospodarki opadowo-wodnej. Natomiast na terenach przyległych do spiętrzonych wód Odry, oprócz opadów atmosferycznych, miało miejsce stałe zasilanie wodami podsiąkowymi z wód gruntowych. Zasilanie to, obliczone jako różnica pomierzonych zapasów wody w odkrywkach 5 i 2 w odpowiadających sobie terminach okresu od kwietnia do września 2011 r., w warstwie 0–50 cm wynosiło od 19 do 62 mm, natomiast w warstwie 50–100 cm od 17 do 89 mm.

WNIOSKI

1. Gospodarka wodna małych średnich z doliny Odry poniżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym w okresie od kwietnia do września 2011 r. była oparta na retencjonowaniu wód opadowych oraz uzależniona od ilości i rozkładu opadów atmosferycznych.

Uwilgotnienie wierzchniej metrowej warstwy gleby odpowiadało wartościom wody łatwo i trudno dostępnej dla roślin.

2. Analiza wielkości zapasów wody oraz przebiegu uwilgotnienia gleby z terenu doliny Odry powyżej budowli piętrzącej wykazała, że w okresie od kwietnia do września 2011 r. poza opadami atmosferycznymi na gospodarkę wodną wierzchniej warstwy gleby wywierał wpływ podsiąk z wód gruntowych. Uwilgotnienie wierzchniej metrowej warstwy gleby odpowiadało wartościom wody wolnej oraz łatwo dostępnej dla roślin.
3. Porównanie obliczonych zapasów wody w analizowanych odkrywkach glebowych pozwoliło na oszacowanie wielkości zasilania podsiąkiem z wód gruntowych wierzchniej metrowej warstwy gleby w okresie od kwietnia do września 2011 r. dla odkrywki powyżej stopnia średnio na 91 mm.

PIŚMIENNICTWO

- Brandyk T., 1990. Podstawy regulowania uwilgotnienia gleb dolinowych. Rozpr. Nauk. Monogr. SGGW-AR 116. Wyd. SGGW Warszawa.
- Bykowski J., Szafrąński C., Fiedler M., 2005. Zmiany uwilgotnienia gleb w warunkach piętrzenia wody w rowie melioracyjnym w zróżnicowanych pod względem opadów okresach wegetacyjnych. Roczn. AR Pozn. 365, Melior. Inż. Środ. 26, 75–82.
- Olszewska B., 1998. Wpływ budowli piętrzącej na warunki wodne oraz wybrane elementy środowiska przyrodniczego w dolinie na przykładzie Odry w rejonie Brzegu Dolnego. Zesz. Nauk. AR Wrocł. 349, Inż. Środ. 10, 107–132.
- Olszewska B., 2008. Zapasy wody w madach średnich w okresie IV–IX 2006 r. w dolinie Odry w rejonie Brzegu Dolnego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 528, 97–104.
- Olszewska B., Pływaczyk L., 2010. Uwilgotnienie mad średnich od kwietnia do września w latach 2004–2008 w rejonie oddziaływania stopnia wodnego na Odrze w Brzegu Dolnym. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 548, II, 393–401.
- Pływaczyk L., 1997. Oddziaływanie spiętrzenia rzeki na dolinę na przykładzie Brzegu Dolnego. Zesz. Nauk. AR Wrocł. 311, Monografie 11.
- Szafrąński Cz., 1997. Dynamika zmian uwilgotnienia wierzchnich warstw gleby na tle przebiegu warunków meteorologicznych. Roczn. AR Pozn. 291, 93–103.
- Trybała M., 1996. Gospodarka wodna w rolnictwie. PWRiL Warszawa.

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 12.12.2013