

Wpłynęło 17.03.2011 r.  
Zrecenzowano 05.05.2011 r.  
Zaakceptowano 20.09.2011 r.

A – koncepcja  
B – zestawienie danych  
C – analizy statystyczne  
D – interpretacja wyników  
E – przygotowanie maszynopisu  
F – przegląd literatury

# ANALIZA STOSUNKÓW POWIETRZNO-WODNYCH GLEBY TORFOWO-MURSZOWEJ W ZASIĘGU DZIAŁANIA SYSTEMU NAWODNIENIA PODSIĄKOWYCH

Ryszard OLESZCZUK<sup>1)</sup> ABDEF, Sławomir CHRZANOWSKI<sup>2)</sup> ABDF,  
Tomasz GNATOWSKI<sup>1)</sup> ABDF

<sup>1)</sup> Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Katedra Kształtowania Środowiska

<sup>2)</sup> Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Zakład Doświadczalny w Biebrzy

## Streszczenie

W pracy przedstawiono rozkład stosunków powietrzno-wodnych w profilu gleby torfowo-murszowej znajdującej się w zasięgu oddziaływania systemu nawodnień podsiąkowych, na podstawie badań przeprowadzonych w okresie wegetacji w 2006 r. (kwatery Biebrza 29, torfowisko Kuwasy – środkowy basen Biebrzy). Zapasy wody zarówno w strefie korzeniowej (0–30 cm), jak i w całym analizowanym profilu (0–100 cm) wykazywały podobną dynamikę zmian i różniły się między sobą o około 600 mm. Stwierdzono skuteczne działanie systemu melioracyjnego, niemniej w przypadku bardzo niskich (lipiec 2006) lub ekstremalnie wysokich opadów atmosferycznych (sierpień 2006) pojawiły się okresowe przekroczenia stanów granicznych zwierciadeł wody gruntowej, natomiast wartości ciśnienia ssących w strefie korzeniowej były jedynie nieco większe od przyjętych norm na początku i końcu rozpatrywanego okresu wegetacji.

**Słowa kluczowe:** funkcjonowanie systemu melioracyjnego, gleby torfowo-murszowe, stosunki powietrzno-wodne, zapasy wody

## WSTĘP

Polska, w porównaniu z innymi krajami europejskimi, charakteryzuje się niezbyt dużymi zasobami wodnymi, które, niestety, są nierównomiernie rozłożone zarówno w czasie, jak i przestrzeni. W konsekwencji może to powodować zjawisko powodzi lub susz hydrologicznych. Około 70% zasobów wodnych w Polsce,

**Adres do korespondencji:** dr hab. inż. R. Oleszczuk, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Katedra Kształtowania Środowiska, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa; tel. +48 (22) 593-53-64, e-mail: ryszard\_oleszczuk@sggw.pl

będących w obiegu, jest związanych z terenami użytkowanymi rolniczo [JURCZUK i in. 2004]. Uzyskanie stabilnych, dobrych jakościowo i wysokich plonów często wymaga regulacji uwilgotnienia strefy korzeniowej gleb poprzez wykorzystanie systemów melioracyjnych. W Polsce ponad 30% gruntów rolnych zostało zmeliorowanych w latach 1950–1990. Na glebach mineralnych są to zazwyczaj systemy drenarskie, na glebach dolinowych i torfowych systemy nawodnień podsiąkowych. Te ostatnie umożliwiają dwustronną regulację stosunków powietrzno-wodnych [JURCZUK, MIODUSZEWSKI 2006].

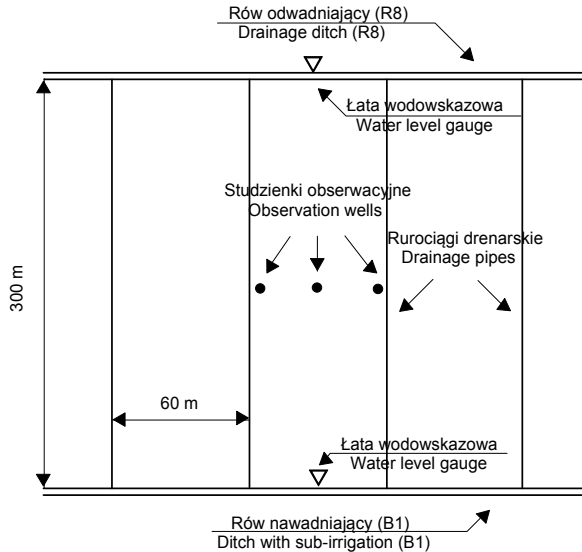
W przypadku gleb torfowych, zajmujących w Polsce ok. 1,2 mln ha, prawie 80% ich powierzchni wyposażono w systemy odwadniające [OKRUSZKO 1993], z czego jedynie na 20% zmeliorowanego obszaru systemy te są wyposażone w urządzenia piętrzące. Zły stan tych urządzeń, ich dekapitalizacja, uwarunkowania ekonomiczne i socjologiczne oraz wycofywanie się rolnictwa z terenów trudnych powoduje, że na tych terenach prawie w ogóle nie realizuje się nawodnień [CZAPLAK, DEMBEK 2000]. Sytuacja ta wpływa niekorzystnie nie tylko na produkcję rolną, ale również na środowisko, powodując przesuszenie, mineralizację i w rezultacie zanikanie gleb torfowych [BRANDYK i in. 2008; ILNICKI, ZEITZ 2003; OKRUSZKO 1993].

Obecnie nie prowadzi się zbyt wiele badań dotyczących skuteczności działania istniejących systemów nawodnień podsiąkowych na glebach torfowych [JURCZUK i in. 2004; OLESZCZUK i in. 2009]. Celem niniejszej pracy jest analiza stosunków wilgotnościowych warstwy korzeniowej profilu gleby torfowo-murszowej, użytkowanej łąkowo, znajdującej się w zasięgu działania systemu nawodnień podsiąkowych. W pracy oceniono skuteczność funkcjonowania powyższego systemu w aspekcie gospodarki wodnej, potrzeby wodne roślinności trawiastej oraz dynamikę zmian zapasów wody w poszczególnych warstwach i strefach profilu glebowego.

## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania dotyczące stosunków powietrzno-wodnych warstwy korzeniowej profilu gleby torfowo-murszowej, znajdującej się w zasięgu systemu nawodnień podsiąkowych, przeprowadzono w okresie wegetacji w 2006 r. na kwaterze Biebrza 29, znajdującej się na torfowisku Kuwasy, położonym w środkowym basenie Biebrzy. Torfowisko zostało wstępnie odwodnione w latach 1933–1939, a ostateczną sieć rowów odwadniająco-nawadniających wykonano w latach 50. XX w. Na skutek osiadania powierzchni torfowiska i spływania rowów w latach 1977–1988 zmodernizowano istniejący system odwadniająco-nawadniający przez pogłębienie istniejących rowów oraz wykonano sieć drenarską w celu uzyskania intensywnego podsiąku kapilarnego [CHRZANOWSKI 1995]. Analizowana kwatera Biebrza 29 jest zlokalizowana w północno-wschodniej części torfowiska Kuwasy i zasilana wodą z rowu nawadniającego B1, natomiast odwadniana rowem R8 oddalonym od B1

o 300 m. Na kwaterze znajduje się również system rurociągów drenarskich o rozstawie 60 m, zainstalowanych na głębokości 70 cm w kierunku prostopadłym do rowów (rys. 1).



Rys. 1. Schemat urządzeń melioracyjnych na kwaterze Biebrza 29; źródło: OLESZCZUK i in. [2009]

Fig. 1. The scheme of land reclamation facilities in Biebrza 29 site; source: OLESZCZUK *et al.* [2009]

W badanym profilu glebowym tej kwatery wyróżniono 3 charakterystyczne warstwy: murszu próchnicznego  $Z_2$  (0–22 cm), torfu olesowego w dwóch warstwach –  $H_7$  (22–50 cm) i  $H_6$  (50–130 cm). Gatunek torfu oraz rodzaj murszu określono metodą mikroskopową [MACIAK, LIWSKI 1996], na podstawie klasyfikacji TOLPY i in. [1967]. Glebę występującą na tym obiekcie określono jako  $MtIcb$  (kompleks C – posuszny), według klasyfikacji zaproponowanej przez OKRUSZKĘ [1994].

Podstawowe właściwości rozpatrywanego profilu przedstawia tabela 1.

Łąka na tym terenie jest dawno zagospodarowana, użytkowana produkcyjnie ze zbiorem 2 pokosów. Zbiorowisko trawiaste typu mozgowo-wiechlinowego w ujęciu fitosocjologicznym przynależy do łąk zmiennowilgotnych związku *Alopecurion pratensis* klasy *Molinio-Arrhenatheretea*. W runi dominują wartościowe gospodarczo trawy, co decyduje o dużych możliwościach produkcyjnych zbiorowiska.

Systematyczne badania dotyczące pomiaru uwilgotnienia oraz potencjału macierzystego prowadzono co 3 dni w profilu glebowym, zlokalizowanym w środku rozstawy pomiędzy rowami i drenami (rys. 1). Pomiary uwilgotnienia wykonywano co 10 cm w profilu o miąższości 1 m, z wykorzystaniem metody TDR. Do obliczeń wartości uwilgotnienia wykorzystano równania kalibracji tej metody dla war-

**Tabela 1.** Właściwości fizyczne poszczególnych warstw w rozpatrywanym profilu gleby torfowo-murszowej**Table 1.** Physical properties of analysed layers in the studied peat-muck soil profile

Warstwa Layer cm	Gęstość objętościowa gleby Bulk density g·cm <sup>-3</sup>	Gęstość fazy stałej Particle density g·cm <sup>-3</sup>	Porowatość Porosity cm <sup>3</sup> ·cm <sup>-3</sup>	Popielność Ash content % a.s.m. % dry wt.	Opis warstwy Description of the layer
0–22	0,309	1,466	78,92	17,69	mursz Z <sub>2</sub> muck Z <sub>2</sub>
22–50	0,165	1,349	87,54	12,28	torf olesowy H <sub>7</sub> alder peat H <sub>7</sub>
50–130	0,153	1,420	89,22	11,96	torf olesowy H <sub>6</sub> alder peat H <sub>6</sub>

Źródło: OLESZCZUK i in. [2009]. Source: OLESZCZUK *et al.* [2009].

stwy murszowej [OLESZCZUK i in. 2007] i warstw torfowych [OLESZCZUK i in. 2004]. Pomiary potencjału macierzystego na głębokościach 10, 20 i 30 cm wykonywano tensjometrami firmy Thies Clima [DIRKSEN 1996; KLUTE 1986]. Pomiary położenia zwierciadła wody gruntowej wykonywano w studzienkach obserwacyjnych zainstalowanych w środku łąnu, bezpośrednio przy rurociągach drenarskich oraz monitorowano położenie zwierciadeł wód powierzchniowych w rowach B1 i R8, wykorzystując łaty wodowskazowe.

Wielkość opadów atmosferycznych, jak również standardowe dane meteorologiczne wymagane do obliczenia ewapotranspiracji wskaźnikowej (*ET<sub>w</sub>*), według wzoru Penmana w modyfikacji francuskiej [ROGUSKI i in. 1988] pochodziły z automatycznej stacji meteorologicznej, znajdującej się w pobliżu (kwatery 17). Na podstawie wielkości produkcji siana na obiekcie (9 t·ha<sup>-1</sup>·rok<sup>-1</sup>) wyznaczono wartości współczynników roślinnych *k* [SZUNIEWICZ, CHRZANOWSKI 1996], które umożliwiły obliczenie wartości ewapotranspiracji potencjalnej [ROGUSKI i in. 1988].

## WYNIKI BADAŃ

Wyniki przebiegu opadów, ewapotranspiracji, położenia zwierciadła wody gruntowej, uwilgotnień i potencjału macierzystego w strefie korzeniowej przedstawiono na rys. 2. Analizując sumę opadów w poszczególnych miesiącach okresu wegetacji 2006 r. na tle średnich danych z wielolecia 1962–2000 [OLESZCZUK i in. 2008] (tab. 2) można stwierdzić, że suma opadów za okres wegetacji (IV–IX) 2006 r. jest nieco większa od średniej z wielolecia. Znacznie większe rozbieżności zaobserwowano w poszczególnych miesiącach. W kwietniu i czerwcu 2006 r. suma opadów była o ok. 50% mniejsza w stosunku do średnich z wielolecia, w lipcu zaś opady stanowiły jedynie ok. 30% średniej. Bardzo duże opady zarejestrowano natomiast w sierpniu, były one ponad trzykrotnie większe od średniej z wielolecia.

**Tabela 2.** Średnie sumy opadów atmosferycznych (mm) w latach 1962–2000 oraz sumy opadów w 2006 r. na stacji meteorologicznej Biebrza**Table 2.** Mean sums of precipitation (mm) in the years 1962–2000 and sums of precipitation in 2006 at the Biebrza meteorological station

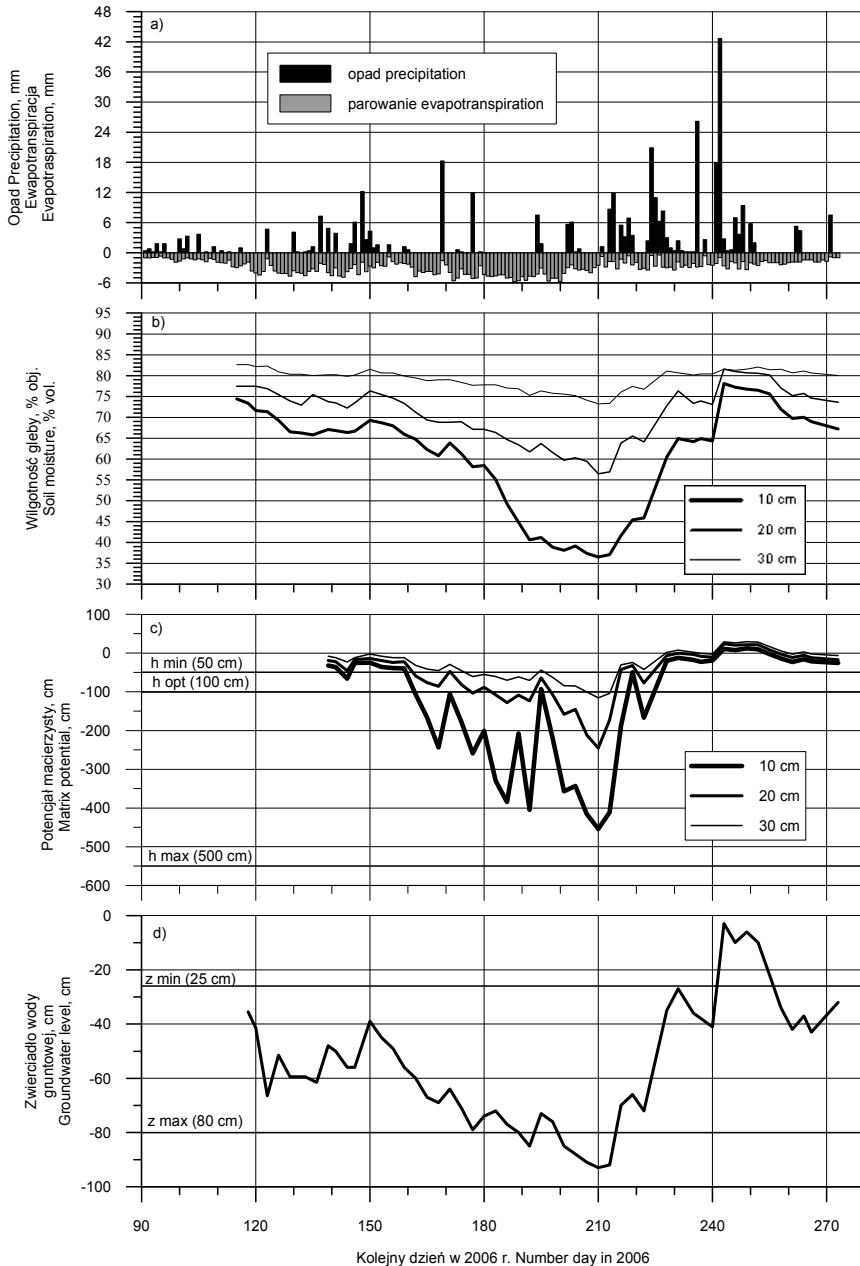
Lata Years	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Suma Sum
1962–2000	36,4	53,6	68,6	71,4	61,1	52,3	343,4
2006	18,8	54,9	36,3	23,3	188,5	46,1	367,9

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

Średnia wartość ewapotranspiracji w okresie wegetacji, w warunkach podanego poziomu produkcji siana wynosiła ok.  $2,9 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ , natomiast maksymalną wartość ewapotranspiracji na poziomie  $5,7 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$  zaobserwowano 19 lipca.

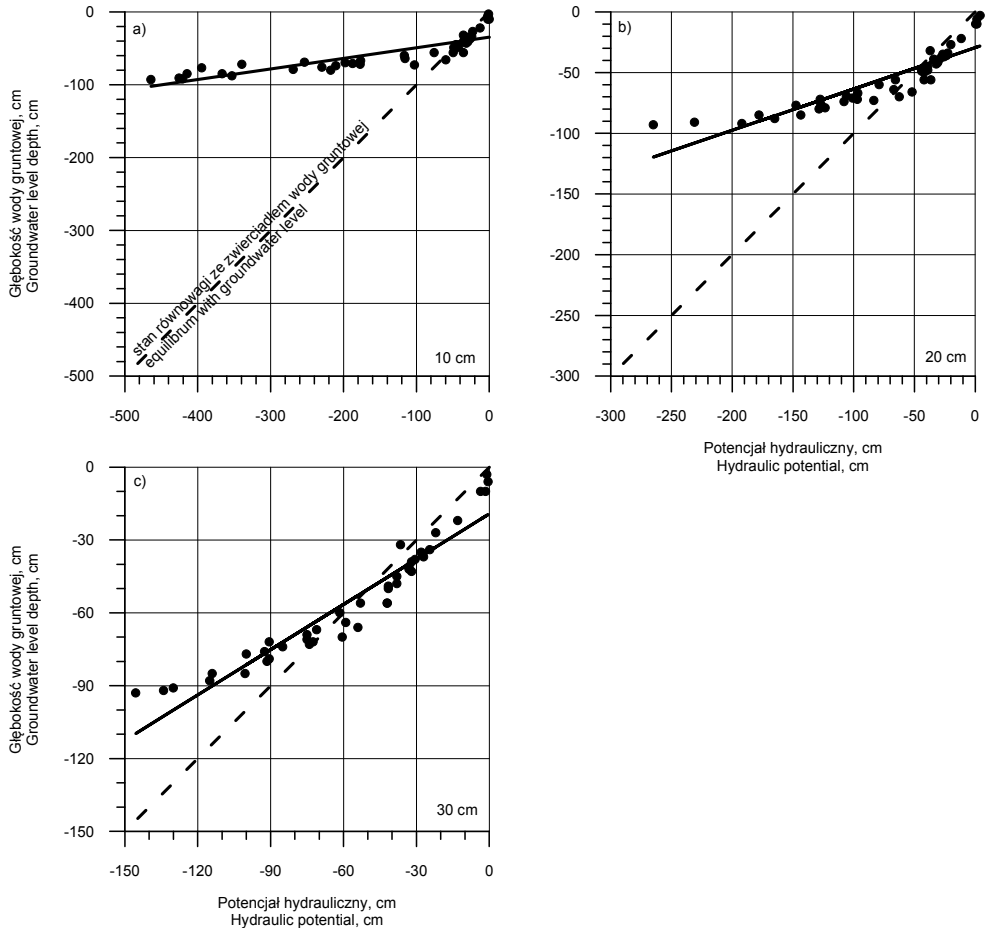
Największą dynamikę zmian uwilgotnienia obserwowano na głębokości 10 cm. Na początku analizowanego okresu wilgotność wynosiła ok. 75% obj., natomiast w trakcie kolejnych dni obserwowano stopniowe zmniejszanie wartości uwilgotnienia, które 29 lipca osiągnęło minimalną wartość na poziomie ok. 35% obj. Nieco mniejszą dynamikę zmian uwilgotnienia zaobserwowano na głębokości 20 cm. Niewielkie zmiany uwilgotnienia rzędu 10% zarejestrowano na dolnej granicy warstwy korzeniowej (30 cm) (rys. 2b), na tych głębokościach monitorowano również wartości potencjału macierzystego (rys. 2c). Na rysunku tym przedstawiono także, na podstawie pomierzonych krzywych retencyjności wodnej, wartości potencjału macierzystego oraz wymagane zawartości powietrza w strefie korzeniowej traw, określając graniczne stany ciśnień ssących ( $h_{\min}$ ,  $h_{\text{opt}}$  i  $h_{\max}$ ). Odpowiadają one 6 i 10% zawartości powietrza oraz wilgotności krytycznej, odpowiadającej wartości  $pF = 2,7$  (potencjał macierzysty  $-500 \text{ cm}$ ) [OKRUSZKO 1986; OLSZTA, ZAWADZKI 1991; SZUNIEWICZ 1979]. Najniższą wartość potencjału macierzystego ( $-450 \text{ cm}$ ), podobnie jak w przypadku uwilgotnienia, zarejestrowano 29 lipca na głębokości 10 cm. Następnie, w wyniku znacznego wzrostu uwilgotnienia na skutek znacznych opadów, zaobserwowano zmniejszenie się wartości potencjału macierzystego, który w końcowej fazie na wszystkich analizowanych głębokościach przyjmował wartości powyżej górnej granicy  $h_{\min}$  ( $-50 \text{ cm}$ ). Poziomy wód gruntowych (rys. 2d) do 190 dnia roku (druga połowa lipca) nie przekraczały stanów granicznych wyznaczonych dla powyższego prognostycznego kompleksu wilgotnościowo-glebowego (kompleks C).

Przez ok. 2 tygodnie zwierciadło wody gruntowej znajdowało się poniżej dopuszczalnej normy odwodnienia ( $z_{\max}$ ). Dysponując wartościami potencjału macierzystego na poszczególnych głębokościach obliczono wartości potencjałów hydraulicznych [KLUTE 1986; KOWALIK 2001]. Umożliwiają one określenie kierunku przepływającej wody w rozpatrywanej warstwie, jak również umożliwiają stwierdzenie, czy występował stan równowagi potencjału hydraulicznego ze zwierciadłem wody gruntowej (rys. 3). Wartości potencjału hydraulicznego na głębokości



Rys. 2. Przebieg opadów atmosferycznych (a), uwilgotnienia gleby (b), ciśnienia ssącego (c) oraz głębokości wody gruntowej (d) w glebie torfowo-murszowej na kwaterze Biebrza 29 w okresie wegetacji roślin w 2006 r. źródło: wyniki własne

Fig. 2. Precipitation (a), soil moisture content (b), pressure head (c) and groundwater level (d) in peat-muck soil profile located in the Biebrza 29 site during the growing season 2006; source: own studies

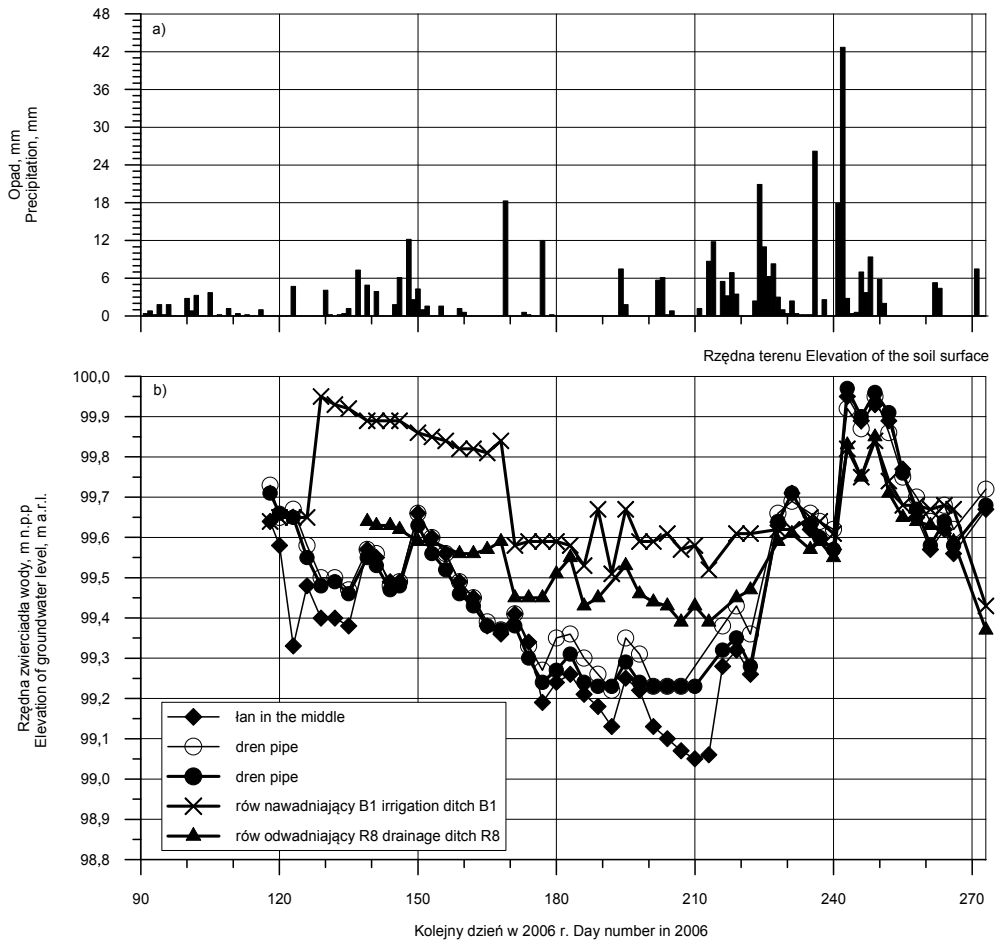


Rys. 3. Rozkład potencjałów hydraulicznych na poszczególnych głębokościach strefy korzeniowej; źródło: wyniki własne

Fig. 3. The distribution of hydraulic potential at selected depths of the root zone; source: own studies

10 cm wykazywały najmniejsze wartości (rys. 3b), nieco większe na głębokości 20 cm, a największe na głębokości 30 cm. Oznacza to, że w rozpatrywanym okresie woda (wyrównując różnicę potencjałów) płynęła z głębszych warstw w kierunku powierzchni gleby. Porównując wartości potencjału hydraulicznego z głębokością zwierciadła wody stwierdzono, że na głębokościach 10 i 20 cm (rys. 3a i b) nie występował stan ich równowagi. Stan równowagi występował jedynie na głębokości 30 cm (rys. 3c). Powyższe wyniki nie budzą większych zastrzeżeń, ponieważ wartości potencjału macierzystego, stanowiące podstawę obliczeń wartości potencjałów hydraulicznych, są uśrednionymi odczytami z 2 tensjometrów, zainstalowanych na każdej z rozpatrywanych głębokości.

Przyjmując umownie położenie powierzchni gleby na rzędnej 100,0 m n.p.p. (nad poziomem porównawczym), przedstawiono w stosunku do powierzchni rzędne zalegania zwierciadeł wody w środku łąnu, w pobliżu rurociągów drenarskich, w rowie nawadniającym B1 oraz w rowie odwadniającym R8 (rys. 4). Rzędne zwierciadeł wody gruntowej w łąnie były nieco niższe w stosunku do rzędnych wody zarejestrowanych przy rurociągach drenarskich na początku analizowanego okresu pomiarowego oraz pod koniec lipca w trakcie okresu suszy atmosferycznej. Zamknięcie zastawki 9 maja na rowie B1 spowodowało maksymalne podniesienie



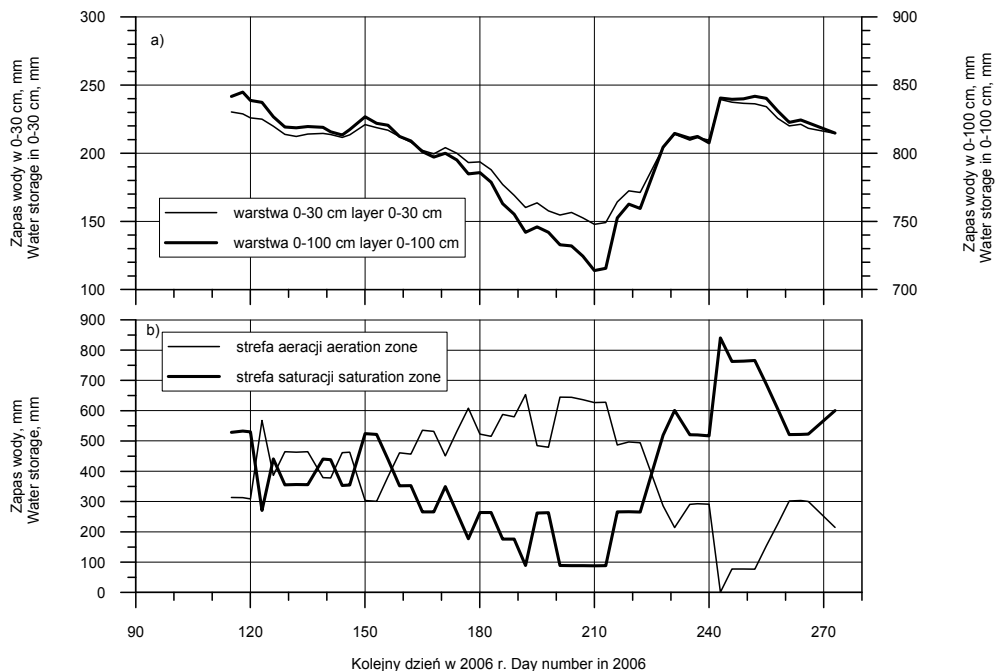
Rys. 4. Przebieg opadów atmosferycznych (a) rzędnych zwierciadła wody gruntowej w środku łąnu i przy rurociągach drenarskich oraz rzędnych zwierciadła wody powierzchniowej w rowach B1 i R8 (b); źródło: wyniki własne

Fig. 4. Precipitations (a), groundwater table ordinates in the middle of the ditch spacing and near the drainage pipes and ordinates of surface water levels in open ditches B1 and R8 (b); source: own studies



się zwierciadła wody (o ok. 5 cm) pod powierzchnią terenu. W późniejszych dniach obserwowano niewielkie obniżanie się zwierciadła wody, a znaczne jej obniżenie (ok. 50 cm) nastąpiło po otwarciu zastawki 20 czerwca. Zwierciadło wody w rowie odwadniającym R8 zalegało średnio o ok. 40 cm niżej w porównaniu z rowem B1. W drugiej połowie sierpnia i we wrześniu, na skutek bardzo intensywnych opadów atmosferycznych zaobserwowano znaczne podniesienie się poziomu wody we wszystkich analizowanych częściach systemu melioracyjnego i były one do siebie bardzo zbliżone.

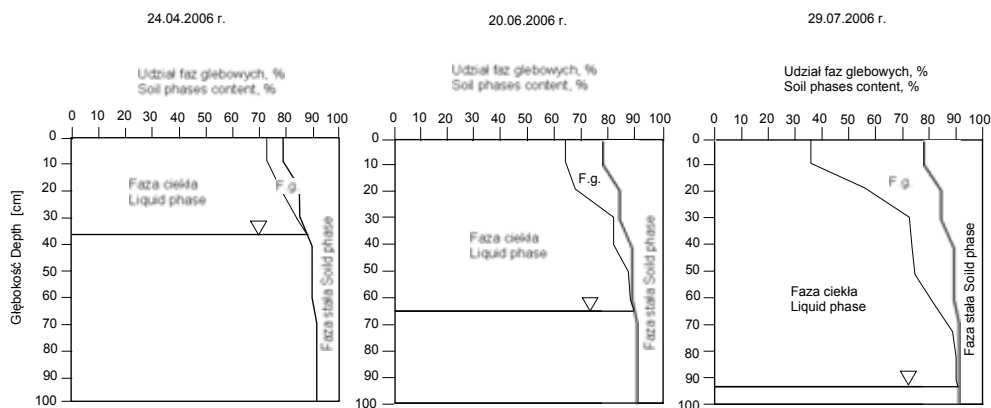
Dysponując pomiarami uwilgotnienia na poszczególnych głębokościach obliczono zapasy wody w strefie korzeniowej (0–30 cm) oraz w całym profilu glebowym (rys. 5a). Dynamika zmian zapasów w obu analizowanych warstwach była zbliżona, różnica natomiast w wielkości zapasów pomiędzy warstwami wynosiła ok. 600 mm. Wartości zapasów wody zostały przedstawione dla strefy aeracji i saturacji. Na początku rozpatrywanego okresu wartości te były zbliżone, w trakcie procesu wysychania malały wartości zapasów wody w strefie saturacji, a wzrastały w strefie aeracji. W trakcie wzrostu uwilgotnienia i podnoszenia się zwierciadła wody powiększała się miąższość warstwy saturacji i w konsekwencji zapasy wody



Rys. 5. Dynamika zmian zapasów wody w profilu glebowym (a) oraz w strefach aeracji i saturacji (b); źródło: wyniki własne

Fig. 5. The dynamics of changes of water reserves in the soil profile (a) and in the aeration and saturation zones (b); source: own studies

(rys. 5b). Na podstawie maksymalnych, średnich i minimalnych wartości zapasów wody w rozpatrywanej glebie torfowo-murszowej wytypowano dni, w których one nastąpiły oraz przedstawiono dla nich rozkłady stosunków powietrzno-wodnych (rys. 6). Najmniejsza zawartość powietrza, a największa w konsekwencji zawartość wody w profilu wystąpiła 24 kwietnia (początek monitoringu), natomiast średnie wartości uwilgotnienia zarejestrowano 20 czerwca. Najniższe położenie zwierciadła wody, przy którym zarejestrowano największą zawartość powietrza (największe przesuszanie) wystąpiło 29 lipca.



Rys. 6. Kształtowanie się stosunków powietrzno-wodnych w profilu gleby torfowo-murszowej, f.g. – faza gazowa; źródło: wyniki własne

Fig. 6. The distribution of soil air-moisture relationships in peat-muck soil profile, f.g. – gas phase; source: own studies

## WNIOSKI

1. Na podstawie przeprowadzonych badań dotyczących rozkładu stosunków powietrzno-wodnych w okresie wegetacji w 2006 r. stwierdzono, że istniejący system melioracyjny zapewniał optymalne warunki dla gatunków trawiastych. W trakcie suszy atmosferycznej (lipiec 2006), jak również w trakcie ekstremalnie wysokich opadów atmosferycznych w sierpniu 2006 r. (opady trzykrotnie większe od średniej z wielolecia) zaobserwowano okresowe przekroczenia stanów granicznych zwierciadła wody gruntowej dla kompleksu posusznego – C.

2. Analiza ciśnień ssących w strefie korzeniowej (0–30 cm) wykazała jedynie niewielkie przekroczenie minimalnych ich wartości w początkowej i końcowej fazie rozpatrywanego okresu wegetacji (ekstremalna wartość opadów atmosferycznych). Na głębokości 10 cm (najbardziej przesuszonej i oddalonej od zwierciadła wody gruntowej), w okresie największego przesuszenia (koniec lipca), nie zaob-

serwowano przekroczenia wilgotności krytycznej, odpowiadającej ciśnieniu ssącemu pF 2,7.

3. Położenie zwierciadła wody w poszczególnych miejscach systemu melioracyjnego (środek łąny, rurociągi drenarskie, rowy) wykazuje sprawne działanie systemu w trakcie nawadniania i odwadniania analizowanej kwatery.

4. Na podstawie pomiarów ciśnień ssących i obliczonych wartości potencjałów hydraulicznych stwierdzono zasilanie strefy korzeniowej w wodę z głębszych warstw na skutek zjawiska podsiąku kapilarnego.

5. Dynamika zmian zapasów wody zarówno w strefie korzeniowej (0–30 cm), jak i w całym 1-metrowym profilu glebowym są bardzo zbliżone. Natomiast wielkość zapasów różni się o ok. 600 mm między pierwszą warstwą rozpatrywaną oddzielnie, a całym profilem.

## LITERATURA

- BRANDYK T., GOTKIEWICZ J., ŁACHACZ A. 2008. Zasady racjonalnego wykorzystania torfowisk w rolnictwie. *Postępy Nauk Rolniczych*. Z. 332 (1) s. 15–26.
- CHRZANOWSKI S. 1995. Retencyjność torfowiska i jej wykorzystanie w systemie nawodnień podsiąkowych na przykładzie obiektu Kuwasy i Zbójna Popiołki. Raport końcowy za okres badań 1993–1995. Falenty. IMUZ. Maszyn. ss. 41.
- CZAPLAK I., DEMBEK W. 2000. Torfowiska Polski jako źródła emisji dwutlenku węgla. *Zeszyty Edukacyjne*. Nr 6. Falenty. Wydaw. IMUZ. ISBN 83-85735-95-X s. 61–71.
- DIRKSEN C. 1996. Soil physics measurements. Wageningen. Agricultural University Department of Water Resources ss. 130.
- ILNICKI P., ZEITZ J. 2003. Irreversible loss of organic soils functions after reclamation. W: *Organic soils and peat materials for sustainable agriculture*. Pr. zbior. Red. L. E. Parent, P. Ilnicki. Boca Raton. CRC Press and International Peat Society s. 15–32.
- JURCZUK S., LIPIŃSKI J., BEM-BAJENA B., ŁEMPICKA A., PAWLIK-DOBROWOLSKI J. 2004. Nawodnienia podsiąkowe jako podstawa zwiększenia retencyjności wodnej małych dolin rzecznych. Falenty. Wydaw. IMUZ. ISBN 83-88763-47-4 ss. 63.
- JURCZUK S., MIODUSZEWSKI W. 2006. Gospodarowanie wodą w dolinowych systemach melioracyjnych. W: *Woda w krajobrazie rolniczym*. Pr. zbior. Red. W. Mioduszeowski. Woda Środowisko Obszary Wiejskie. *Rozprawy naukowe i monografie*. Nr 18 s. 172–187.
- KLUTE A. 1986. Water retention: laboratory methods. W: *Methods of soil analysis*. Pr. zbior. Red. A. Klute. *Agronomy Monograph*. 9. Madison, WI, ASA and SSSA s. 635–662.
- KOWALIK P. 2001. Ochrona środowiska glebowego. Warszawa. Wydaw. Nauk. PWN. ISBN 83-01135-51-4 ss. 257.
- MACIAK F., LIWSKI S. 1996. Ćwiczenia z torfoznawstwa. Wyd. V. Warszawa. SGGW. ISBN 83-00-02968-0 ss. 127.
- OKRUSZKO H. 1986. Przyrodniczo-techniczne podstawy melioracji terenów dolinowych. W: *Podstawy melioracji rolnych*. T. 1. Pr. zbior. Red. P. Prochal. Warszawa. PWRiL s. 42–81.
- OKRUSZKO H. 1993. Transformation of fen-peat soil under the impact of draining. *Zeszyty Problematyczne Postępów Nauk Rolniczych*. Z. 406 s. 3–73.
- OKRUSZKO H. 1994. System of hydrogenic soil classification used in Poland. W: *Taxonomy of hydrogenic soils and sites used in Poland*. Biblioteczka Wiadomości IMUZ. Nr. 84. Falenty. IMUZ s. 5–27.

- OLESZCZUK R., BRANDYK T., GNATOWSKI T., SZATYŁOWICZ J. 2004. Calibration of TDR for moisture determination in peat deposits. *International Agrophysics*. Vol. 18 (2) s. 145–151.
- OLESZCZUK R., BRANDYK T., GNATOWSKI T., SZATYŁOWICZ J., KAMIŃSKI J. 2008. The comparison of soil moisture content changes in the moorsh layer under shrubs and grass vegetation. *Agronomy Research*. Vol. 6 (1) s. 141–148.
- OLESZCZUK R., CHRZANOWSKI S., BRANDYK T., GNATOWSKI T., SZATYŁOWICZ J. 2009. Ocena funkcjonowania systemu odwadniająco-nawadniającego dla zrównoważonego łąkowego wykorzystania gleby torfowo-murszowej. *Woda Środowisko Obszary Wiejskie*. T. 9. Z. 1 (25) s. 77–86.
- OLESZCZUK R., GNATOWSKI T., BRANDYK T., SZATYŁOWICZ J. 2007. Calibration of TDR for moisture content monitoring in moorsh layers. W: *Wetlands: monitoring, modelling and management*. Pr. zbior. Red. T. Okruszko. London, Balkema. Taylor Francis Group s. 121–124.
- OLSZTA W., ZAWADZKI S. 1991. Właściwości retencyjne gleb, metody ich określania oraz sposoby wykorzystania w melioracji. *Falenty*. Wydaw. IMUZ ISSN 0860-813 ss. 55.
- ROGUSKI W., SARNACKA S., DRUPKA S. 1988. Instrukcja wyznaczania potrzeb i niedoborów wodnych roślin uprawnych i użytków zielonych. *Materiały Instruktażowe*. Nr 66. Falenty. IMUZ. ISSN 0860-0813 ss. 92.
- SZUNIEWICZ J. 1979. Charakterystyka kompleksów wilgotnościowo-glebowych pod kątem parametrów systemu melioracyjnego. W: *Kompleksy wilgotnościowo-glebowe*. Biblioteczka Wiadomości IMUZ. Nr 58. Warszawa. PWRiL s. 29–50.
- SZUNIEWICZ J., CHRZANOWSKI S. 1996. Współczynniki roślinne do obliczania ewapotranspiracji łąki trzykośnej na glebie torfowo-murszowej w Polsce północno-wschodniej. *Wiadomości IMUZ*. T. 18. Z. 4 s. 109–118.
- TOLPA S., JASNOWSKI M., PAŁCZYŃSKI A. 1967. System der genetischen Klassifizierung der Torfe Mitteleuropas. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. Z. 76 s. 9–99.

*Ryszard OLESZCZUK, Sławomir CHRZANOWSKI, Tomasz GNATOWSKI*

#### THE ANALYSIS OF MOISTURE REGIME IN PEAT-MUCK SOIL PROFILE WITHIN THE RANGE OF SUB-IRRIGATION SYSTEM

**Key words:** *air-moisture conditions, peat-muck soils, sub-irrigation system, water storage*

#### Summary

The paper presents an assessment of sub-irrigation system operating in peat-muck soil within Biebrza 29 site (Kuwały peatland located in the Middle Biebrza River Basin). Performed measurements of surface water levels in open ditches and the levels of groundwater showed effective functioning of the existing sub-irrigation system. In extremely dry or wet conditions some too low or too high groundwater levels were observed. Water reserves in both root zone and in the whole soil profile showed similar dynamics and differed between each other by almost 600 mm.