



**ANALIZA ZMIAN POŁOŻENIA WÓD GRUNTOWYCH
I UWILGOTNIENIA NA FRAGMENTCIE SYSTEMU
NAWODNIENÍ PODSIĄKOWYCH
W GLEBIE TORFOWO-MURSZOWEJ**

Monika Gąsowska, Ryszard Oleszczuk, Janusz Urbański, Anna Baryła
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

***ANALYSIS OF GROUND WATER LEVEL AND MOISTURE
CHANGES IN THE PART OF SUB-IRRIGATION SYSTEM
IN PEAT-MOORSH SOIL***

Streszczenie

W pracy przedstawiono wpływ funkcjonowania wykonanego w latach 1967-71 i obecnie nieużytkowanego fragmentu systemu odwadniająco-nawadniającego na obiekcie Solec, na stosunki powietrzno-wodne w płytkim profilu gleby torfowo-murszowej. W tym celu w okresie od lipca do września 2013 roku przeprowadzono pomiary położenia zwierciadła wód gruntowych i powierzchniowych oraz uwilgotnienia na poszczególnych głębokościach w profilu zlokalizowanym w środku łanu kwatery pomiarowej. Wierzchnie warstwy analizowanej gleby torfowej charakteryzowały się dużą dynamiką zmian uwilgotnienia. Istniejące fragmenty systemu melioracyjnego wraz z przepływającą przez obiekt rzeką wykazują charakter drenujący. Wyższe zaleganie zwierciadła wód gruntowych zaobserwowano na fragmencie obiektu będącego pod użytkowaniem łąkowym w porównaniu z obszarem nieużytkowanym.

Słowa kluczowe: nawodnienia podsiąkowe, stosunki powietrzno-wodne, gleby torfowo-murszowe

Summary

The influence of working of the unused sub-irrigation system on air-water conditions of peat-moorsh soil is presented in this paper. Measurements of moisture content, ground and open water levels were carried out in period July-September 2013. Top layers of the analyzed peat soil were characterised by wide range of moisture content changes. The analyzed part of the sub-irrigation system ditches and the river drain flowing through the analysed plot showed the drainage character. The ground water levels on the plot used as a meadow were observed higher to the soil surface than in case of abandoned part of peatland situated behind the river.

Key words: *sub-irrigation system, air-water conditions, peat-moorsh soil*

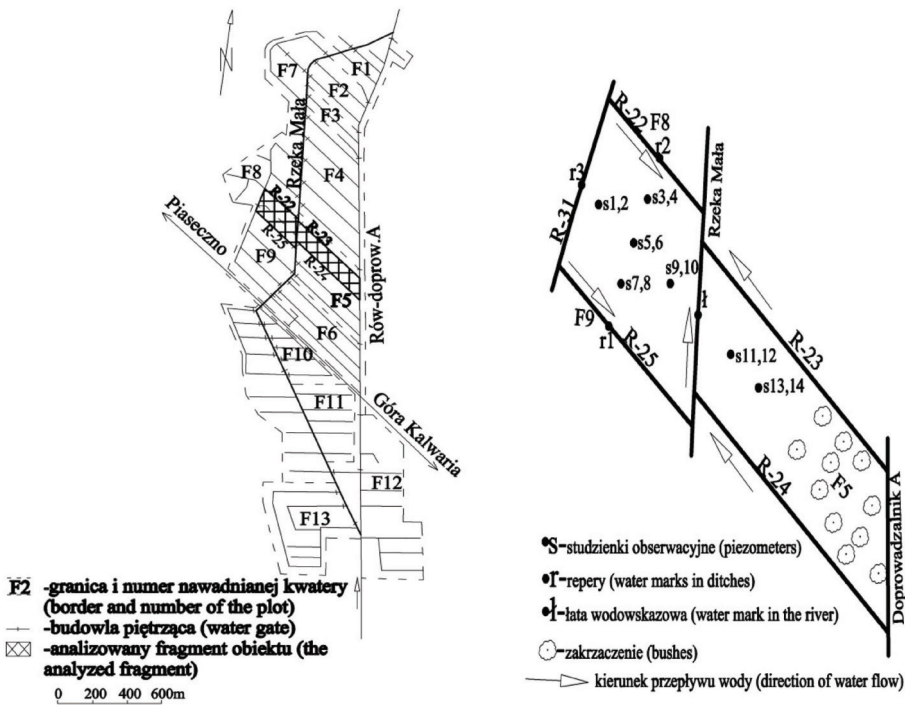
WSTĘP

Wykonanie systemów melioracyjnych na glebach torfowych w celu rolniczego ich użytkowania zapoczątkowało wiele niekorzystnych procesów degradujących te gleby. Na skutek zaniku siły wyporu następuje mechaniczne osiadanie powierzchni torfowisk. W pierwszych latach wielkość osiadania wynosi nawet do kilkunastu cm rocznie (Ilnicki, 1972; Chrzanowski i in., 2002). W ciągu kolejnych lat po odwodnieniu postępuje proces mineralizacji, kurczenia się i zagęszczania masy organicznej (Okruszko, 1993; Brandyk i in., 2008).

W latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych XX wieku wzrosła liczba wykonywanych systemów melioracji odwadniająco-nawadniających na torfowiskach (Jurczuk, 2011). Wraz z upływem czasu nastąpiło pogorszenie się ich stanu technicznego między innymi na skutek osiadania powierzchni i dna rowów, a w wyniku niedostatecznej konserwacji część systemów przestała spełniać swoje funkcje (Łoś, 2003; Nowotka i in., 2006; Bykowski i in., 2011). Większość systemów nawodnień podsiąkowych wymaga obecnie modernizacji w celu zmniejszenia ich dekapitalizacji oraz przywrócenia ich pierwotnych funkcji.

Stosunkowo duża część łąk zlokalizowanych na glebach torfowisk niskich nie jest obecnie nawadniana i użytkowana rolniczo, co powoduje opanowanie tych obszarów przez roślinność zaroślową i krzaczastą. Obecnie dąży się do ochrony obszarów torfowiskowych poprzez odpowiednie ich użytkowanie i prowadzenie racjonalnej gospodarki wodnej (Joosten i Clark, 2002; Brandyk i in., 2008; Oleszczuk i in. 2009; Jurczuk, 2011).

Celem pracy była ocena wpływu nieeksploatowanego od lat systemu nawodnień podsiąkowych na położenie zwierciadeł wód gruntowych i powierzchniowych oraz analiza stosunków powietrzno-wodnych w środku łąnu wybranej kwatery na obiekcie melioracyjnym Solec na tle opadu atmosferycznego.



Rysunek 1. a) Plan obiektu Solec z podziałem na nawadniane kwatery (Kaca, 1981),
b) analizowany fragment systemu melioracyjnego wraz z zaznaczoną lokalizacją urządzeń pomiarowych

Figure 1. a) The scheme of the Solec site with sub-irrigation plots (Kaca, 1981),
b) the analyzed part of the sub-irrigation system with measuring devices

MATERIAŁ I METODY

Analizowany obiekt Łąki Solecie o powierzchni około 220 ha zlokalizowany jest w województwie mazowieckim, w powiecie piaseczyńskim, na terenie gminy Góra Kalwaria i stanowi część Chojnowskiego Parku Krajobrazowego. Jest to obszar ochrony siedlisk (NATURA 2000) o kodzie PLH140055, który obejmuje zatorfioną dolinę rzeki Mała – prawostronnego dopływu Jeziorki. Powierzchnia zlewni rzeki Mała wynosi około 72,8 km² (Lenartowicz, 2007). W skład botaniczny torfowiska wchodzi niskie torfy turzycowe i turzycowo-trzcinowe o średnim stopniu rozkładu (Kaca, 1981). Obszar całego torfowiska podzielono na 13 kwatery (F1-F13, rys.1a), które ograniczono rowami odwadniająco-nawadniającymi.

W pracy analizą objęto fragment obiektu Solec, który zajmuje obszar około 5 ha. Znajduje się on po dwóch stronach rzeki Mała, obejmując swoim zasięgiem granicę kwater F8/F9 oraz kwaterę F5 (rys.1b). Analizowany fragment systemu melioracyjnego obejmuje:

- odcinek koryta rzeki Mała o długości około 120 m;
- dwa równoległe położone rowy o rozstawie 130 m: R-22 i R-25 (długości około 300 m), zlokalizowane odpowiednio na kwaterach F9 i F8;
- dwa równoległe położone rowy o rozstawie 90 m: R-23 i R-24 (długości około 150 m), zlokalizowane na kwaterze F5 (rys.1b).

Kwaterna F8/F9 użytkowana jest obecnie jako średnio intensywny użytek łąkowy (dwukośny), natomiast kwatera F5 użytkowana jest łąkowo jedynie pasem o szerokości około 30 metrów od strony rowu R-23. Pozostałą część stanowią nitrofilne ziołorośla, które w głąb kwatery w kierunku doprowadzalnika A przechodzą w zakrzaczenia i zadrzewienia.

Obecnie od kilkunastu lat nie prowadzi się już nawodnień podsiąkowych, a prace konserwacyjne i regulacyjne prowadzone przez Spółkę Wodną oraz Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych – Inspektorat w Piasecznie polegają na odmulaniu i wykaszaniu koryta rzeki Mała oraz doprowadzalnika A. W przypadku rowów odwadniająco-nawadniających jedynie rowy R-22 i R-25 są okresowo odmulane i pogłębiane przez właściciela użytkującego powyższe kwatery. Rowy R-23 i R-24 są w dużym stopniu zarośnięte roślinnością i niekonserwowane.

W celu monitorowania położenia zwierciadła wód gruntowych na fragmencie analizowanego obiektu zainstalowano w sześciu punktach pomiarowych studzienki obserwacyjne w dwóch powtórzeniach. Odczyty z obu studzienek były uśredniane. Miąższość złoża torfowego na kwaterze F8/F9 wynosi średnio około 0,50 m, a na analizowanym fragmencie kwatery F5 waha się od 0,50 m do nawet 2,00 m. Ze względu na występujące gęste zakrzaczenie studzienki na kwaterze F5 zlokalizowano wyłącznie w dwóch punktach pomiarowych położonych odpowiednio w odległości 75 m i 150 m od rzeki Mała (o miąższości złoża około 0,60 m). Na kwaterze F8/F9 studzienki pomiarowe zlokalizowano w poprzek i wzdłuż w stosunku do koryta rzeki (rys.1b). Studzienki na tej kwaterze znajdują się w odległości 75, 150 i 225 m od rzeki. W korycie rzeki Mała zainstalowano latę wodowskazową, która stanowi jeden z punktów pomiarowych. W analizowanych rowach odwadniająco-nawadniających zainstalowano repery umożliwiające pomiary zmian położenia zwierciadła wody. Repery r1 i r2 (rys.1b) znajdują się w jednym przekroju pomiarowym wraz ze studzienkami zainstalowanymi w poprzek kwatery F8/F9. Rzędne górnych krawędzi wszystkich studzienek pomiarowych i reperów zostały wyznaczone przy użyciu niwelatora.

W celu analizy stosunków powietrzno-wodnych w środku łanu kwatery F8/F9 na głębokościach: 10, 20, 30, 40 i 50cm zainstalowano sondy pomiarowe TDR (Malicki i in.,1996; Skierucha, 2000). Odczyty stałej dielektrycznej z urzą-

dzenia pomiarowego TDR zostały przeliczone na wartości wilgotności objętościowej zgodnie z równaniem kalibracji dla tego typu gleb zaproponowanym przez Oleszczuka i in. (2007). Pomiary położenia zwierciadła wody w studzienkach obserwacyjnych, w rowach otwartych i pomiary uwilgotnienia wykonywano systematycznie co 3 dni w okresie od 24 lipca do 17 września 2013 roku. Z okresu tego dostępne są również dane o wysokości opadu atmosferycznego na rozpatrywanym obszarze, które wykorzystano w analizach zmian położenia zwierciadła wody i uwilgotnienia gleby.

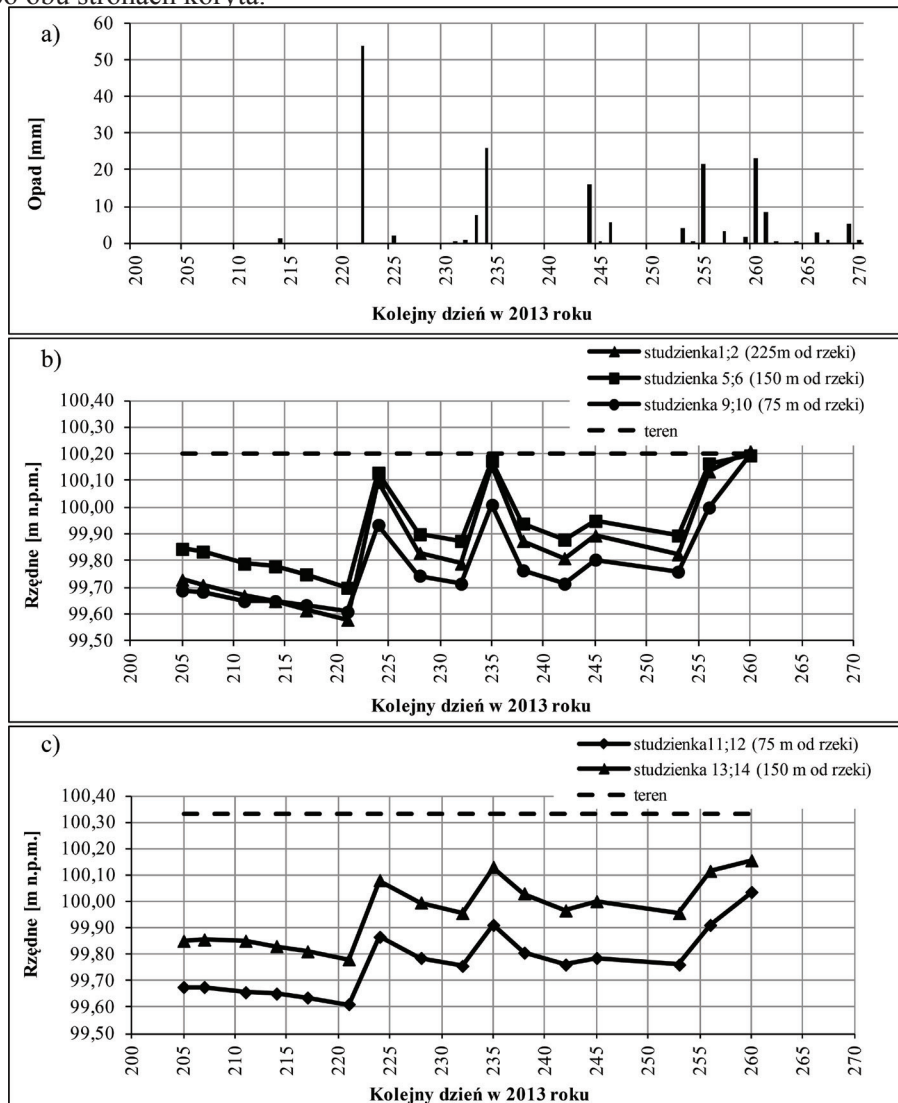
WYNIKI I DYSKUSJA

Na rysunku 2 przedstawiono wyniki pomiarów terenowych wykonanych na fragmencie obiektu Solec w analizowanym okresie pomiarowym.

Na początku okresu pomiarowego (w ciągu 20 dni) wielkość opadów atmosferycznych była znikoma, następnie zarejestrowano największy opad atmosferyczny o wysokości 53,7 mm w dniu 10 sierpnia. Suma opadów w analizowanym okresie wyniosła 186,6 mm (rys.2a). W trakcie rozpatrywanego okresu zwierciadło wody gruntowej w studzienkach 5 i 6 (kwatery użytkowana łąkowo – środek łąnu) było położone najpłycej pod powierzchnią terenu w stosunku do położenia zwierciadła wody w pozostałych studzienkach (rys.2b). W zainstalowanych studzienkach pomiarowych na nieużytku (nr 11 i 12) w odległości 75 m od rzeki zarejestrowano wahania położenia zwierciadła wody gruntowej od około 45 cm pod powierzchnią terenu (na początku okresu pomiarowego) do około 15 cm na końcu okresu (rys.2c). W studzienkach nr 13 i 14, położonych w odległości 150 m od rzeki stany wód gruntowych były wyższe o około 15-20 cm w stosunku do studzienek nr 11 i 12. Wysokie opady atmosferyczne, jakie zarejestrowano w dniach 10 i 22 sierpnia oraz 12 i 17 września mogły mieć wpływ na znaczne podniesienie się poziomu wód gruntowych na analizowanym obszarze (rys.2). O położeniu zwierciadła wody gruntowej w analizowanych studzienkach pomiarowych decydowała przede wszystkim wysokość opadów atmosferycznych. Podobne wyniki badań na odwodnionych glebach pobagiennych uzyskali m.in. Łyszczarz i in.(2009), Grzywna (2010), Kozłowska i in. (2013).

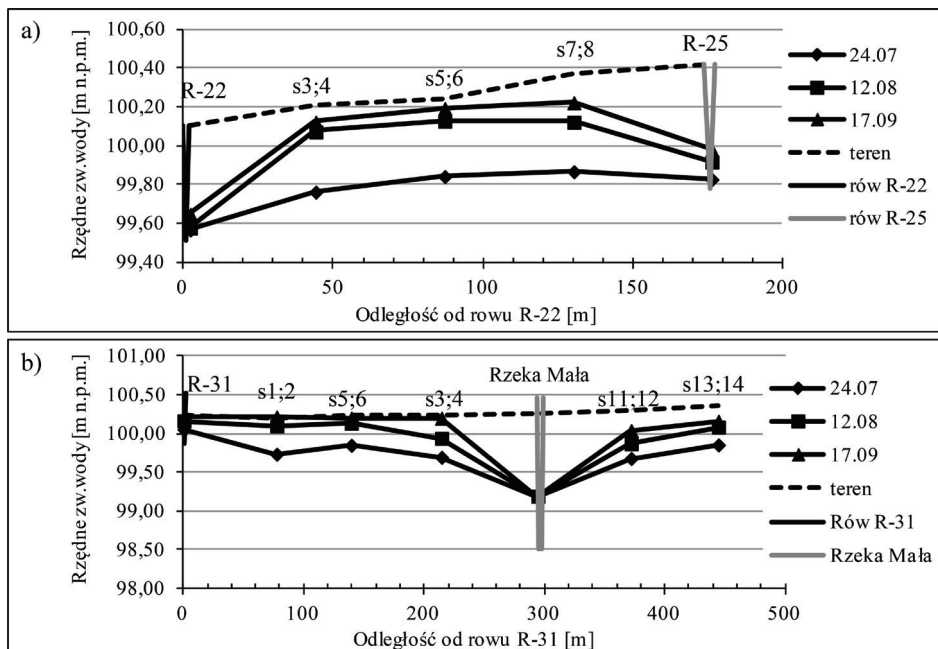
Na rysunku 3 przedstawiono wybrane wyniki pomiarów położenia zwierciadła wody wzdłuż (rys.3a) i w poprzek (rys.3b) analizowanych kwater. Wybrano 3 terminy, w których położenie zwierciadła wody było: najwyższe (24.07 i 12.08) oraz w którym znajdowało się najgłębiej pod powierzchnią terenu (17.09). Stany wody gruntowej w środku łąnu (kwatery F8/F9 – studzienki 5 i 6) oraz w studzienkach 3, 4, 7, 8 (rys.3a) w rozpatrywanym okresie były wyższe niż stany wód powierzchniowych w rowach okalających analizowaną kwaterę. Świadczy to o relatywnie małym zasięgu oddziaływania odwadniającego rowów,

wynoszącym około 50 m po obu stronach. Analizując położenia zwierciadeł wód w przekroju poprzecznym F8/F9 – F5 (rys.3b) najniższe stany zaobserwowano w korycie rzeki, co świadczy o jej drenującym charakterze na przyległe tereny po obu stronach koryta.



Rysunek 2. Sumy dobowe opadów atmosferycznych [mm] na analizowanym obszarze (a), głębokości zalegania zwierciadła wody gruntowej na kwaterze F8/F9 użytkowanej łąkowo (b) i na kwaterze F5 będącej nieużytkiem (c)

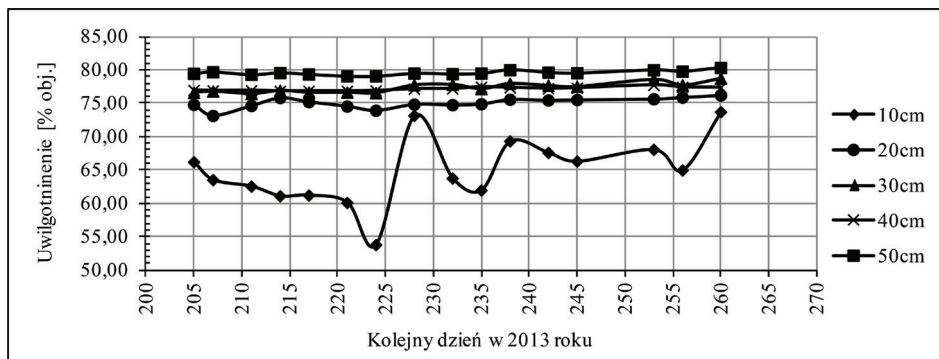
Figure 2. The sum of daily atmospheric precipitation (a), positions of ground water levels on the F8/F9 plot used as a meadow (b) and on the F5-abandonend plot (c)



Rysunek 3. Głębokość zalegania wód gruntowych: a) w poprzek kwater F8/F9; b) wzdłuż kwater F8/F9 i F5.

Figure 3. Position of ground water levels: a) crosswise the F8/F9 plots, b) along the F8/F9 and F5 plots.

Analizując wyniki pomiarów uwilgotnienia w profilu glebowym zlokalizowanym w środku łanu kwater F8/F9 (studzienki 5 i 6) zaobserwowano największą dynamikę zmian w przypowierzchniowej warstwie gleby murszowej na głębokości 0-10 cm (rys.4). Najniższa wartość uwilgotnienia wynosząca około 53,7 % obj. została odnotowana w dniu 9 sierpnia 2013 roku. Spowodowane to było najprawdopodobniej długotrwałym brakiem opadów od początku okresu pomiarowego. Po wystąpieniu najwyższego opadu atmosferycznego ($P=53,7\text{mm}$, 10 sierpnia) zarejestrowana w dniu 12 sierpnia wartość uwilgotnienia na głębokości 10 cm wzrosła do około 74 % obj. Największe zmiany uwilgotnienia zachodzą w wierzchnich warstwach gleby i są uzależnione od wpływu warunków meteorologicznych, co potwierdzają również wyniki badań Brandyka i in. (2006) oraz Oleszczuka i in. (2012). Wartości uwilgotnienia w pozostałych głębszych warstwach gleby były zbliżone do siebie w całym analizowanym okresie i utrzymywały się na stałym poziomie w zakresie 75-80 % obj. Wartości wilgotności objętościowej piasku znajdującego się pod warstwą torfu wynosiły średnio około 45 % obj.



Rysunek 4. Wyniki pomiarów uwilgotnienia metodą TDR na poszczególnych głębokościach w środku łanu kwatery F8/F9 użytkowanej łąkowo

Figure 4. The results of volumetric moisture contents measured TDR method on the F8/F9 plot used as a meadow

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski:

1. Średnie głębokości zalegania zwierciadła wody gruntowej w analizowanym okresie pomiarowym na nieużytkowanym obszarze gleby torfowo-murszowej były większe w stosunku do fragmentu użytkowanego łąkowo o około 10-20 cm.
2. Środkowa część kwatery F8/F9 użytkowanej łąkowo charakteryzowała się relatywnie wysokimi stanami wód gruntowych. Rowy R-22 i R-25 występujące na granicach tej kwatery powodowały obniżenie zwierciadła wód gruntowych jedynie w zasięgu do około 50 m.
3. Przepływająca przez fragment analizowanego obszaru rzeka Mała wykazuje drenujący charakter powodując obniżanie zwierciadła wody gruntowej w pasie o szerokości około 75 m po obu brzegach.
4. Największą dynamikę zmian uwilgotnienia na kwaterze użytkowanej łąkowo zaobserwowano jedynie w przypowierzchniowej warstwie gleby, tzn. na głębokości od 0 do 10 cm (zmiany od około 54 % do 74 % obj.). Dynamika zmian uwilgotnienia w tej warstwie jest uzależniona od wielkości opadów atmosferycznych, o czym przykładowo świadczy wzrost uwilgotnienia tej warstwy z poziomu 54 % do ok. 74 % obj. po wystąpieniu opadu o wysokości $P=53,7\text{mm}$ w dniu 10 sierpnia. Pozostałe warstwy analizowanego profilu (głębokości 20, 30, 40, 50 cm) charakteryzowały się niewielkimi zmianami uwilgotnienia (75-80 % obj.) i nie były one podatne na zmieniające się warunki atmosferyczne (opad).

LITERATURA

- Brandyk T., Gotkiewicz J., Łachacz A. (2008). Zasady racjonalnego wykorzystania torfowisk w rolnictwie. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 332 (1), s 15-26.
- Brandyk T., Oleszczuk R., Szatyłowicz J., (2006). Porównanie różnych sposobów określania zapasów wody w glebie torfowo-murszowej użytkowanej łąkowo. *Acta Agroph.* 8(1), s11-21.
- Bykowski J., Przybyła Cz., Rutkowski J. (2011). Stan urządzeń melioracyjnych oraz potrzeby ich konserwacji warunkiem optymalizacji gospodarowania wodą w rolnictwie na przykładzie Wielkopolski. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering.* vol. 56, nr 3, s 45-51.
- Chrzanowski S., Szuniewicz J. (2002). Zanikanie gleb organicznych na intensywnie zmeliorowanym torfowisku w rejonie Biebrzy. *Woda Środ. Obsz. Wiejskie.* t.2 z.2, IMUZ Falenty, s 129-137.
- Grzywna A. (2010). Zmienność warunków wodnych gleby murszowo-torfowej Mtlbb w warunkach melioracji odwadniających. *Acta Sci. Pol., Technica Agraria* 9 (1-2), 29-36.
- Illicki P. (1972). Osiadanie powierzchni torfowisk niskich w dolinie Noteci będących w długotrwałym rolniczym użytkowaniu w zależności od ich budowy i intensywności odwodnienia. *Rozpr. WSR Szczecin*, s 1-63.
- Joosten H., Clarke D. (2002). Wise use of mires and peatlands. *Intern. Mire Conserv. Group Intern. Peat Soc. Jyväskylä, Finland*, s 304.
- Jurczuk S. (2011). Nawodnienia podsiąkowe jako podstawa ochrony rolniczo użytkowanych torfowisk na przykładzie obiektu melioracyjnego Góra w dolinie Narwi. *WMiŁ 4/2011 IMUZ Falenty*, s 62.
- Kaca E. (1981). Model matematyczny procesu podnoszenia się zwierciadła wody gruntowej przy nawodnieniu podsiąkowym. *Rozprawa doktorska. Instytut Melioracji i Gospodarki Wodnej SGGW-AR, Warszawa.*
- Kozłowska T., Burs W. (2013). Przekształcanie się zbiorowisk łąkowych w wyniku zmian uwilgotnienia siedlisk łąkowych. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, vol. 58(4), s 7-11.
- Lenartowicz M. (2007). Charakterystyka hydrologiczna Chojnowskiego Parku Krajobrazowego. W: Chojnowski Park Krajobrazowy Monografia Przyrodniczo Edukacyjna. Red. M. Falkowski, M. Jeliński, K. Nowicka-Falkowska. Wyd. Zespół Parków Krajobrazowych Mazowieckiego, Chojnowskiego i Brudzeńskiego, Otwock, s 29-43.
- Łoś M. (2003). Użytkowanie zmeliorowanych torfowisk w warunkach wieloletniej niepewności. *WMiŁ 2/2003 IMUZ, Falenty*, s 65-69.
- Łyszczarz R., Suś R. (2009). Dynamika wód gruntowych gleb hydrogenicznych w dolinie Kanału Bydgoskiego. *Woda Środ. Obszary Wiejskie*, t.9 z.4(28) IMUZ, Falenty, s 163-175.

- Malicki M., Plagge R., Roth C. (1996). Improving the calibration of dielectric TDR moisture determination taking into account the solid soil. *Euro. J. of Soil Science* 47 (3), s 357-366.
- Nowotka M., Brandyk T., Oleszczuk R. (2006). Ocena stanu urządzeń melioracyjnych na obiekcie Niegocin. *WMiŁ* 49, 4/2006 IMUZ, Falenty, s 178-181.
- Okruszek H. (1993). Transformation of fen-peat soils under the impact of draining. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 406, s 3-73.
- Oleszczuk R., Chrzanowski S., Brandyk T., Gnatowski T., Szatyłowicz J. (2009). Ocena funkcjonowania systemu odwadniająco-nawadniającego dla zrównoważonego łąkowego wykorzystania gleby torfowo-murszowej. *Woda Środ. Obszary Wiejskie*, t.9 z.1(25) IMUZ, Falenty, 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, modeling and management*, pr. zbiorowa pod red. T. Okruszek i in., London, s 121-124.
- Oleszczuk R., Chrzanowski S., Gnatowski T. (2012). Analiza stosunków powietrzno-wodnych gleby torfowo-murszowej w zasięgu działania systemu nawodnień podsiąkowych *Woda Środ. Obszary Wiejskie*, t.12 z.1(37) IMUZ, Falenty, s 93-104.
- Skierucha W. (2000). Accuracy of soil moisture measurement by TDR technique. *International Agrophysics* 2000, 14, Lublin, s 417-426.

mgr inż. Monika Gąsowska, dr inż. Janusz Urbański,
dr hab.inż. Ryszard Oleszczuk, dr inż. Anna Baryła
e-mail: ryszard_oleszczuk@sggw.pl

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa ,e-mail: ryszard_oleszczuk@sggw.pl

Wpłynęło: 15.01.2015

Akceptowano do druku: 25.06.2015